Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа
Кафедра «Пожарная безопасность»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.Н. Минкин
«___» _____ 2016г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА
20.05.01 «Пожарная безопасность»

Обеспечение пожарной безопасности мазутонасосной станции филиала АО «Енисейская территориальная генерирующая компания» Красноярской ТЭЦ-3

Научный руководитель	_____	_____	Д.А.Едимичев
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		О.И. Ястребова
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Рецензент	_____	_____	А.В. Богданов
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Консультанты:

Часть БЖД	_____	А.Н. Минкин
	подпись, дата	инициалы, фамилия
Экономическая часть	_____	С.Н. Масаев
	подпись, дата	инициалы, фамилия
Нормоконтролер	_____	О.В. Помолотова
	подпись, дата	инициалы, фамилия

Красноярск 2017

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт нефти и газа
Кафедра «Пожарная безопасность»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.Н. Минкин
«___» _____ 2016г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломной работы

Студенту Ястребовой Ольге Ивановне

Группа НГ12-01

Направление (специальность) 20.05.01 Пожарная безопасность

Тема выпускной квалификационной работы:

Обеспечение пожарной безопасности мазутонасосной станции филиала АО «Енисейская территориальная генерирующая компания» Красноярской ТЭЦ-3.

Утверждена приказом по университету № _____ от _____

Руководитель ВКР: Д. А. Едимичев, кандидат технических наук, доцент кафедры «Пожарная безопасность» Института нефти и газа.

Исходные данные для ВКР:

1 Характеристика мазутонасосной станции филиала АО «Енисейская территориальная генерирующая компания» Красноярской ТЭЦ-3;

2 Результаты анализа производственного процесса предприятия.

Перечень разделов ВКР:

Введение;

1. Характеристика и состояние пожарной безопасности мазутонасосной станции филиала АО «Енисейская территориальная генерирующая компания» Красноярской ТЭЦ-3;

2. Расчетная часть;

3. Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны Красноярской ТЭЦ-3;

4. Безопасность жизнедеятельности;

5. Экономическое обоснование работы;

Заключение;

Список использованных источников.

Руководитель ВКР _____ Д.А. Едимичев

подпись инициалы, фамилия

Календарный график

Выполнение этапов ВКР

Наименование и содержание этапов	Срок выполнения
Сбор информации по объекту	21.03.2017 – 10.04.2017
Аналитическая часть, инженерные расчеты	11.04.2017 – 16.05.2017
Графическая часть	17.05.2017 – 01.06.2017

Руководитель ВКР _____ Д.А. Едимичев
подпись инициалы, фамилия

Задание принял к исполнению _____ О.И. Ястребова
подпись инициалы, фамилия

«___» _____ 2017г.

РЕФЕРАТ

Дипломная работа по теме «Обеспечение пожарной безопасности мазутонасосной станции филиала АО «Енисейская территориальная генерирующая компания» Красноярской ТЭЦ-3» содержит 93 страницы текстового документа, 82 формулы, 8 рисунков, 23 таблицы, 19 использованных источников, 6 листов графического материала.

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, АВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ПОЖАРОТУШЕНИЯ, АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПОЖАРНАЯ СИГНАЛИЗАЦИЯ, МОДУЛЬ ГАЗОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ, НАСАДОК, ИЗВЕЩАТЕЛЬ, ОПОВЕЩАТЕЛЬ, ХЛАДОН, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ.

Целью дипломной работы является обеспечение пожарной безопасности мазутонасосной станции филиала АО «Енисейская территориальная генерирующая компания» Красноярской ТЭЦ-3.

В дипломной работе предложена автоматическая система газового пожаротушения, на основе огнетушащего вещества - Хладон, для улучшения пожарной безопасности мазутонасосной станции Красноярской ТЭЦ-3. Одним из мероприятий является установка автоматической пожарной сигнализации.

В работе приведены и кратко рассмотрены структура предприятия, производственная безопасность, пожарная безопасность, подсчитана экономическая эффективность автоматической установки пожаротушения и автоматической пожарной сигнализации.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение 5
1 Характеристика и состояние пожарной безопасности мазутонасосной станции филиала АО «Енисейская территориальная генерирующая компания» Красноярской ТЭЦ-3 7
1.1 Анализ статистических данных о пожарах, произошедших при эксплуатации электрооборудования 7
1.2 Характеристика АО «Енисейская ТГК (ТГК – 13)» Красноярская ТЭЦ – 3». 8
1.3 Назначение мазутонасосной станции 10
1.4 Приемно-сливное устройство (ПСУ) 11
1.5 Резервуарный парк мазутного хозяйства 11
1.6 Машзал мазутонасосной станции 14
1.7 Щит контроля мазутонасосной станции 15
1.8 Характеристика топлива 16
1.9 Анализ состояния пожарной безопасности 17
2 Расчетная часть 20
2.1 Расчет пожарной нагрузки для кабельного полуэтажа 20
2.2 Выбор огнетушащего вещества, способа пожаротушения и типа автоматической установки пожаротушения 24
2.3 Основные технические решения 26
2.3.1 Технические характеристики модуля 27
2.3.2 Принцип работы установки 30
2.3.4 Насадки газовые «Пламя» (НГП) 32
2.4 Расчет параметров газовой системы пожаротушения 33
2.4.1 Расчет массы газового огнетушащего вещества для установок газового пожаротушения при тушении объемным способом 33
2.4.2 Расчет площади устройства для сброса избыточного давления 39
2.4.3 Гидравлический расчет установки газового пожаротушения 39
2.5 Расчет системы АУПТ для помещения РУ 50
2.6 Расчет системы АУПТ для помещения щитов управления 52

2.7 Пожарная сигнализация 54
2.7.1 Основные технические решения 54
2.7.2 Выбор и определение количества пожарных извещателей 55
2.7.3 Расчет количества и уровень звукового давления оповещателей 56
2.7.4 Расчет емкости аккумуляторной батареи 58
3 Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны Красноярской ТЭЦ-3 61
3.1 Тактические возможности ПЧ на территории филиала «Красноярская ТЭЦ-3» 62
3.2 Расчет сил и средств 65
4 Безопасность жизнедеятельности 72
4.1 Общая характеристика объекта 72
4.2 Микроклимат 73
4.3 Требования к уровням шума и вибрации 73
4.4 Искусственное освещение 75
5 Экономическое обоснование работы 79
5.1 Оценка экономического ущерба 79
5.2 Расчет прямых потерь 80
5.3 Затраты на локализацию/ликвидацию и расследование последствий пожара 81
5.4 Расчет убытков из-за неиспользованных производственных возможност 82
5.5 Материальные затраты 83
5.6 Расчет срока окупаемости предлагаемых мероприятий 85
Заключение 86
Список сокращений 89
Список использованных источников 91
Приложение А 93

ВВЕДЕНИЕ

Электроэнергетика — отрасль промышленности, занимающаяся производством электроэнергии на электростанциях и передачей ее потребителям.

Энергетика является основой развития производственных сил в любом государстве. Она обеспечивает бесперебойную работу промышленности, сельского хозяйства, транспорта, коммунальных хозяйств.

Стабильное развитие экономики невозможно без ее постоянного развития.

Особенностью является то, что продукция не может накапливаться для последующего использования: производство электроэнергии в каждый момент времени должно соответствовать размерам потребления с учетом нужд самих электростанций и потерь в сетях. Поэтому связи в электроэнергетике обладают постоянством, непрерывностью и осуществляются мгновенно.

Электроэнергетика современной России главным образом представлена тепловыми электростанциями, работающими на природном газе, угле и мазуте.

Быстрое развитие энергетики повышает актуальность проблем, связанных с обеспечением пожарной безопасности на таких объектах энергетического комплекса, как ТЭЦ и ТЭС.

Несвоевременное тушение пожаров на этих объектах приводит не только к большому материальному ущербу, но и к перебоям в электроснабжении. ТЭЦ и ТЭС относятся к объектам, имеющим стратегическое значение для жизнеобеспечения городов. Пожарная опасность электрооборудования обусловлена наличием в них большого количества горючих материалов и источников зажигания, которые возникают в результате перегрузок, коротких замыканий, образования больших местных переходных сопротивлений, электрических искр и дуг.

Цель данной работы – обеспечение пожарной безопасности мазутонасосной станции Красноярской ТЭЦ-3, за счет внедрения мероприятий, препятствующих возникновению и развитию пожара.

Задачи, выполняемые в ходе работы:

1 проанализировать текущее состояние объекта, выявить нарушения требований пожарной безопасности;

2 разработать мероприятия, направленные на повышение пожарной безопасности в мазутонасосной станции Красноярской ТЭЦ-3, обосновать предложенные мероприятия расчетами;

3 произвести расчет сил и средств, необходимых для ликвидации пожара;

4 произвести экономическое обоснование для данных мероприятий.

1 Характеристика и состояние пожарной безопасности мазутонасосной станции филиала АО «Енисейская территориальная генерирующая компания» Красноярской ТЭЦ-3

1.1 Анализ статистических данных о пожарах, произошедших при эксплуатации электрооборудования

Одной из причин возникновения пожаров на электроустановках является нарушение правил эксплуатации электрооборудования.

Об актуальности рассматриваемой проблемы можно судить по статистике пожаров в Российской Федерации за прошедшие 10 лет. В соответствии с данными была построена гистограмма, отражающая отношение количества пожаров, произошедших по причинам, связанным с нарушением правил устройства и эксплуатации электрооборудования, к общему количеству пожаров. /1/

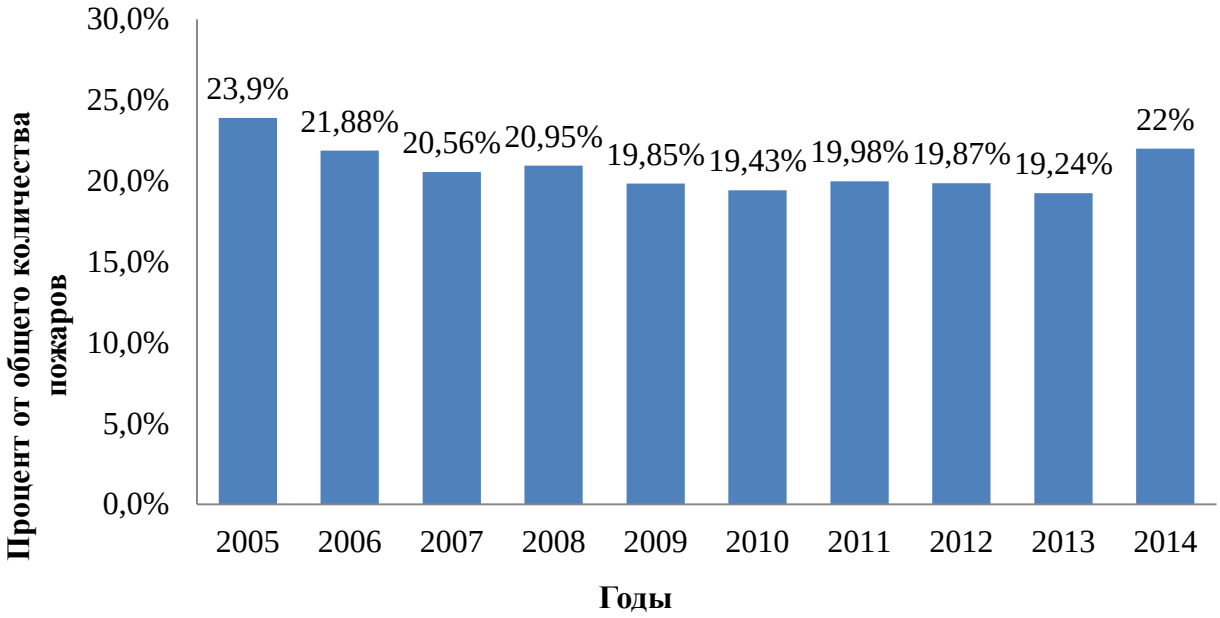

Рисунок 1 - Отношение количества пожаров, произошедших по причинам, связанным с нарушением правил устройства и эксплуатации электрооборудования, к общему количеству пожаров.

Аналогично можно проанализировать статистику материального ущерба от пожаров по причине нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования, отразив данные на рисунке 2. /1/

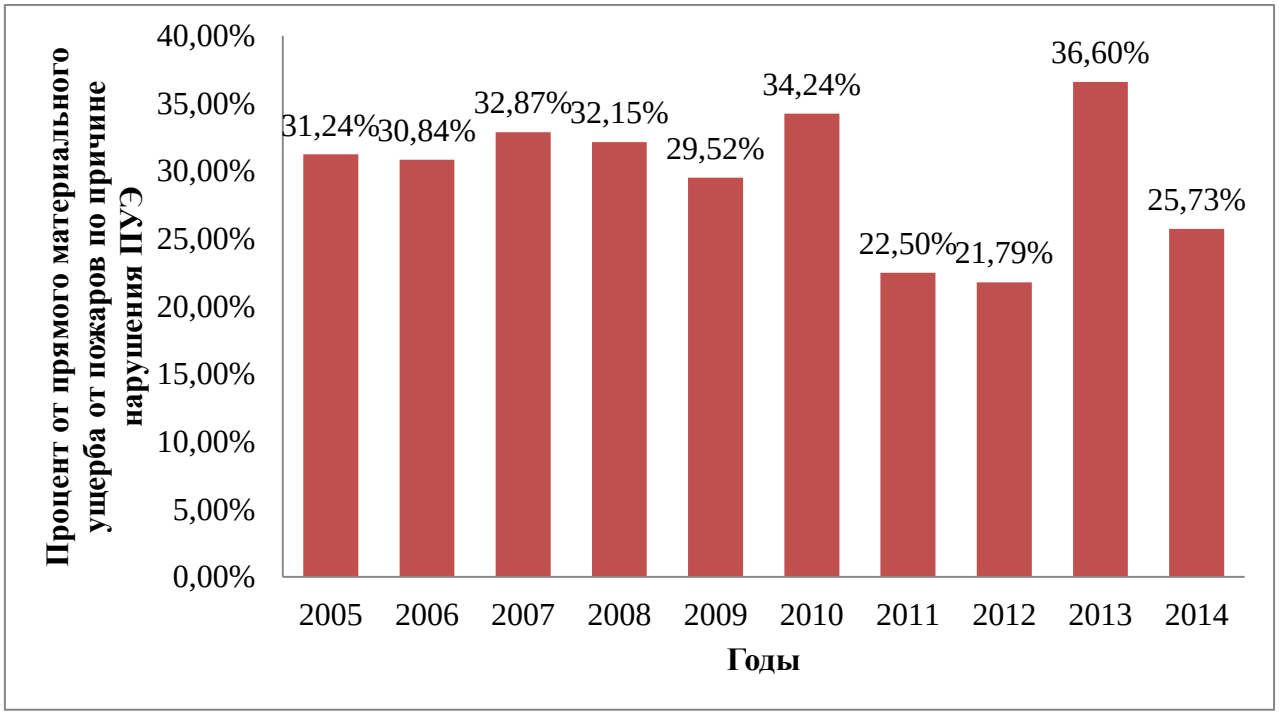

Рисунок 2 – Прямой материальный ущерб от пожаров по причине нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования.

Из приведенных выше рисунков можно сделать вывод, что прямой материальный ущерб от пожаров по причине нарушения ПУЭ только возрастает.

1.2 Характеристика АО «Енисейская ТГК (ТГК – 13)» Красноярская ТЭЦ – 3».

Для написания был выбран объект - Акционерное общество «Енисейская территориальная генерирующая компания (ТГК-13)» «Красноярская ТЭЦ-3».

Самая современная электростанция города Красноярска. Статус действующей Красноярской ТЭЦ-3 приобрела 3 января 1992 года, но до марта

2012 года вырабатывала только тепловую энергию. В марте 2012 года на станции был запущен в эксплуатацию первый энергоблок установленной электрической мощностью 208 МВт. Строительство блока велось в рамках проектов ДПМ (договоры на предоставление мощности).

На станции установлены 4 водогрейных котлоагрегата с тепловой мощностью 100 Гкал/ч каждый, 3 паровых котла паропроизводительностью по 25 т/ч, энергетический котел производительностью 670 т/ч, турбина с установленной электрической мощностью 208 МВт и тепловой мощностью в 140 Гкал/ч.

Основным видом топлива для Красноярской ТЭЦ-3 является уголь Бородинского разреза марки 2БР. Доставка осуществляется железнодорожным транспортом.

В качестве растопочного топлива используется топочный мазут марки М-100

Промплощадка ТЭЦ-3 расположена к северо-востоку от города Красноярска на левом берегу реки Енисей на удалении 2,0 – 2,5 километра от реки (расстояние от дымовых труб до жилой застройки составляет 2,5-3,0 км) и состоит из следующих корпусов: машинный зал главного корпуса; пиковая водогрейная котельная; пускоотопительная котельная; тепловой распределительный узел; мазутонасосная станция; очистные сооружения масломазутосодержащих стоков; блок ТТЦ; тракт топливоподачи, состоящий из последовательно примыкающих галерей и узлов пересыпки угля, дробильного корпуса, щепоулавливателя, башни пересыпки; здание АТС; склады ОПТК; АЗС со зданием операторов; пожарное депо; административно-бытовой корпус; объединенный вспомогательный корпус; насосная станция гидросмыва; компрессорная станция; ацетиленовая станция; подстанция КТПБ 110/6 кВ N 145; ремонтно-строительный цех; железнодорожное депо; насосные станции хозпитьевого водоснабжения; 1 подъема НХПВ 1-1, НХПВ 1-2, 2 подъема НХПВ 2-2

Одним из важнейших корпусов ТЭЦ-3 является мазутонасосная станция.

Здание МНС введено в эксплуатацию в 1986 году, используется по прямому назначению 30 лет. Оно представляет собой однопролетное каркасное здание размером 57,5х12х8,9 метров.

Основными несущими конструкциями являются железобетонные колонны, балки и уложенные на них плиты перекрытия.

Категория сооружения по пожарной опасности - В.

Степень огнестойкости сооружения – II.

Здание отапливаемое, с положительными температурами внутри помещений в зимний период, оборудовано инженерными системами электроснабжения и водоснабжения.

Общий вид здания представлен на рисунке 3.

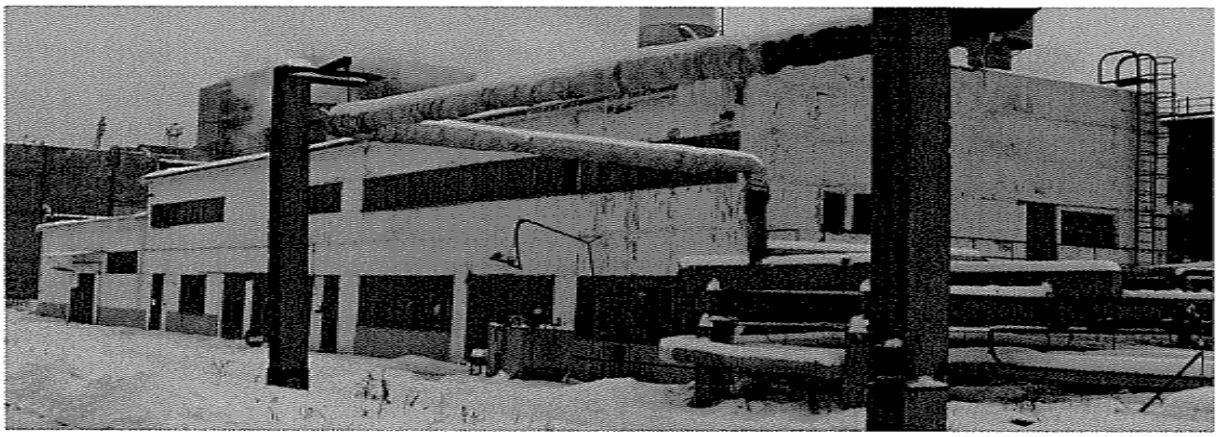

Рисунок 3 – общий вид здания МНС

1.3 Назначение мазутонасосной станции

МНС предназначена для приема, хранения и подготовки мазута к сжиганию, бесперебойного снабжения подогретым и профильтрованным мазутом в количестве, требуемом нагрузкой основных энергетических котлов и котлов пусковой котельной с необходимым давлением и вязкостью.

Для обеспечения выполнения перечисленных задач в мазутонасосной станции имеются следующие участки:

– приемно-сливное устройство;

– мазутохранилище с тремя металлическими резервуарами;

– машзал мазутонасосной;

– магистральные мазутопроводы от мазутонасосной до пускоотопительной котельной (ПОК) и пиковой водогрейной котельной (ПВК).

Проектом Красноярской ТЭЦ -3 предусмотрена двухступенчатая, совмещенная технологическая схема мазутонасосной, т.е., схема с совмещением контуров подачи мазута к котлам, циркуляционного разогрева и перемешивания мазута в резервуарах. В этой схеме насосами первого подъема (первая ступень) осуществляется подача мазута к насосам второго подъема (вторая ступень), на циркуляционный разогрев и перемешивание мазута в резервуарах.

Подача мазута к котлам производится насосами первого и второго подъема.

1.4 Приемно-сливное устройство (ПСУ)

Приемно-сливное устройство (ПСУ) предназначено для приема, слива и перекачки в резервуары мазутного склада прибывшего в железнодорожных цистернах мазута и включает в себя следующие сооружения и оборудование: однопутную сливную эстакаду, рассчитанную на одновременный прием 8-ми ж. д. цистерн (V= 60 м^3 каждая), оборудованную вращающимися мостиками и разогревающими устройствами, расположенными вдоль эстакады.

1.5 Резервуарный парк мазутного хозяйства

Мазутохранилище служит для хранения мазута, а также подготовки его к сжиганию (подогрев, перемешивание) и состоит из трех расходных

резервуаров № 1,2,3 геометрической емкостью 1000 $м^3$ каждый. Суммарная фактическая масса мазута в мазутохранилище может составить 2670 тонн.

Техническая характеристика мазутных резервуаров:

– диаметр – 10,43 м;

– высота - 11,92 м;

– площадь зеркала - 85 $м^2$;

– геометрический объем - 1013 $м^3$;

– высота налива продукта - 10,2 м;

– масса мазута при заполнении до верхнего предельного (10,2 м) уровня (t мазута = 70 ºС) = 870 – 890 т.

На площадке размещения технологических резервуаров по всему периметру выполнено обвалование высотой до 1,5 м для предотвращения возможного разлива мазута на прилегающую территорию МНС при аварийных ситуациях на резервуарах.

Для защиты мазутохранилища от атмосферного электричества установлены молниеотводы с заземляющими устройствами. К мазутным резервуарам подводится следующие трубопроводы:

– напорный мазутопровод Ду 200 (ф 219х5 мм) от погруженных (ПН1 ,2, 3) перекачивающих насосов на ПЕ;

– всасывающий мазутопровод Ду 250 (ф 273х7) от насосов I подъема;

– мазутопровод рециркуляции Ду 80 (ф 89х4) (от котлов ПОК и ГК);

– мазутопровод рециркуляции Ду 50 (ф 57х3,5) от котлов ПВК;

– мазутопровод взрыхления – ответвление от коллектора рециркуляции Ду 50 (ф 57х3,5);

– отвода (трубопровод опорожнения) отстоявшейся воды (замазученного дренажа) резервуара;

Мазутный резервуар оборудован следующими узлами, приспособлениями и приборами:

– камерой переключений, в которой установлена запорная арматура на всех подводящих и отводящих паромазутопроводах резервуаров, а также на

продувочных и пропарочных трубопроводах;

– резервуаром аварийного слива мазута;

– одним люком-лазом Ду-500;

– люком замерным для отбора проб мазута и измерения уровня:

– дыхательным клапаном Ду-200;

– двумя соплами пеногенератора, расположенными в верхней части радиально по периметру резервуара под углом 120 град. По трубопроводу Ду50 (сухотрубы ф57х3,5), от пожарной передвижной установки для ликвидации возгорания внутри резервуара, через сопла пеногенератора подается распыленная пена;

– лестницей с перилами для подъема на перекрытие резервуара;

– ограждением по всей окружности перекрытия резервуара;

– площадками обслуживания вытяжных устройств (дыхательного клапана) и люков на перекрытии резервуара;

– шкалой (рейкой) поплавкового уровнемера с указателем уровня мазута, расположенной и укрепленной на внешней цилиндрической поверхности резервуара;

– первичным датчиком ультразвукового уровнемера, установленного на перекрытии резервуара;

– тремя термометрами сопротивления для определения температуры мазута, установленными на трех уровнях по высоте резервуара.

– днище мазутного резервуара выполнено с уклоном 4 % в сторону стенки. Трубопроводы мазута, пара и опорожнения от резервуара до мазутонасосной (так же до ПЕ) выполнены с уклоном.

Внутри мазутного резервуара расположена система внутрирезервуарных устройств состоящих из:

– коллектора "большого сброса" (мазутопровод рециркуляции из коллектора) циркуляционного контура диаметром 80 (труба ф89х4,0) с соплами диаметром $d_{вн}$=17 мм;

– коллектора "малого сброса" (мазутопровод рециркуляции с ПВК)

диаметром 50 (труба ф57х3,5) с соплами $d_{вн}$=17 мм;

– коллектор локального разогрева (рециркуляция из коллектора) с двумя соплами $d_{вн}$=17 мм.

1.6 Машзал мазутонасосной станции

В помещении машзала МНС размещено следующее основное оборудование:

– насосы I подъёма - 3 шт ;

– фильтры тонкой очистки (ФТО) - 4 шт;

– насосы II подъёма - 3 шт;

– система мазутопроводов с арматурой для прокачки мазута внутри МНС и подачи мазута к котлам ПОК и ПВК;

– всасывающие и напорные мазутопроводы и трубопровод рециркуляции мазута с ПОК;

– система циркуляционного мазутного контура с арматурой, состоящая из коллекторов холодной и горячей циркуляции;

– система паропроводов и конденсатопроводов, включая продувочные (пропарочные) трубопроводы;

– пароспутниковый коллектор с арматурой и разводкой спутников мазутопроводов вне МНС;

– система дренажных трубопроводов с арматурой основного оборудования МНС (насосы, ФТО).

Мазут доставляют в железнодорожных мазутоцистернах. В цистернах мазут подогревают паром до 70-80°С и сливают по лоткам в приемную емкость через фильтр грубой очистки для предотвращения засорения оборудования посторонними примесями, содержащимися в мазуте. Из приемной емкости (ПЕ) погружными насосами мазут перекачивается в резервуары маазутохранилища (мазутные баки МБ-1.2,3), а затем центробежными насосами I подъема (по схеме с подогревателями мазута ПМР-13-60) через

подогреватели мазута и фильтры тонкой очистки (ФТО) поступает во всасывающий коллектор насосов II подъема. Насосами II подъема по мазутопроводам мазут подается к форсункам паровых котлов ПОК и котлов ПВК.

Приводные двигатели насосов – электродвигатели взрывозащищенные. Исполнение по взрывозащите 1ExdIIT4,

где 1 – знак уровня защиты (взрывобезопасное оборудование);

E_x – знак соответствия стандартам;

d – имеет взрывонепроницаемую оболочку;

II – по допустимости применения в зонах подразделения на оборудование с промышленными газами и парами;

T4 – наибольшая допустимая температура 135°С.

Степень защиты IP54,

где 5 – защита от оседающей пыли. Полная защита от контакта. Защита от внутренних повреждений оборудования, вследствие пылевых отложений;

4 – защита от брызг. Защита от воды, льющейся во всех направлениях.

Машзал МНС оборудован:

– приточно-вытяжной вентиляцией сблокированной с газоанализатором;
– разводкой пожарной воды;
– подвесной кран-балкой грузоподъёмностью 5 т;
– каналами и приямками для сбора замазученных вод.

1.7 Щит контроля мазутонасосной станции

Щит контроля МНС состоит из трех панелей размером 900х800х2400 мм.

На панели № 1 сосредоточен весь технический контроль, необходимый сливщику во время сливки мазута из цистерны в приемную емкость, и из приемной емкости в резервуар мазутонасосной.

На панели № 2 на приборе с переключателем контролируется температура мазута в резервуарах и за подогревателями, здесь же установлены регуляторы температуры мазута за подогревателями.

Для регулирующих клапанов предусмотрено дистанционное управление со щита, поскольку регулирование температуры мазута по месту невозможно из-за отсутствия необходимых приборов в помещении датчиков.

На панели № 3 на самописцах контролируются параметры мазута, подаваемого к водогрейным и энергетическим котлам и расход мазута возвращаемого из котельной.

На этой же панели на приборах ВМД контролируется давление пара и мазута, возвращаемого из котлов и поднимаемого в приемную емкость, а также перепад давления на фильтрах.

На панелях № 2 и № 3 установлены указательные реле, по которым дежурный, вызванный в мазутонасосную сигналом о неисправности, может определить причину нарушения.

В качестве температурных приборов используются миниатюрные автоматические мосты.

Давление и расходы измеряются с помощью миниатюрных автоматических дифференциально-трансформаторных приборов.

Уровни мазута измеряются поплавковыми уровнемерами-сельсинами. В качестве реле уровня применяются реле искробезопасного контроля типа УКС-1-2.

1.8 Характеристика топлива

Уголь, поступающий на ТЭЦ-3, Ирша-Бородинского или Березовского месторождения.

Уголь относится к 4 группе неустойчивых с повышенной активностью к окислению и самовозгоранию бурых углей. Марка углей- 2БР. Массовая доля влаги в рабочем состоянии угля Бородинского - 35,0%: , Березовского - 40% . Зольность угля в сухом состоянии - 16%. Низшая теплота сгорания топлива - Ирша-Бородинского - 3600 ккал/кг, Березовского - 3190ккал/кг.

Поступает уголь в кусках разной величины (от мельчайших частиц пыли до 600 мм размера куска) в ж/д полувагонах с последующей разгрузкой на угольном складе.

Мазут топочный, поступающий на ТЭЦ-3, принимается и сливается в приемные емкости на эстакаде слива мазута. Используется как топливо нефтяное для котлов. Марка "100", малозольный с серой до 2,0.

Вязкость при 80^0С условная не более 16^0. УВ и соответствующая ей кинематическая не более 118 мм кв./С. Зольность не более 0,05 %.

Температура вспышки в открытом тигле не ниже 110^0С. Температура застывания не выше 25^0С. Теплота сгорания не менее 9680 ккал/кг. Плотность при 20^0С около 940 кг/м^3. ПДК - 300 млг/м^3, класс опасности - 4 (малоопасно).

1.9 Анализ состояния пожарной безопасности

В кабельном полуэтаже при возникновении пожара предусматривается автоматическое включение средств пожаротушения. В качестве датчиков применяются извещатели дымовые фотоэлектрические типа ИДФ-IМ, которые устанавливаются на потолке: один датчик на 50-100 метров квадратных площади, на расстоянии не более, чем 3 метра от стен и 10 метров друг от друга. В качестве датчика обнаружения пожара в кабельном полуэтаже МНС установлены дымовые извещатели - ИД-1, ИП-212.5.

Приемное устройство "Сигнал-37" установлено на щите управления МНС.

Извещатели подключаются на вход промежуточного приемно-контрольного устройства. Принцип действия извещателя основан на

регистрации света, рассеянного частицами дыма, попавшего в рабочую камеру извещателя, в результате чего сопротивление фоторезистора уменьшается, на приемное устройство подается сигнал.

Устройство подает сигнал «внимание» при срабатывании одного из двух извещателей, установленных в кабельном полуэтаже, переходит в режим «Тревога» при срабатывании обоих извещателей и сигнализирует при обрыве или коротком замыкании.

В режиме «Тревога» устройство подает команду на открытие задвижки при подаче воды для тушения пожара в кабельном полуэтаже.

На резервуарах для хранения мазута установлено по 2 пеногенератора, к пеногенераторам подведены сухотрубы Ø 50 мм для подачи раствора пенообразователя.

На сливной эстакаде мазута и на входах в знание МНС установлены тревожные кнопки, сигнал от которых выведен на щит МНС и ПОК

В ходе анализа текущего состояния объекта, были выявлены следующие нарушения по пожарной безопасности:

– Отсутствие системы АУПТ в помещении щитов управления, в помещении РУ (Приложение А СП 5.13130.2009);

– Отсутствие системы АУПС в помещении щитов управления, в помещении РУ, в машзале МНС (ст.54 Федеральный закон от 22.07.08 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»);

– Неэффективная существующая система АУПТ в помещении кабельного полуэтажа.

Для устранения выявленных нарушений, необходимо произвести следующие мероприятия:

– Произвести установку системы АУПТ в помещении щитов управления, а также в помещении РУ;

– Обеспечить установку пожарной сигнализации на основе прибора приемно-контрольного пожарного адресного РУБЕЖ-4А в помещении РУ, щитах управления, машзале МНС;

– Обеспечить замену АУПТ и АУПС в помещении кабельного полуэтажа.

2 Расчетная часть

2.1 Расчет пожарной нагрузки для кабельного полуэтажа

Классификация зданий, сооружений и помещений по пожарной и взрывопожарной опасности применяется для установления требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара в зданиях, сооружениях и помещениях.

Определим категорию помещения кабельного полуэтажа, согласно /14/.

Помещение площадью 84,5 м^2 размещается на первом этаже ММХ. В данном помещении имеются кабели высоковольтные и низковольтные. Общее количество 55 штук. Основные характеристики представлены в журнале силовых кабелей. Некоторые характеристики кабелей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика кабелей

№ кабеля	Марка кабеля	Количество жил и сечение	Напряжение, кВ	Суммарная длина в метрах	Общее количество кабелей
1	ААШВ	3х70	6	740	10
2	СБГ	3х50+1х16	1	100	3
3	СБГ	3х185+1х50	1	30	1
4	ААШВ	3х95	1	20	2
5	СБГ	3х6+1х4	1	45	2
6	СБГ	3х185+1х50	1	50	2
7	АВВГ	3х4	1	175	4
8	СБГ	3х10+1х6	1	45	2
9	СБ	3х35+1х16	1	135	2
10	АВВГ	3х35+1х16	1	210	4
11	АВВГ	3х16+1х10	1	445	5

Окончание таблицы 1

№ кабеля	Марка кабеля	Количество жил и сечение	Напряжение, кВ	Суммарная длина в метрах	Общее количество кабелей
12	АВВГ	3х6+1х4	1	110	9
13	АВВГ	3х10+1х6	1	10	1
14	СБ	3х6+1х4	1	240	3
15	СБ	2х4	1	180	4
16	АВВГ	2х6	1	25	1

Пожарная нагрузка для кабеля ААШВ (3х70),

где А - алюминиевая токопроводящая жила;

А – алюминиевая оболочка;

ШВ – защитный покров в виде шланга из ПВХ.

Определим площадь поперечного сечения $S_{общ}$ по формуле:

$$s_{общ} = \pi \cdot R^2, \quad (2.1)$$

где $\pi = 3{,}14$;

$R = 0{,}0174$м – радиус поперечного сечения.

$$s_{общ=}3{,}14 \cdot 0{,}0174 = 0{,}055м^2;$$

Площадь сечения жил:

$$S_{жил} = 3 \cdot 70 = 0{,}0021м^2; \quad (2.2)$$

Площадь изоляции жил $S_{изоляции}$ определяется по формуле:

$$S_{изоляции} = S_{общ} - S_{жил} \quad (2.3)$$

$S_{\text{изоляции}} = 0{,}055 - 0{,}00021 = 0{,}0548\text{м}^2$;

Найдем объем изоляции $V_{\text{изоляции}}$ по формуле:

$$V_{\text{изоляции}} = S_{\text{изоляции}} - \sum l, \quad (2.4)$$

где $\sum l = 740$ м – суммарная длина кабелей марки ААШВ;

$V_{\text{изоляции}} = 0{,}0548 \cdot 0{,}00021 = 40\text{м}^2$.

Зная, что данный кабель имеет защитный покров в виде шланга из поливинилхлорида, определим массу пожарной нагрузки по формуле:

$$G_i = V \cdot \rho, \quad (2.5)$$

где V = 40 м^3 – объем изоляции;

ρ = 142 кг/м^3 – плотность ПВХ.

$G_1 = 142 \cdot 40 = 5680$кг;

При пожарной нагрузке, включающей в себя различные сочетания (смесь) горючих, трудногорючих жидкостей, твердых горючих и трудногорючих веществ и материалов в пределах пожароопасного участка, пожарная нагрузка Q, МДж, определяется по формуле /14/:

$$Q_1 = \sum_{i=1}^{n} G_1 \cdot Q_{H1}^{p}, \quad (2.6)$$

где $G_1 = 5680$ кг - количество материала пожарной нагрузки;

$Q_{H1}^{p} = 21$ Мдж/кг$^{-1}$ – низшая теплота сгорания ПВХ.

$$Q_1 = 5680 \cdot 21 = 119280 \frac{\text{Мдж}}{\text{кг}};$$

Аналогично определим пожарную нагрузку Q, МДж для остальных кабелей, отразив полученные результаты в таблице 2.

Таблица 2 – Определение пожарной нагрузки для кабельного полуэтажа МНС

№ кабеля	Марка кабеля	Количество жил и сечение	Суммарная длина в метрах	Общее количество кабелей данной марки	G_i, кг	Q_{Hi}^{p}, Мдж /кг$^{-1}$	Q, Мдж
1	СБГ	3х50+1х16	100	3	0,066	16,4	1,08
2	СБГ	3х185+1х50	30	1	0,064	16,4	1,042
3	ААШВ	3х95	20	2	20,83	21	437,43
4	СБГ	3х6+1х4	45	2	0,016	16,4	0,257
5	СБГ	3х185+1х50	50	2	0,064	16,4	1,042
6	АВВГ	3х4	175	4	2,6	21	54,71
7	СБГ	3х10+1х6	45	2	0,018	16,4	0,29
8	СБ	3х35+1х16	135	2	0,14	16,4	2,25
9	АВВГ	3х35+1х16	210	4	133,56	21	2805
10	АВВГ	3х16+1х10	445	5	10,74	21	225,59
11	АВВГ	3х6+1х4	110	9	2,272	21	47,712
12	АВВГ	3х10+1х6	10	1	0,185	21	3,88
13	СБ	3х6+1х4	240	3	0,1	16,4	1,64
14	СБ	2х4	180	4	0,052	16,4	0,85
15	АВВГ	2х6	25	1	0,71	21	14,91

Согласно СП12 удельная пожарная нагрузка g, МДж·м$^{-2}$ определяется из соотношения:

$$g = \frac{Q}{S}, \quad (2.7)$$

где Q – пожарная нагрузка, МДЖ;

S = 83, 3 м^2 – площадь размещения пожарной нагрузки.

$$g = \frac{\sum Q}{S} = \frac{189918,641}{83,3} = 2279,94 \text{Мдж} \cdot \text{м}^{-2}$$

В соответствии с таблицей Б.1 СП 12, это значение соответствует категории В1.

2.2 Выбор огнетушащего вещества, способа пожаротушения и типа автоматической установки пожаротушения

В последнее время в системах противопожарной безопасности небольших объектов подлежащих защите системами автоматического пожаротушения всё большее распространение получают автоматические установки газового пожаротушения.

Их преимущество заключается в относительно безопасных для человека огнетушащих составах, полном отсутствии ущерба защищаемому объекту при срабатывании системы, многократном использовании оборудования и тушении очага возгорания в труднодоступных местах.

Наиболее часто применяемые в современных установках газового пожаротушения газовые огнетушащие составы можно условно разделить на три основные группы. Это вещества хладонового ряда, диоксид углерода, широко известный, как углекислота (CO_2) и инертные газы и их смеси.

Основными критериями для выбора газового огнетушащего вещества являются:

– безопасность людей;
– технико-экономические показатели;

– сохранение оборудования и материалов;

– ограничение по применению;

– воздействие на окружающую среду;

– возможность удаления ГОТВ после применения.

Предпочтительно применять газы, которые:

– обладают приемлемой токсичностью в используемых огнетушащих концентрациях (пригодны для дыхания и позволяют эвакуировать персонал даже при подаче газа);

– термически стойки (образуют минимальное количество продуктов терморазложения, которые являются коррозионноактивными, раздражающими слизистую оболочку и ядовитыми при вдыхании);

– наиболее эффективны при пожаротушении (защищают максимальный объем при подаче из модуля, который наполнен газом до максимального значения);

– экономичны (обеспечивают минимальные удельные финансовые затраты);

– экологичны (не оказывают разрушающего действия на озоновый слой Земли и не способствуют созданию парникового эффекта);

– обеспечивают универсальные методы наполнения модулей, хранения и транспортировки и перезаправки.

Наиболее эффективными при тушении пожара являются химические газы-хладоны. Физико-химический процесс их действия основан на двух факторах: химическом ингибировании процесса реакции окисления и снижении концентрации окислителя (кислорода) в зоне окисления.

Основная разница между хладонами 227еа и 125 — в степени безопасности для людей (хладон 227еа является более безопасным). Расчетная масса газа для тушения пожара у них практически одинакова, однако хладон 227еа допускает более высокий коэффициент заправки в модули — 1,1 (у хладона 125 — 0,9). При этом хладон 125дешевле.

Несомненными преимуществами обладает Хладон 125. Хладон 125 -

бесцветный газ, негорюч и малотоксичен. Использование АУГПТ с ГОТВ Хладон 125 получило широкое применение, преимущественно за счет низкой цены. Является озонобезопасным ГОТВ, озоноразрушающий потенциал (ODR) равен 0. ГОТВ Хладон 125 применяется для защиты помещений без постоянного пребывания людей.

Рассмотрим достоинства и недостатки данного газа.

Достоинства:

- низкая цена;
- высокий % использования;
- высокая термическая стабильность (900°С).

Недостатки:

- недопустимость нахождения человека в среде с ГОТВ Хладон 125;
- низкий коэффициент заправки (0.9кг/л);
- низкая диэлектрическая проводимость (0,95).

Руководствуясь категорией помещения, видом и свойствами горючих материалов, классом пожара для защиты помещения принимаем автоматическую установку газового пожаротушения (АУГП).

Для тушения возгораний в кабельном полуэтаже применяем объемное пожаротушение. В качестве огнетушащего вещества АУГП принимаем газ Хладон 125.

2.3 Основные технические решения

Для расчетов принята модульная установка газового пожаротушения.

Установка располагается непосредственно в защищаемом помещении.

Формирование потока огнетушащего вещества на выходе из распределительного трубопровода организуется с помощью насадков.

Оборудование размещено с возможностью свободного к нему доступа для его обслуживания.

Для удаления ГОТВ после окончания работы АУПТ используется

общеобменная вентиляция.

Запас ГОТВ составляет 150 кг.

Основные характеристики автоматической установки газового пожаротушения представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Основные характеристики системы АУГП.

Защищаемое помещение	Кабельный полуэтаж
ГОТВ	Хладон 125
Масса ГОТВ, кг	150
Модуль газового пожаротушения	МГПС-60
Марка насадка	НГП-1.Р.F–11/4´´В
Площадь проходного сечения насадка, $м^2$	$5 \cdot 10^{-4}$
Время подачи ГОТВ в защищаемое помещения, с	4,8
Время задержки запуска АУГП, с	12
Запас ГОТВ, кг	150
Модуль для хранения запаса ГОТВ	МГПС-60

2.3.1 Технические характеристики модуля

Модули газового пожаротушения МГПС 60 предназначены для хранения под давлением и выпуска в защищаемые помещения газовых огнетушащих веществ (ГОТВ).

Основные параметры и характеристики модулей МГПС 60 представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Основные параметры и характеристики модулей МГПС 60

Характеристика модуля	Типоразмер модуля		
	МГПС 60-60-40	МГПС 60-80-40	МГПС 60-100-40
Вместимость баллона модуля, литры	60	80	100

Окончание таблицы 4

Характеристика модуля	Типоразмер модуля		
	МГПС 60-60-40	МГПС 60-80-40	МГПС 60-100-40
Рабочее давление модуля, Мпа (кгс/см^2)	5,88 (60)		
Пробное давление модуля, Мпа (кгс/см^2)	8,82 (90)		
Давление срабатывания мембранно-предохранительного устройства, Мпа (кгс/см2): - минимальное - максимальное	 7,06 (72) 8,33 (85)		
Диаметр условного прохода ЗПУ/сифонной трубки, мм	40/40		
Давление пневматического пуска, Мпа (кгс/см2) -минимальное -максимальное	 0,98 (10) 5,88 (60)		
Габаритные размеры модуля без кожуха, не более: -диаметр, мм -высота, мм	 357 990	 357 1203	 357 1415
Масса модуля без ГОТВ, кг	59	70	81
Присоединительная резьба выходного отверстия	М60х2		
Остаток ГОТВ в модуле после срабатывания, кг, не более	0,5		
Полный срок службы модуля, лет	20		
Срок службы модуля до капитального ремонта, лет	10		
Количество срабатываний модуля, раз	10		

Значения максимальных коэффициентов заполнения модулей для различных типов ГОТВ приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Перечень используемых в модулях ГОТВ и соответствующие коэффициенты заполнения

Наименование ГОТВ	Коэффициент заполнения, не более, кг/л
Хладон 125	0,9
Хладон 227еа	1,1

Усилие на рукоятке ручного пуска не более 80 Н (8 кгс).

Установочное положение модуля - вертикальное, выходным отверстием ЗПУ вверх.

Сопротивление изоляции между контактами электромагнита и корпусом модуля не менее 20 МОм при нормальных атмосферных условиях.

Сила тока при проверке целостности цепи электромагнита не более (0,1±0,02) А при напряжении равном (24±0,2) В.

Модули соответствуют климатическому исполнению «УХЛ» и категории размещения «2» по ГОСТ 15150 в диапазоне температур от минус 10 до плюс 50° С.

Коэффициент гидравлического сопротивления модуля не превышает 7,5.

Срок эксплуатации модуля не менее 10 лет.

Ресурс срабатываний в течение срока службы не менее 10.

Вероятность безотказной работы модуля между очередными проверками при их периодичности не менее одного раза в три года не менее 0,95.

На рисунке 3 представлен общий вид модуля МГПС-60

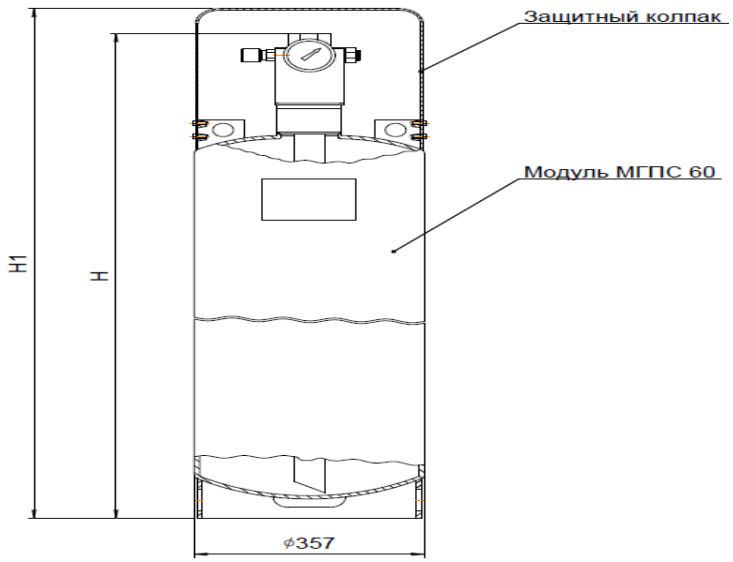

Рисунок 3 - Общий вид модуля МГПС-60

В таблице 6 представлены габаритные размеры и масса модулей

Таблица 6 - Габаритные размеры и масса модулей

Тип модуля	МГПС 60-60-40
Вместимость баллона модуля, л	60
Диаметр модуля, мм	357
Высота модуля Н, мм	990
Высота модуля с защитным колпаком Н1, мм	1050
Масса модуля без ГОТВ, не более, кг	59

2.3.2 Принцип работы установки

Устройство модулей газового пожаротушения МГПС 60 с электромагнитным и пневматическим пуском представлено на рисунке 4.

Модуль МГПС 60 состоит из баллона (1) и запорно-пускового устройства (2) с сифонной трубкой (3) и манометром (4). Баллон модуля предназначен для хранения ГОТВ. На горловине баллона установлено запорно-пусковое

устройство (ЗПУ), обеспечивающее выпуск ГОТВ из баллона при поступлении управляющего воздействия на органы управления ЗПУ. Выпуск ГОТВ из модуля при открытии ЗПУ осуществляется за счет имеющегося в баллоне избыточного давления газа-вытеснителя. Контроль давления в модуле осуществляет установленный на ЗПУ манометр (4).

В зависимости от типа модуля в его состав входит также электромагнит (6) (для модулей с электромагнитным пуском) или пневмопривод (7) (для модулей с пневматическим пуском).

Принцип работы модуля заключается в открытии ЗПУ при подаче управляющего воздействия на органы управления модуля и выпуске ГОТВ через сифонную трубку и горловину ЗПУ в подключенный к модулю трубопровод.

Управляющим воздействием для модулей с электромагнитным пуском могут быть электрический импульс с заданными параметрами или ручное воздействие на рукоятку ручного пуска ЗПУ. Для модулей с пневматическим пуском управляющим воздействием является пневматический импульс с заданными параметрами.

Зарядное устройство (5), расположенное на корпусе ЗПУ, предназначено для заправки модуля ГОТВ. В процессе эксплуатации на штуцере зарядного устройства должна быть установлена заглушка (входит в комплект поставки модуля).

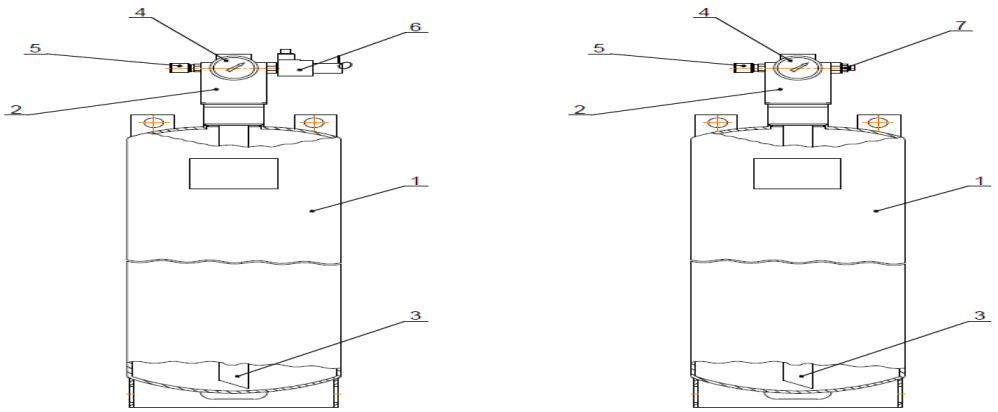

Рисунок 4 – Конструкция модуля МГПС 60

1 – баллон, 2 – запорно-пусковое устройство, 3 – сифонная трубка, 4 – манометр, 5 – зарядное устройство, 6 – электромагнит, 7 - пневмопривод

2.3.4 Насадки газовые «Пламя» (НГП)

Насадки газовые предназначены для формирования потока ГОТВ на выходе из распределительной сети. Насадки применяются в установках газового пожаротушения, использующих в качестве ГОТВ: хладон 125ХП; хладон 318Ц; хладон 227еа и др. ГОТВ.

Предпочтительней использовать насадки360^{o}. Насадки 180° используются в особых случаях. Количество насадков выбирается, исходя из геометрических размеров защищаемого помещения, из расчета, что один насадок защищает 30 м^{2} (максимум 36 м^{2}) помещения при высоте до 5 м. При большей высоте (до 7 м) насадки следует ставить чаще, также и в случае, если помещение имеет вытянутую форму. При высоте более 7 м насадки рекомендуется размещать в 2 яруса.

В соответсвии с каталогом – изготовителя выбираем насадок типа НГП - 1.Р.F – $1\frac{1}{4}$ ´´ В

Насадки (НГП) устанавливаются на распределительном трубопроводе и предназначены для распыления огнетушащего вещества в защищаемом объеме. Насадки должны обеспечивать равномерное распределение ГОТВ в защищаемом объеме.

Условное обозначение НГП отображено на рисунке 5

Рисунок 5 – Схема условного обозначения НГП

Согласно рисунку 5, расшифруем НГП-1.Р.F–$1\frac{1}{4}$´´В:

1- тип НГП по назначению для помещения;

Р – радиальный способ размещения (т.е. располагается на трубопроводе, проходящем в плоскости потолка или пола. Распределение струй ГОТВ - на угол 360°);

F - суммарная площадь выходных отверстий Н, мм^2, до 720 мм^2;

Размер резьбы - $1\frac{1}{4}$;

В – тип резьбы - внутренняя.

2.4 Расчет параметров газовой системы пожаротушения

Расчет включает в себя определение массы основного (рабочего) и резервного ГОТВ, количества модулей (баллонов), диаметров магистрального и распределительного трубопроводов, количества выпускных насадков и времени выпуска основного заряда.

2.4.1 Расчет массы газового огнетушащего вещества для установок газового пожаротушения при тушении объемным способом

Расчет проводится по приложению Е /13/

Расчетная масса ГОТВ $М_г$, которая должна храниться в установке, /13/:

$$М_r = К_1 \cdot [М_р + М_{тр} + М_б n], \quad (2.8)$$

где $М_р$ - масса ГОТВ, кг, предназначенная для создания в объеме помещения огнетушащей концентрации при отсутствии искусственной вентиляции воздуха, определяется по формуле:

$$М_р = V_p \cdot \rho_1 (1 + К_2) \frac{С_н}{100 - С_н}, \quad (2.9)$$

где $V_р$ = 200 м^3 — расчетный объем защищаемого помещения, м^3. В расчетный объем помещения включается его внутренний геометрический объем, в том числе объем системы вентиляции, кондиционирования, воздушного отопления (до герметичных клапанов или заслонок). Объем оборудования, находящегося в помещении, из него не вычитается, за исключением объема сплошных (непроницаемых) строительных элементов (колонны, балки, фундаменты под оборудование и т. д.);

K_1 — коэффициент, учитывающий утечки газового огнетушащего вещества из сосудов, К1 = 1,05 согласно пункту Е.2.1 /13/

K_2 — коэффициент, учитывающий потери газового огнетушащего вещества через проемы помещения;

ρ_1 — плотность газового огнетушащего вещества с учетом высоты защищаемого объекта относительно уровня моря для минимальной температуры в помещении $T_м$, кг/м^3, определяется по формуле:

$$\rho_1 = \rho_0 \cdot \frac{T_0}{T_м} \cdot K_3, \qquad (2.10)$$

где ρ_0 — плотность паров газового огнетушащего вещества при температуре

То = 293 К (20 °С) и атмосферном давлении 101,3 кПа (ρ_0 = 5,2 кг/м^3);

T_0 — минимальная температура воздуха в защищаемом помещении (T_0 = 293 К);

K_3 — поправочный коэффициент, учитывающий высоту расположения

объекта относительно уровня моря, значения которого приведены в таблице Д11 приложения Д /13/.

$C_н$ — нормативная объемная концентрация, % (об.) Нормативная объемная огнетушащая концентрации хладона 125 принимается по приложению Д, таблица Д3 /13/, $C_н$ = 9,8 % (об).

Масса остатка ГОТВ в трубопроводах $M_{тр}$, кг, определяется по формуле:

$$М_{тр} = V_{тр} \cdot \rho_{готв}, \quad (2.11)$$

где $V_{тр}$ — объем всей трубопроводной разводки установки, м^3;

$\rho_{ГОТВ}$ — плотность остатка ГОТВ при давлении, которое имеется в трубопроводе после окончания истечения массы газового огнетушащего вещества $М_р$ в защищаемое помещение ($\rho_{ГОТВ}$=1127 кг/м^3);

$М_б n$ — произведение остатка ГОТВ в модуле $М_б$, который принимается по технической документации на модуль, кг, на количество модулей в установке n.

Коэффициент, учитывающий потери газового огнетушащего вещества через проемы помещения:

$$К_2 = П \cdot \delta \cdot \tau_{под}\sqrt{Н}, \quad (2.12)$$

где П - параметр, учитывающий расположение проемов по высоте защищаемого помещения, м^{0,5}·с$^{-1}$, согласно приложению Е /13/ (П = 0,65).

Численные значения параметра П выбираются следующим образом:

П = 0, 65 — при расположении проемов одновременно в нижней (0 — 0,2) Н и верхней зоне помещения (0,8 — 1,0) V_1 или одновременно на потолке и на полу помещения, причем площади проемов в нижней и верхней части примерно равны и составляют половину суммарной площади проемов; П = 0,1 — при расположении проемов только в верхней зоне (0,8 — 1,0) Н защищаемого помещения (или на потолке); П = 0,25 — при расположении проемов только в нижней зоне (0 — 0,2) V_1 защищаемого помещения (или на полу); П = 0,4 — при примерно равномерном распределении площади проемов по всей высоте защищаемого помещения и во всех остальных случаях;

$$\delta = \frac{\sum F_н}{V_p} \text{ – параметр негерметичности помещения, м}^2 \quad (2.13)$$

где δ - параметр негерметичности помещения, $м^{-1}$ не должен превышать значений, указанных в таблице Д12, приложения Д /13/;

$\Sigma F_н$ — суммарная площадь проемов, $м^2$ ($\Sigma F_н = 4$ м);

Н — высота помещения, м (Н = 2,4 м);

$\tau_{под}$ — нормативное время подачи ГОТВ в защищаемое помещение, с.

В соответствии с СП 5. 13130. 2009 установка должна обеспечивать подачу не менее 95 % массы ГОТВ, требуемой для создания нормативной огнетушащей концентрации в защищаемом помещении, за временной интервал, не превышающий: 10 сек для модульных установок, в которых в качестве ГОТВ применяются сжиженные газы (кроме двуокиси углерода), принимаем $\tau_{под} = 10$ сек.

По формуле 2.10:

$$\rho_1 = 5{,}2 \cdot \frac{293}{278} \cdot 1 = 5{,}2 \text{ кг/м}^3.$$

Определим параметр негеремтичности помещения:

$$\delta = \frac{4}{200} = 0{,}02 \text{м}^{-1}.$$

В соответствии с формулой 2.12 найдем коэффициент, учитывающий потери газового огнетушащего вещества через проемы помещения:

$$К_2 = 0{,}65 \cdot 0{,}02 \cdot 10 \cdot \sqrt{2{,}4} = 0{,}212.$$

По полученным данным можем определить массу ГОТВ, предназначенную для создания в объеме помещения огнетушащей концентрации при отсутствии искусственной вентиляции воздуха, $М_р$:

$M_р$ = 253,68·5,27·(1+0,2)·0,98/100-0,98=128,65 кг.

Для дальнейшего расчета, согласно ГОСТ 8732-78, выбираем трубопровод 34х5мм.

Объем трубы определим по формуле:

$$V_{\text{трубы}} = \pi \cdot R^2 \cdot h, \tag{2.14}$$

где π = 3,14;

R^2 - радиус трубопровода ($0{,}017^2$ м);

h – высота трубопровода, м (принимаем 11, 84м).

$$V_{\text{трубы}} = 3{,}14 \cdot 0{,}017^2 \cdot 11{,}84 = 0{,}011\text{м}^3;$$

Для определения расчетной массы $M_г$, кг, необходимо определить количество модулей для данного помещения.

Исходя из технических характеристик модуля, определим количество модулей:

$$N_{\text{мод}} = \frac{\text{М}_\text{р}}{\text{К}_z \cdot V_{\text{мод}}}, \tag{2.15}$$

где $M_р$ - масса ГОТВ, кг, предназначенная для создания в объеме помещения огнетушащей концентрации при отсутствии искусственной вентиляции воздуха ($M_р$ = 128, 65 кг);

$К_z$ - коэффициент заполнения, кг/л, в соответствии с таблицей 4, принимаем равным 0,9;

$V_{мод}$ - вместимость баллона модуля, л. В соответствии с таблицей 3, принимаем равным 60 литров.

$N_{мод} = \frac{128,65}{0,9 \cdot 60} = 2,4 = 3$ модуля.

По формуле (2. 11) масса остатка ГОС в трубопроводах, $М_{тр}$, кг, равна:

$М_{тр} = 0,011 \cdot 1127 = 12,4$ кг;

Также имеются все данные, чтобы определить произведение остатка ГОС в модуле $М_б$, кг, который принимаю по технической документации на модуль, на количество модулей в установке n:

$$М_б \cdot n, \tag{2.16}$$

где $М_б = 0,6$ кг;

n = 3 шт.

$М_б \cdot n = 0,6 \cdot 3 = 1,8.$

Зная количество модулей, определим расчетную массу по формуле (2.8):

$М_г = 1,5 \cdot [128,65+12,4+1,8] = 150$ кг.

В соответствии с СП 5 время подачи хладона 125 на должно превышать 10 секунд. Из расчета массы газа, в соответствии с нормативными документами, определена необходимая масса газа, равная 150 кг.

Исходя из выше найденных показателей, найдем расход газа:

$$G_{\Sigma} = \frac{M_p}{t_n} = \frac{128,65}{10} = 12,8 \text{ кг/с}. \tag{2.17}$$

2.4.2 Расчет площади устройства для сброса избыточного давления

Согласно СП5 площадь проема для сброса избыточного давления F_c, определяется по формуле:

$$F_c \geq \frac{K_2 \cdot K_3 \cdot M_Р}{7 \cdot K_1 \cdot t_{под} \cdot \rho_1} \cdot \sqrt{\frac{Р_в}{7 \cdot 10^6 \cdot Р_а \cdot [\left(\frac{Р_{пр}+Р_а}{Р_а}\right)^{0,2857} - 1] - \Sigma F}} \quad (2.18)$$

где $Р_{пр}$ — предельно допустимое избыточное давление, которое определяется из условия сохранения прочности строительных конструкций защищаемого помещения или размещенного в нем оборудования, МПа;

$Р_а$ — атмосферное давление, МПа;

$\rho_в$ — плотность воздуха в условиях эксплуатации защищаемого помещения, кг/м3;

K_2 — коэффициент запаса, принимаемый равным 1,2;

K_3 — коэффициент, учитывающий изменение давления при его подаче;

$\tau_{под}$ — время подачи ГОТВ, определяемое из гидравлического расчета, с;

ΣF — площадь постоянно открытых проемов (кроме сбросного проема) в ограждающих конструкциях помещения, м^2.

$$F_c \geq \frac{0,2 \cdot 1 \cdot 128,65}{7 \cdot 1,05 \cdot 4,8 \cdot 5,2} \cdot \sqrt{\frac{1,28}{7 \cdot 10^6 \cdot 0,1013 \cdot [\left(\frac{0,00175+0,1013}{0,1013}\right)^{0,2857} - 1]^{-4}}} = -3,97 \text{ м}^2$$

В результате расчета получаем отрицательное значение, следовательно, проемы для сброса избыточного давления не требуются.

2.4.3 Гидравлический расчет установки газового пожаротушения

Гидравлический расчет включает в себя два этапа. На первом, проектном, выполняется предварительный расчет диаметров трубопроводов и площадей

проходных сечений насадков. На втором, поверочном, расчетным путем оценивается соответствие трубной разводки нормативным требованиям по продолжительности подачи ГОТВ. При необходимости параметры трубной разводки корректируются, и повторяется расчет.

Гидравлический расчет проводится согласно /6/.

Суммарная площадь проходных сечений насадков определяется в соответствии с формулой:

$$F_{\text{сн}} = \frac{\text{М}_{\text{р}}}{J \cdot \mu \cdot t_{\text{н}}}, \tag{2.19}$$

где $\text{М}_{\text{р}}$ = 128, 65 кг;

J – приведенный расход газового состава, предварительно принимаемый не ниже значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7 – Ориентировочные минимальные значения приведенного расхода

Тип ГОТВ	Приведенный расход, кг/м^2·с
Хладон 125	10000±500
Хладон 227_{ea}	11000±500
CO_2 высокого давления	7000±500
Хладон 318Ц	13500±500

μ – коэффициент расхода насадков, определяемый по справочным данным для конкретного типа насадков или экспериментальным путем (обычно для многоструйных насадков принимают значение μ=0,6).

$t_{\text{н}}$ – нормативное время подачи газового состава, с, принимается в соответствии с разделом 8 СП 5. 13130. 2009 ($t_{\text{н}}$ = 10 с).

$$F_{\text{сн}} = \frac{128{,}65}{10000 \cdot 0{,}6 \cdot 10} = 0{,}002\text{м}^2 = 20 \cdot 10^{-4}\text{м}^2.$$

Общее количество насадков на установке равно:

$$N_i = \frac{F_{сн}}{F_н}, \quad (2.20)$$

где $F_н$ – площадь поперечного сечения одного насадка, м^2, принимаем равной $5 \cdot 10^{-4}$м^2.

$$N_i = \frac{20 \cdot 10^{-4}}{5 \cdot 10^{-4}} = 4шт.$$

Площадь поперечного сечения рядка $F_р$, на котором установлено n_i насадков, и площадь магистрального трубопровода F_m рассчитывают по формулам:

$$F_р = A_р \cdot F_Н \cdot n_i, \quad (2.21)$$

где $A_р$ – коэффициент, принимаемый равным от 1,1 до 1,25;

$F_н$ – площадь проходного сечения насадка, м^2;

n_i – количество насадков, расположенных на одном рядке;

$$F_m = A_m \cdot \sum F_p, \quad (2.22)$$

где A_m – коэффициент, принимаемый равным от 1,0 до 1,1;

$\sum F_р$ – суммарная площадь поперечного сечения всех распределительных трубопроводов трубопроводов (рядков) в установке, м^2.

$F_р = 1,2 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 2 = 12 \cdot 10^{-4}$ м^2;

$F_m = 1,1 \cdot 24 \cdot 10^{-4} = 26,4 \cdot 10^{-4}$ м^2.

В поверочной части расчета определяется пропускная способность разводки трубопроводов. Определяется площадь поперечного сечения выбранных распределительных трубопроводов и магистрального трубопровода. Исходя из полученного значения площади поперечного сечения, определяется диаметр магистрального трубопровода и диаметры распределительных трубопроводов:

$$D_m = [\frac{4F_m}{\pi}]^{0,5} = [\frac{4 \cdot 26,6 \cdot 10^{-4}}{3,14}]^{0,5} = 0,058 \text{ м}, \quad (2.23)$$

$$D_p = [\frac{4F_p}{\pi}]^{0,5} = [\frac{4 \cdot 12 \cdot 10^{-4}}{3,14}]^{0,5} = 0,039 = 0,04 \text{ м}. \quad (2.24)$$

Эквивалентная длина магистрального трубопровода состоит из эквивалентной длины модулей (баллонов), коллектора, геометрической длины магистрального трубопровода и эквивалентной дины местных сопротивлений, расположенных на магистральном трубопроводе (повороты, тройники и т.д.) и рассчитывается по формуле:

$$L_{m_э} = L_m + L_б + L_к + L_{мс}, \quad (2.25)$$

где L_m – геометрическая длина магистрального трубопровода,

$L_m = 10$ м;

Приведенная длина к диаметру запорно – пускового устройства:

$$L_{б_1} = 76,4 \cdot \xi \cdot (D_m)^{1,25} = 76,4 \cdot 7 \cdot (0,058)^{1,25} = 15,2 \text{ м}. \quad (2.26)$$

Эквивалентная длина нескольких элементов (модулей):

$$L_{б_\Sigma} = \frac{L_{б_1}}{n_i^2} = \frac{15,2}{9} = 5,1 \text{ м.} \quad (2.27)$$

Приводим эквивалентную длину баллонов к магистральному трубопроводу:

$$L_{б_э} = L_{б_\Sigma} \cdot \left(\frac{D_m}{D_k}\right)^{5,25} = 5,1 \cdot \left(\frac{0,058}{0,06}\right)^{5,25} = 4,3 \text{ м.} \quad (2.28)$$

Диаметр коллектора:

$$D_к = 2^{0,5} \cdot d_{зпу} = 2^{0,5} \cdot 0,04 = 0,06 \text{ м.} \quad (2.29)$$

Геометрическая длина коллектора:

$L_{коллектора}$ = 1, 35 м.

Эквивалентная длина коллектора включает геометрическую длину коллектора и эквивалентную длину местных сопротивлений:

$$L_к = 1,35 + 76,4 \cdot 1,3 \cdot 3 \cdot (0,058)^{1,25} = 11,1 \text{ м.} \quad (2.30)$$

Приводим эквивалентную длину баллонов к магистральному трубопроводу:

$$L_{б_э} = L_{б_\Sigma} \cdot \left(\frac{D_m}{D_k}\right)^{5,25} = 11,1 \cdot \left(\frac{0,058}{0,06}\right)^{5,25} = 9,3 \text{ м.} \quad (2.31)$$

Эквивалентная длина местных сопротивлений:

$$L_{мс} = 76,4 \cdot 3 \cdot 3,1 \cdot 0,058^{1,25} + 76,4 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 0,058^{1,5} = 15,7 \text{ м,} \quad (2.32)$$

где n = 3 – количество сопротивлений.

По формуле (2.24) эквивалентная длина магистрального трубопровода равна:

$$L_{m_э} = 10 + 4{,}3 + 9{,}3 + 15{,}7 = 39{,}3 \text{ м}.$$

Эквивалентная длина распределительного трубопровода равна сумме геометрической и эквивалентной длины местных сопротивлений по пути к насадку и дополнительно геометрической длины:

$$L_{j_э} = L_р + L_{тр} + L_{пов}. \quad (2.33)$$

Местные сопротивления на дополнительной длине равны одному тройнику – $\boldsymbol{\xi}_{тр} = 1{,}3$.

Эквивалентная длина дополнительного местного сопротивления составляет:

$$L_{мс} = 74{,}6 \cdot \xi \cdot D_р^{1,25}. \quad (2.34)$$

В соответствии с формулами (2. 32), (2. 33), определим эквивалентную длину распределительного трубопровода для каждого насадка.

Насадок 1:

$$L_{j_{э1}} = L_{м_{С1}} + L_{м_1}; \quad (2.35)$$

$$L_{м_1} = 4 \text{ м};$$

$L_{мс_1} = 74{,}6 \cdot 0{,}039^{1{,}25}$=1,3 м

$L_{1_э} = L_{м_1} + L_{мс_1} = 4 + 1{,}3 = 5{,}3$ м. (2.36)

Аналогично произведем расчет для насадок № 2, 3 и 4.

Насадок 2:

$L_{м_2} = 4{,}35$м;

$L_{мс_2} = 74{,}6 \cdot 1{,}3 \cdot 0{,}039^{1{,}25} = 1{,}7$ м;

Общая эквивалентная длина:

$L_{2_э} = L_2 + L_{мс_2} = 4{,}35 + 1{,}7 = 5{,}05$ м. (2.37)

Насадок 3:

$L_{м_3} = 3$ м;

$L_{мс_3} = 74{,}6 \cdot 0{,}039^{1{,}25} = 1{,}3$ м;

$L_{3_э} = L_3 + L_{мс_3} = 3 + 1{,}3 = 4{,}3$ м.

Насадок 4:

$L_{м_4} = 3{,}87$ м;

$L_{мс_4} = 74{,}6 \cdot 1{,}3 \cdot 0{,}039^{1{,}25} = 1{,}7$ м;

$L_{4_э} = L_4 + L_{мс_4} = 3{,}87 + 1{,}7 = 5{,}57$ м.

Расчет приведенных гидравлических характеристик.

Приведенные гидравлические характеристики рассчитываются для насадков 1, 2, 3 и 4 отдельно.

Для насадка № 1 (как и для других насадков) приведенная гидравлическая характеристика определяется по формуле:

$$\Pi_i = 1{,}1 \cdot 10^{-8} \cdot \left(\frac{N_i^2 \cdot L_{m_э}}{D_m^{5,25}} + 1{,}1 \cdot \sum_{i=1}^{N_i} \frac{n_j^2 \cdot L_{j_э}}{D_j^{5,25}}\right), \quad (2.38)$$

где N_i – число насадков в i – ом помещении;

D_j, $L_{j_э}$ – внутренний диаметр и эквивалентная длина j – того участка распределительного трубопровода или рядка по пути к конкретному насадку, м;

n_j – число насадков, питаемых по j – му участку;

$L_{m_э}$-эквивалентная длина магистрального трубопровода.

$$\Pi_1 = 1{,}1 \cdot 10^{-8} \cdot \left(\frac{4^2 \cdot 39{,}3}{0{,}058^{5,25}} + 1{,}1 \cdot (\frac{1 \cdot 5{,}3}{0{,}04^{5,25}} + \frac{1 \cdot 5{,}05}{0{,}04^{5,25}}\right) = 25{,}6;$$

$$\Pi_2 = 1{,}1 \cdot 10^{-8} \cdot \left(\frac{4^2 \cdot 39{,}3}{0{,}058^{5,25}} + 1{,}1 \cdot \frac{1 \cdot 5{,}05}{0{,}04^{5,25}}\right) = 23{,}2;$$

$$\Pi_3 = 1{,}1 \cdot 10^{-8} \cdot \left(\frac{4^2 \cdot 39{,}3}{0{,}058^{5,25}} + 1{,}1 \cdot (\frac{1 \cdot 4{,}3}{0{,}04^{5,25}} + \frac{1 \cdot 5{,}57}{0{,}04^{5,25}}\right) = 25{,}3;$$

$$\Pi_4 = 1{,}1 \cdot 10^{-8} \cdot \left(\frac{4^2 \cdot 39{,}3}{0{,}058^{5,25}} + 1{,}1 \cdot \frac{5{,}57}{0{,}04^{5,25}}\right) = 24{,}4;$$

$$\Pi_{ср^{1-4}} = \frac{25{,}6+23{,}2+25{,}3+24{,}4}{4} = 24{,}6. \quad (2.39)$$

Определим значение параметра К, соответствующего среднему значению приведенной гидравлической характеристике:

$$K = \frac{1}{\mu \cdot F \cdot \Pi_{ср\ 1-4}^{0,5}} = \frac{1}{0{,}6 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 24{,}6^{0,5}} = 667. \quad (2.40)$$

Рассчитываем значение приведенного расхода J:

$$J = A + BK + CK^2 + DK^3 + EK^4, \quad (2.41)$$

где A, B, C, D, E – коэффициенты, числовые значения которых приведены в

табл. 2 Приложения 1 /6/

$J = 188+44,4 \cdot 667-0,022 \cdot 667^2+4,9 \cdot 10^{-6} \cdot 667^3-3,9 \cdot 10^{-6} \cdot 6674=21392$ кг/м^2·с.

Определим расход газа через все насадки:

$$G_c = 0,6 \cdot F_{\text{сн}} \cdot J = 0,6 \cdot 20 \cdot 10^{-4} \cdot 21392 = 25,7 \text{ кг/с}. \quad (2.42)$$

Время подачи газа определяется по уравнению:

$$t = \frac{0,95 \cdot M_{\text{р}}}{G_{\Sigma}} = \frac{0,95 \cdot 128,65}{25,7} = 4,8\ c. \quad (2.43)$$

Результаты расчетов показывают, что выбранная проточная часть трубопроводной разводки соответствует нормативным параметрам, и ее корректировка не требуется.

Давление перед насадками может быть определено по формуле:

$$P = A_1 + B_1 Y + C_1 Y^2, \text{МПа}, \quad (2.44)$$

где $Y = \left(\frac{J}{K_i}\right)^2$. (2.45)

Значения постоянных коэффициентов A_1, B_1, C_1 даны в табл. 2 Приложения 1 /6/. Значения K_i принимается для каждого насадка, перед которым необходимо определить давление /6/. Необходимо стремиться к тому, чтобы давление перед насадками было не менее 1.0 Мпа /6/.

Насадок 1:

$П_1 = 25,6$;

$K_1 = \frac{1}{0,6 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 25,6^{0,5}}$=666;

$Y_1 = \left(\frac{21370}{666}\right)^2 = 1030;$

J_1 = 21370;

$P_1 = 4+3,2 \cdot 10^{-4} \cdot 1030-3,25 \cdot 10^{-6} \cdot 1030^2$ = 1,03 Мпа.

Насадок 2:

$П_2$ = 23,2;

$K_2 = \frac{1}{0,6 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 23,2^{0,5}} = 714;$

$Y_2 = \left(\frac{22356}{714}\right)^2 = 980;$

$J_2 = 188+44,4 \cdot 714-0,022 \cdot 714^2+4,9 \cdot 10^{-6} \cdot 714^3-3,9 \cdot 10^{-10} \cdot 714^4$ = 22356;

$P_2 = 4+3,2 \cdot 10^{-4} \cdot 980-3,25 \cdot 10^{-6} \cdot 980^2$ = 1,2 Мпа.

Насадок 3:

$П_3$ = 25,3;

$K_3 = \frac{1}{0,6 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 25,3^{0,5}} = 666;$

J_3 = 21370;

P_3 = 1, 03 МПа;

Насадок 4:

$П_4$ = 24,4;

$K_4 = \frac{1}{0,6 \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot 24,4^{0,5}} = 666;$

J_4 = 21730;

Y_4 = 1030;

P_4 = 1,03 Мпа.

Расположение насадков для кабельного полуэтажа МНС, представлено на рисунке 6

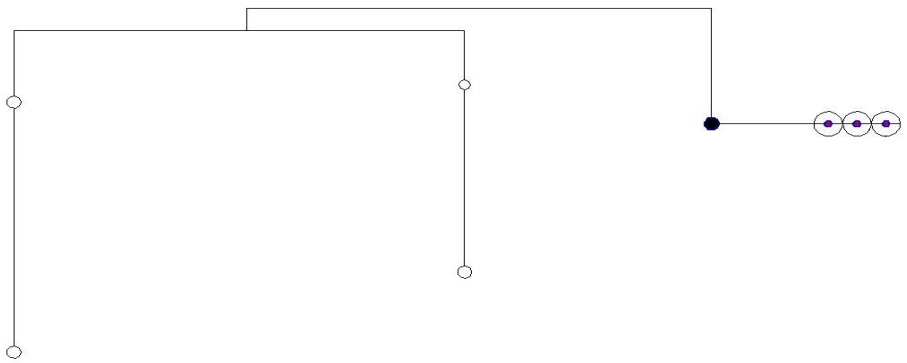

Рисунок 6 – Общий вид расположения насадков помещения кабельного полуэтажа

Результаты полученных расчетов представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Расчет параметров автоматической установки газового пожаротушения

Способ тушения	Объемный
ГОТВ	Хладон 125
Коэффициент заполнения	0,9
Нормативная огнетушащая концентрация, % (об)	9,8
Модуль газового пожаротушения	МГПС 60
Вместимость модуля, л	60
Коэффициент утечки ГОТВ из модуля	1,05
Требуемая масса ГОТВ, без учета запаса, кг	150
Масса запаса ГОТВ, кг	150
Количество модулей, без учета запаса, шт	3
Диаметр запорной арматуры модуля, мм	40
Количество модулей для хранения запаса ГОТВ, шт	3

Окончание таблицы 8

Количество насадков НГП - 1.P.F – 11/4´´ B, шт	4
Диаметр магистрального трубопровода, м	0,058
Диаметр распределительного трубопровода,м	0,04
Расчетное время подачи ГОТВ, с	4,8
Время задержки запуска АУГП, с	12

В процессе работы, согласно /13/, был выполнен расчет необходимой массы ГОТВ, расчет времени задержки выпуска ГОТВ, расчет площади устройства (проема) для сброса избыточного давления расчетное время подачи огнетушащего вещества, необходимое количество модулей, расход газа. А так же проведен гидравлический расчет установки газового пожаротушения, согласно /6/.

2.5 Расчет системы АУПТ для помещения РУ

Так как для данного помещения в качестве автоматической системы пожаротушения применяем Хладон 125, расчет будет аналогичен предыдущему.

Характеристика защищаемого помещения приведена в таблице 9.

Таблица 9 – Характеристика помещения РУ

Характеристика защищаемого помещения				
Защищаемая площадь, $м^2$	Высота помещения, м	Объем помещения, $м^3$	Категория попомещения	Класс по взрывопожароопасности по ПЭУ
49,7	6	298,2	В3	П-II

Необходимость применения автоматической установки пожаротушения определяется по СП 5.13130−2009.

Для лучшей наглядности результаты расчетов будут представлены в таблице 10

Таблица 10 – Результаты расчета установки газового пожаротушения для помещения распределительного устройства

№	Наименование показателя	Обозначение, единицы измерения	Значение показателя
1	Расчетная масса Со 100 % - ым запасом	$M_г$, кг	205 410
2	Количество модулей в установке	$N_{мод}$	4
3	Расход газа	$G_{\sum}$, кг/с	18,7
4	Суммарная площадь проходных сечений насадков	$F_{сн}$, м^2	$30 \cdot 10^{-4}$
5	Общее количество насадков	N_i	6
6	Площадь поперечного сечения рядка	F_p, м^2	$18 \cdot 10^{-4}$
7	Площадь магистрального трубопровода	F_m, м^2	$39{,}6 \cdot 10^{-4}$
8	Диаметр магистрального трубопровода	D_m, м	0,07
9	Диаметр распределительного трубопровода	D_p, м	0,048
10	Эквивалентная длина магистрального трубопровода	$L_{mэ}$, м	52
11	Эквивалентная длина распределительного трубопровода для насадков 1 – 6	$L_{jэ}$, м $L_{jэ1} = L_{jэ4}$ $L_{jэ2} = L_{jэ5}$ $L_{jэ} = L_{jэ6}$	 4,7 11,7 6,5
12	Гидравлическая характеристика для насадков 1 - 6	П $П_1 = П_4$ $П_2 = П_5$ $П_3 = П_6$ $П_{ср1-6}$	 38,5 35,3 32,2 53
13	Приведенный расход для насадков 1 - 6	J, кг/м^2·с $J_1 = J_4$ $J_2 = J_5$ $J_3 = J_6$	16359 18419 18998 19615
14	Массовый расход газа	G, кг/с	29,5
15	Время истечения газа	t, с	6
16	Давление газа перед насадками 1 - 6	P, МПа $P_1 = P_4$ $P_2 = P_5$ $P_3 = P_6$	 1,1 1 1

Расположение насадков для помещения РУ представлено на рисунке 7

Рисунок 7 – Общий вид расположения насадков для помещения РУ

2.6 Расчет системы АУПТ для помещения щитов управления

В связи с тем, что в помещении щитов управления предусмотрено пребывание людей, применим АУПТ на основе Хладона 227еа.

Хладон 227еа — газ без цвета, вкуса и запаха, который применяется для защиты помещений с постоянным пребыванием людей.

Коэффициент безопасности Хладона 227еа равен 1,25.

Расчетная масса газа для тушения пожара отличается от Хладона 125 тем, что Хладон 227еа допускает более высокий коэффициент заправки в модули — 1,1.

Характеристика защищаемого помещения приведена в таблице 11.

Таблица 11 – Характеристика помещения щитов управления

Характеристика защищаемого помещения				
Защищаемая площадь, м2	Высота помещения, м	Объем помещения, м3	Категория по взрывопожарной и пожарной опасности по СП 12.13130.2009	Класс по взрывопожароопасности по ПЭУ
29,4	6	176,4,	В3	П-II

Таблица 12– Результаты расчета установки газового пожаротушения для помещения щитов управления

№	Наименование показателя	Обозначение, единицы измерения	Значение показателя
1	Расчетная масса Со 100 % - ым запасом	$M_г$, кг	167 334
2	Количество модулей в установке	$N_{мод}$	3
3	Расход газа	$G_{\sum}$, кг/с	15,9
4	Суммарная площадь проходных сечений насадков	$F_{сн}$, м^2	$20 \cdot 10^{-4}$
5	Общее количество насадков	N_i	2
6	Площадь поперечного сечения рядка	F_p, м^2	$24 \cdot 10^{-4}$
7	Площадь магистрального трубопровода	F_m, м^2	$26{,}4 \cdot 10^{-4}$
8	Диаметр магистрального трубопровода	D_m, м	0,06
9	Диаметр распределительного трубопровода	D_p, м	0,05
10	Эквивалентная длина магистрального трубопровода	$L_{mэ}$, м	24,3
11	Эквивалентная длина распределительного трубопровода	$L_{jэ}$, м	6,8
12	Гидравлическая характеристика	П	8,3
13	Приведенный расход	J, кг/м^2·с	19416
14	Массовый расход газа	G, кг/с	23,3
15	Время истечения газа	t, с	6,5
16	Давление газа перед насадками	P, МПа	1,4

Расположение насадков для помещения щитов управления представлено на рисунке 8

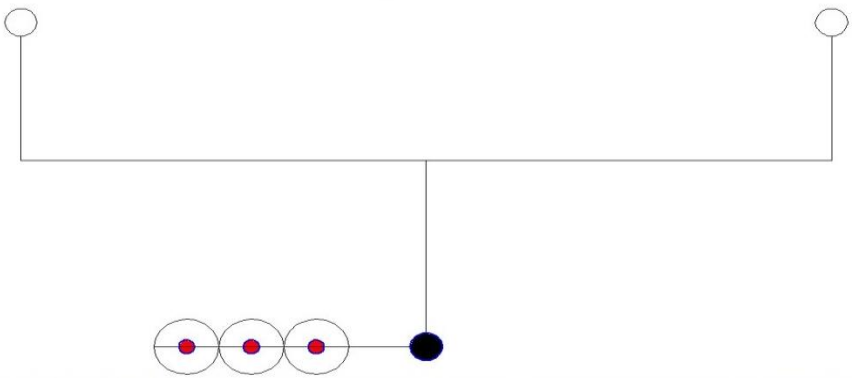

Рисунок 8 - Общий вид расположения насадков для помещения щитов управления

2.7 Пожарная сигнализация

Пожарная сигнализация – совокупность технических средств для обнаружения пожара, обработки, представления в заданном виде извещения о пожаре, специальной информации и (или) выдачи команд на включение автоматических установок пожаротушения и технические устройства. Основные задачи функционирования системы пожарной сигнализации в совокупности с организационными мероприятиями – это задачи спасения жизни людей и сохранения имущества. Минимизация ущерба при пожаре напрямую зависит от своевременного обнаружения и локализации очага возгорания.

2.7.1 Основные технические решения

Согласно СП3, здание ММХ относится ко второму типу СОУЭ. При втором типе СОУЭ требуются следующие системы оповещения (таблица 1 /12/):

- звуковой (сирена, тонированный сигнал и др.);
- световые оповещатели «Выход».

В состав системы пожарной сигнализации входят следующие приборы управления и исполнительные блоки:

- приемно-контрольный прибор пожарный «Рубеж-4А»;
- блок индикации «Рубеж-БИ»;
- адресные релейные модули «РМ-К»;
- адресные модули управления пожаротушением «МПТ-1»;
- адресные дымовые пожарные извещатели «ИП 212-64»;
- ручные пожарные извещатели «ИПР 513-11»;
- извещатели пожарные комбинированные, дымо-тепловые «ИП 212/101-3А»;

– оповещатель световой, надпись «Выход» Табло (Молния-12В);

– оповещатель световой, надпись «Автоматика отключена» Табло (Молния-12В);

– оповещатель световой, надпись «ГАЗ! НЕ ВХОДИ!» Табло (Молния – 12);

– оповещатель световой, надпись «ГАЗ! УХОДИ!» Табло (Молния – 12);

– оповещатели комбинированные свето-звуковые «Маяк 12-КП»;

– речевой охранно-пожарный оповещатель «Глагол П-1»;

Резервное электропитание на объекте защиты выполнено с помощью источника электропитания:

– Бокс резервного электропитания;

– Аккумулятор (8 шт). Технические характеристики: сила тока - 45Ач, мощность 12В.

Основную функцию – сбор информации и выдачу команд на управление эвакуацией людей из здания, осуществляет приемно-контрольный прибор «Рубеж-4А», расположенный в помещении щитов управления МНС.

2.7.2 Выбор и определение количества пожарных извещателей

Количество пожарных извещателей выбираем с учетом требований СП 5.13130.2009, которые необходимо разместить в следующих помещениях:

1) Кабельный полуэтаж;
2) МНС;
3) Щиты управления:
4) Помещение РУ.

Для первого помещения выбираем точечные дымовые пожарные извещатели ИП-212-64 (дымовой оптико-электронный оптико-электронный адресно-аналоговый).

Площадь, контролируемая одним точечным дымовым пожарным извещателем, а также максимальное расстояние между извещателями, извещателем и стеной, необходимо определять по таблице 13.3, но не превышая величин, указанных в технических условиях и паспортах на извещатели конкретных типов /13/

Согласно таблице 13.3 /13/, для помещения кабельного полуэтажа, определяем расстояние между извещателями и их количество. В результате получаем 3 дымовых пожарных извещателя.

Аналогично, определяем количество извещателей для помещения МНС, РУ и щитов управления, отразив полученные данные в таблице 13.

Таблица 13 – Определение количества извещателей

№	Название помещения	Тип извещателя	Количество извещателей
1	Мазутонасосная станция	«ИП 212/101-3А»	6
2	Щиты управления	«ИП-212-64»	2
3	Распределительное устройство	«ИП-212-64»	2

2.7.3 Расчет количества и уровень звукового давления оповещателей

Оповещатели располагаем в помещении МНС, так как технологический процесс сопровождается высоким уровнем шума, а также в помещении диспетчерской для того, чтобы дежурный получил своевременное оповещение о пожаре.

Первое с чего стоит начинать расчет - это определение уровня звукового давления полезного аудиосигнала, который должен быть обеспечен оповещателями в защищаемом помещении. Для этого к допустимому уровню звука постоянного шума в защищаемом помещении необходимо прибавить 15 дБ:

$$SPL_{сум} = SPL_{шум} + 15, \quad (2.46)$$

где $SPL_{шум}$ - допустимый уровень звука постоянного шума в помещении. Для помещения МНС $SPL_{шум}$ = 80 дБ.

$$SPL_{сум} = 80 + 15 = 95 дБ;$$

Необходимый уровень звукового давления, который должен развивать оповещатель в точке проводимого измерения рассчитывается по формуле:

$$SPL_{оп} = SPL_{сум} - 20\ Log\frac{1}{L}, \quad (2.47)$$

где $SPL_{сум}$ = 95 дБ;

20 - постоянный коэффициент;

L - расстояние от оповещателя до точки измерения.

Так как в помещении высота потолка, на котором будут установлены оповещатели, равна 6,86 м, то L = 6,86м -1,5м = 5,36 м.

$$SPL_{оп} = 95 - 20\ Log\frac{1}{5{,}36} = 109{,}5\ дБ;$$

Выбираем оповещатель МАЯК 12 – КП.

Площадь озвучивания одним потолочным оповещателем - $S_{оп}$, примерно равна:

$$S_{оп} = 2h \cdot 2h = 4h^2; \quad (2.48)$$

Подставив известное значение высоты потолка, получим:

$S_{оп} = 4h^2 = 4x6,86^2 = 188,2$ м^2.

Теперь можем рассчитать необходимое количество оповещателей (N). Для этого надо площадь помещения МНС $S_{пом}$ разделить на $S_{оп}$:

$$N = \frac{S_{пом}}{S_{оп}} = \frac{216}{188,2} = 3.$$

Аналогично определим тип и количество оповещателей для помещения щитов управления, отразив полученные данные в таблице 14

Таблица 14 – Выбор оповещателя для помещения щитов управления

Название помещения	SPLшум	SPLсум,	Sоп	Тип оповещателя	Количество оповещателей
Щиты управления	70 дБ	85 дБ	81 м^2	Глагол П-1	1

Согласно /16/, необходимо установить ручные пожарные извещатели на путях эвакуации в местах, доступных для их включения, при возникновении пожара. Получаем 15 штук ручных пожарных извещателей ИПР 513-11.

Далее выбираем прибор приемно-контрольный и управления пожарный адресный РУБЕЖ-4А, который предназначен для применения в адресных системах пожарной сигнализации, пожаротушения, дымоудаления и оповещения.

Также установим 13световых оповещателей «ВЫХОД» Молния – 12В.

2.7.4 Расчет емкости аккумуляторной батареи

Расчет необходимой емкости аккумуляторной батареи источника питания при отключении напряжения осуществляется для АУПС, СОУЭ по формуле:

$$C = K_{\text{ст}} \cdot \left(\sum I_{\text{деж}} \cdot 24 + \sum I_{\text{пож}} \cdot 1\right), \quad (2.49)$$

где $I_{\text{нагр. деж}} \cdot 24$ч – время работы системы в дежурном режиме (СП 6.13130.2009 п. 4.3);

$I_{\text{нагр.трев.}} \cdot 1$ч – время работы в режиме «Тревога» не менее 1 часа (СП 6.13130.2009 п. 4.3);

$К_{ср} = 1,1$ (постоянный коэффициент).

Расчет необходимой емкости аккумуляторной батареи источника питания при отключении напряжения осуществляется для АУПС, СОУЭ по формуле:

Токи, потребляемые всеми устройствами в дежурном режиме и в режиме пожар, представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Токи, потребляемые устройствами в дежурном режиме и режиме пожар

Название устройства	Количество, шт	I, мА	$I_{деж}$, мА	$I_{пож}$, мА
ИП 212-64	7	0,15	1,05	1,05
ИПР 513-11	15	0,15	2,25	2,25
Маяк 12-КП	3	75	225	225
Молния-12 «Выход»	15	20	260	260
Молния-12 «ГАЗ! УХОДИ!»	3	20	60	60
Молния-12 «ГАЗ! НЕ ВХОДИ!»	3	20	60	60
Молния-12 «Автоматика отключена»	3	20	60	60
ГЛАГОЛ П-1	1	75	75	75
ИП 212/101-3А1	6	0,085 50	0,51	300
Рубеж 4А	4	1	4	4
Рубеж БИ	1	50/200	50	200
РМ-4К	4	100/130	400	520
МПТ-4	4	100/130	400	520

Определим необходимую емкость аккумулятора:

$C = 1,1 \cdot (1598,83 \cdot 24 + 2887,3) = 44936,142$ мА/ч = 45 А/ч.

Принимаем аккумуляторную батарею для бокса резервного электропитания - Аккумулятор «Delta HRL 12-45» 12 В, 45 А/ч, в количестве 8 шт.

3 Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны Красноярской ТЭЦ-3

По прибытии на пожар РТП немедленно устанавливает связь с администрацией или обслуживающим персоналом ТЭЦ-3, уточняет, какие меры приняты для эвакуации людей, отключению электроэнергии.

Разведку пожара организуют в нескольких направлениях. В процессе разведки определяют:

– месторасположение людей и их количество, последовательность спасательных работ, кратчайшие и безопасные пути эвакуации;

– место возникновения, размеры зоны горения и пути распространения пожара;

– горючую загрузку помещений, где произошел пожар;

– расположение ближайших водоисточников;

Для тушения пожара в административно-бытовых, подсобных и других помещениях, необходимо применять воду, подаваемую из перекрывных стволов. Количество стволов для тушения пожара РТП определяет с учетом интенсивности подачи воды, равной 0,1 л/с ^{2}м используя стволы РСК-50.

Для тушения пожара на трансформаторах, мазутных резервуарах, кабельных отсеках применяют пену средней кратности, а также компактные струи воды для охлаждения горящего и соседнего оборудования. Количество стволов ГПС-600 для тушения пожара РТП определяет с учетом интенсивности подачи 6% раствора пенообразователя для тушения ВМП равной 0,2 л/м^{2}с, и стволов на охлаждение (защиту) горящих и соседних объектов.

При недостатке огнетушащих средств, в первую очередь стволы подаются на ограничение распространения огня.

При тушении пожаров принимать меры по выпуску дыма и снижению температуры в горящем помещении и ограничению распространения опасных факторов пожара в соседние помещения (используя дверные полотна, вскрытие окон).

3.1 Тактические возможности ПЧ на территории филиала «Красноярская ТЭЦ-3»

Здание пожарного депо является собственностью Филиала АО «Енисейская ТГК (ТГК-13)» Красноярской ТЭЦ-3. Оно расположено на территории станции, занимает 1-2 этажи 4-х этажного специализированного здания, имеет свой обособленный въезд.

На первом этаже расположены следующие помещения:

- Бокс для стоянки 4-х автомобилей;
- Пост технического обслуживания автомобилей;
- Рукавная башня;
- Бойлерная;
- Смотровая яма;
- Пункт связи части;
- Пост ГЗДС;
- Кабинет начальника части;
- Кабинет заместителя начальника части;
- Кабинет начальника караула;
- Кабинет старшего водителя;
- Раздевалка для личного состава части.

Численность личного состава пожарной части по договору составляет 32 человека, из них 5 человек имеют специальное пожарное образование.

Для защиты органов дыхания состава ПЧ по охране ТЭЦ-3 используются средства защиты:

- Легочные автоматы избыточного давления марки Auto MaXX-ASC – 8 шт.
- Индивидуальные панорамные маски – 16 шт.
- Ранцы Air Go – 7 шт.
- Сигнализаторы неподвижности – 7 шт.
- Малолитражные воздушные баллоны – 25 шт.

- Контрольные измерительные приборы Multitest plus KOFFER – 1 шт.
- Аварийные спасательные маски – 6 шт.
- Чехлы на баллоны – 25 шт.
- Подсумки – 7 шт.

Для осуществления деятельности по несению противопожарной службы и тушению возгораний используются 2 единицы пожарной техники, являющейся собственностью Филиала Красноярская ТЭЦ-3.

Таблица 16 – Единицы пожарной техники Красноярской ТЭЦ - 3

№ п/п	тип машины	марка, модель	гос. номер	год выпуска	техническое состояние
1.	специальная АЦ-40(130) 63 Б	ЗИЛ-431418	М 513 СК	1989 г.	удовл.
2.	специальная АЦ-30(53-12) 106 Г	ГАЗ-53	М 507 СК	1988 г.	удовл.

Рассмотрим технические характеристики пожарных автомобилей:

1) ЗИЛ-431418 АЦ-40(130) 63 Б (Основной пожарный автомобиль ПЧ по охране Красноярской ТЭЦ-3):

- Год выпуска 1989;
- Марка шасси ЗИЛ 130;
- Тип марка насоса ПН-40УВ;
- Производительность насоса 40л/сек;
- Расположение насоса заднее;
- Емкость водобака 2350литров;
- Емкость бака для пенообразователя 150 литров;
- Капитальный ремонт производился 17.03.2003г.

Автоцистерна укомплектована, может перевозить отделение в количестве 6 человек.

Техническое состояние удовлетворительное.

Недостатки по автомобилю:

- Штатные места для перевозки средств зашиты органов дыхания отсутствуют;
- Комплектующие для ремонта насоса ПН-40УВ приобрести невозможно, так как сняты с производства;
- На автоцистерне отсутствует СГУ, так как автомобиль числится как грузовой специальный;
- Слабая проходимость по бездорожью и зимний период.

2) ГАЗ 53АЦ-30(53) 101 (Резервный пожарный автомобиль ПЧ по охране Красноярской ТЭЦ-3):

- Год выпуска 1988;
- Марка шасси ГАЗ 5312;
- Тип марка насоса ПН-40УВ;
- Расположение насоса заднее;
- Производительность насоса 40л/сек;
- Емкость водобака 3000 литров;
- Емкость бака для пенообразователя 150 литров;
- Капитальный ремонт производился 01.07.2002г.

Автоцистерна укомплектована ПТВ (пожарно-техническое вооружение) согласно «Нормам положенности пожарного оборудования на пожарные автомобили основного назначения», приказ МВД России от 20 декабря 1993 г. N 550.

Техническое состояние удовлетворительное.

Недостатки по автомобилю:

- Штатные места для перевозки средств зашиты органов дыхания отсутствуют;
- Комплектующие для ремонта насоса ПН-40УВ приобрести невозможно, так как сняты с производства;

- На автоцистерне отсутствует СГУ, так как автомобиль числится как грузовой специальный;
- Автоцистерна может перевозить 2 человек;
- Слабая проходимость по бездорожью и зимний период.

Пожарно-техническое оснащение ПЧ 120 Красноярской ТЭЦ-3 представлено в таблице 17.

Таблица 17 - Пожарно-техническое оснащение ПЧ 120

№ п/п	Наименование ПТВ	В боевом расчете	В резерве
1.	Рукава напорные 51 мм.	20 шт.	-
2.	Рукава напорные 77 мм.	24 шт.	-
3.	Рукава напорно-всасывающие 77 мм.	2 шт.	-
4.	Рукава напорно-всасывающие 125 мм.	4 шт.	1 шт.
5.	Стволы РСК-50	4 шт.	1 шт.
6.	Стволы РС-70	4 шт.	6 шт.
7.	Стволы СР-Р-50	2 шт.	-
8.	Стволы СВП-2	1 шт.	-
9.	Стволы ПЛС-20	1 шт.	-
10.	ГПС-600	4 шт.	-
И.	Гидроэлеватор Г-600	2 шт	-
12.	Колонки пожарные КПД	2 шт.	1 шт.
13.	Лестница 3-х коленная	2 шт.	-
14.	Штурмовая лестница	2 шт.	-
15.	Лестница палка	2 шт.	-

3.2 Расчет сил и средств

Вследствие прямого попадания молнии в резервуаре РВС-1000 № 2 произошел пожар, с частичной разгерметизацией крыши.

По справочным данным и анализу пожаров на объектах, с характерной пожарной нагрузкой, интенсивность подачи раствора пенообразователя составит – 0,15 л/м^{2}с. Время до сообщения о пожаре по условиям объекта

составит 5 мин, а развёртывания, с установкой автоцистерны на пожарный водоём – 6 минут.

Мазутохранилище состоит из 3 металлических резервуаров геометрической емкостью 1000 $м^3$.

Резервуар цилиндрической формы:

– d - 10,43 метра,

– h - 9,70 метра,

– низший предельный уровень – 0,5 метра,

– высший предельный уровень – 9,20 метра.

Интенсивность подачи пенообразователя- 0,08 л/(с $м^2$);

Интенсивность подачи воды:

на охлаждение резервуаров: - горящего – 0,8 $лс^{-1}$/м;

- негорящего – 0,3 $лс^{-1}$/м;

- в обваловании – 1,2 $лс^{-1}$/м.

Таблица 18 – Основные характеристики резервуара

Тип резервуара	Высота резервуара, м	Диаметр резервуара, м	Площадь зеркала горючего, $м^2$	Периметр резервуара, м
РВС-1000	9	12	120	39

Определяем время свободного развития пожара $t_{св}$ до прибытия первого пожарного подразделения (ПЧ ТЭЦ-3):

$$t_{св} = t_{дс} + t_{сб} + t_{сл} + t_р = 5 + 1 + 5 + 6 = 17 \text{ минут}, \quad (3.1)$$

где $t_{сл}$ - время следования первого караула до места пожара, мин;

$t_р$ - время развертывания караула, мин;

$t_{дс}$ - время развития пожара от момента его возникновения до сообщения о нем в пожарную часть, мин. Оно принимается: для объектов, оборудованных АПС и АУПЗ – 5 мин, для остальных объектов – 10 мин;

$t_{сб}$ - время сбора и выезда пожарных подразделений на пожар.

Находим путь, пройденный огнем:

$$R = 5V_л + V_л t_2 = 5 \cdot 1 + 1 \cdot 7 = 12 \text{ м}, \quad (3.2)$$

где $t_2 = t_{св} - 10 = 17 - 10 = 7$ мин;

$V_л$ – линейная скорость распространения пламени.

Вычисляем площади пожара и тушения:

Принимаем площадь пожара равной площади зеркала резервуара.

$S_п = S_з = 120$ м^2.

Определяем требуемое количество генераторов для проведения пенной атаки:

$$N_{гпс} = \frac{Sп \cdot Iтр}{q_{р-ра}} = 120 \cdot 0{,}08/6 = 9{,}6/6 = 2 \text{ ГПС-600}, \quad (3.3)$$

где $S_п$ - площадь горения поверхности жидкости в резервуаре, м^2;

$I_{тр}$ - требуемая интенсивность подачи водного раствора пенообразователя на тушение пожара, л/(с•м^2);

$q_{р-ра}$ - расход раствора пенообразователя из пеногенератора.

Определяем необходимое количество ПЛС-20 на охлаждение горящего резервуара:

$$N_{плс} = \frac{P \cdot I}{Q_{плс}} = 39 \cdot 0{,}8/16{,}7 = 31{,}2/16{,}7 = 1{,}6 = 2 \text{ ПЛС-20}, \quad (3.4)$$

где, P = 39 м, - периметр резервуара.

Определяем необходимое количество стволов «А» на охлаждение соседних резервуаров – резервуар №1 и №3:

$$N_{ср}^{охл} = \frac{0,5 \cdot Р \cdot I}{Q_{ств}} = 0,5 \cdot 39 \cdot 0,3/16,7 = 5,85/7,4 = 0,79 = 1 \text{ ствол «А»}, \quad (3.5)$$

где, Р = 60 м, - периметр резервуара.

Принимаем 2 ствола «А» на охлаждение каждого резервуара.

Определяем необходимое количество стволов на защиту пеноподающей техники, людей и дыхательной арматуры:

Из тактических соображений принимаем:

– один ствол «А» на защиту пеноподающей техники;

– 2 ствола «А» на защиту дыхательной арматуры резервуаров № 1 и 3, учитывая направление ветра.

– 5 стволов с насадкой НРТ-5 для защиты л/с.

Определяем требуемое количество пенообразователя на тушение пожара:

$$V_{по} = N_{гпс} \cdot q_{гпс}^{по} \cdot t_н \cdot 60 \cdot К_з = 2 \cdot 0,36 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 3 = 1944л, \quad (3.6)$$

где $q_{гпс}^{по}$ = 0,36л/с - расход ГПС по пенообразователю;

$t_н$ = 15 мин – нормативное время подачи;

$К_з$ = 3 – трехкратный запас пенообразователя.

Определяем необходимое количество автомобилей пенного тушения для доставки пенообразователя к месту пожара:

$$N_{апт} = \frac{V_{по}}{V_{апт}} = \frac{1944}{6000} = 1, \quad (3.7)$$

Определяем фактический расход воды для проведения защитных мероприятий:

$Q_ф = Q_{грф} + Q_{сф} + Q_{защф}$ = = 33,4 + 37 + 36,28 =106,68 л/с. (3.8)

$Q_{тр} = Q_{гртр} + Q_{стр} + Q_{пенная\ атакатр}$ = 31,2 + (5,85 + 11,28 = 54,18 л/с. (3.9)

Определяем фактический расход воды на тушение резервуара:

$Q_{тв} = N_{гпс} \cdot q_{гпс}$ = 2·5,64 = 11,28 л/с. (3.10)

Определяем количество пожарных автомобилей для подачи пены, используя схему -1 АЦ – 5 ГПС:

$N_{тм} = \frac{N_{гпс}}{N_{гпс}^{сх}} = \frac{2}{5}$ = 1 машина. (3.11)

Проверяем обеспеченность объекта водой:

Учитывая, что фактическая водоотдача насоса составляет 32 л/с, следовательно, для обеспечения требуемого расхода ОТС требуется установить на ПГ 4 автоцистерны.

$N_{АЦ} = \frac{Qф}{Qн} \cdot 0,8$ = 106,68/32 = 3,3 =4 АЦ. (3.12)

$Q_{водопровода}$ = 130 л/с > Qф = 106,68 л/с, следовательно объект водой обеспечен.

Определяем необходимое количество личного состава для локализации и тушения пожара:

$N_{л/с} = N_{ПЛС} \cdot 2 + N_{ств}$ А·2 + NHPT-5·1 + $N_{АЦ} \cdot 1 + N_{руквные\ линии} \cdot 1 + N_{пенная\ атака}$ = 2·2 + 5·2 + 5·1 +4·1+ 4·1+4·1 = 31 человек. (3.13)

В ходе тушения пожара потребуется:

– 4 человека с 2-мя ПЛС-20 на охлаждение горящих резервуаров;

– 8 человек с 4-мя стволами «А» на охлаждение негорящих резервуаров;

– 2 человека с 1-м стволом «А» на защиту пеноподающей техники;

– 5 человек с 5-ю стволами «Б» с насадкой НРТ-5;

– 4 водителя АЦ на пожарных гидрантах;

– 4 человека – работа на разветвлениях;

– 4 человека – подготовка пенной атаки;

– 4 человека – работа на магистральных линиях.

Определяем необходимое количество отделений:

$N_{АЦ} = N_{л/с} / 4 = 31/4 = 8$ отд. (3.14)

Спец. техника Красноярского гарнизона направляется к месту пожара по требованию РТП.

Расчет времени прибытия подразделений в таблице приведен с учетом средней скорости движения пожарных автомобилей в условиях городского цикла езды – 30 км/ч., за городом – 60 км/ч.

Сравниваем требуемое количество личного состава с численностью личного состава, приведенной в таблице 19.

Таблица 19 - сосредоточения сил и средств на пожаре

№ вызова	Подразделение	Техника	время прибытия	Личный состав		Примечание
				Боевой расчет	Число газодымозащитников	
2	ПЧ ТЭЦ-3	АЦ-40(130)	5	4	3	
	ПЧ-17	АЦ-3,2-40/4(4325) АЦ-40(4331) АЛ-31	15	4 3 1	3 2 -	
	СПСЧ	АЦ-3,2-40(4331) АЛ-50 АБГ-3	20	4 1 2	3 - -	
	ОП ПЧ-17	АЦ-40(130)	20	4	3	
	ПЧ-2	АЦ-40(130) АЦ-3,2-40(4331)	23	4 1	3 -	
	ПЧ-8	АЦ-3,2-40(4331)	29	4	3	
итого		АЦ – 8, АБГ АЛ - 2		32	20	
3	ПЧ-8	АЦ-8-40	29	3	2	
	ПЧ-1	АЦ-40(ISUZU) АЦ-40(130) АЛ-30(ISUZU)	35	4 3 1	3 2 -	
	ПЧ-19	АЦ-3,2-40(4331)	39	4	3	
Итого:		АЦ – 12, АБГ АЛ - 4		47	30	
4	ПЧ-19	АЦ-40(130)	39	4	3	
	УПЧ	АЦ-8-40	45	2	1	
	ОППЧ-20/2	АЦ-40(130)	45	4	3	
	ПЧ-20	АЦ-2,5-40(131) АЛ-30	49	4 1	3 -	
	ОППТ	АСО,ПНС,АСО	39	3	-	
Итого:		АЦ-16, АБГ АЛ-6 АСО,ПНС,АР		65	40	

Для успешного тушения пожара в резервуаре №2 мазутонасосной, необходимо привлечение сил и средств согласно вызову «Пожар № 2».

Схема расстановки сил и средств, представлена в приложении А.

4 Безопасность жизнедеятельности

С развитием научно-технического прогресса немаловажную роль играет возможность безопасного исполнения людьми своих трудовых обязанностей. В связи с этим была создана и развивается наука о безопасности труда и жизнедеятельности человека.

Охрана здоровья трудящихся, обеспечение безопасности условий труда, ликвидация профессиональных заболеваний и производственного травматизма составляет одну из главных забот человеческого общества. Обращается внимание на необходимость широкого применения прогрессивных форм научной организации труда, сведения к минимуму ручного, малоквалифицированного труда, создания обстановки, исключающей профессиональные заболевания и производственный травматизм.

На рабочем месте должны быть предусмотрены меры защиты от возможного воздействия опасных и вредных факторов производства. Уровни этих факторов не должны превышать предельных значений, оговоренных правовыми, техническими и санитарно-техническими нормами. Эти нормативные документы обязывают к созданию на рабочем месте условий труда, при которых влияние опасных и вредных факторов на работающих либо устранено совсем, либо находится в допустимых пределах.

4.1 Общая характеристика объекта

Параметры кабинета охраны труда, находящегося в здании Административно-бытового корпуса, представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Параметры кабинета охраны труда

Длина, м	Ширина, м	Высота, м	Площадь, $м^2$	Объем, $м^3$
8	5	2,9	40	116

4.2 Микроклимат

Микроклиматом помещений - состояние внутренней среды здания или помещения, оказывающее как положительное, так и отрицательное воздействие на человека, которое характеризуется показателями температуры, подвижности и влажности воздуха.

Для поддержания температуры в помещении предусмотрена водяная система отопления и естественная вентиляция, которая осуществляется с помощью открывания дверных проемов и форточек.

Исследования температуры воздуха в помещении охраны труда представлены в таблице 21.

Таблица 21 - Требуемые и фактические значения температуры воздуха

Параметры	Помещение охраны труда	
	Требуемое значение	Фактическое значение
Температура воздуха в помещении охраны труда	17-20 °С.	19 °С.

Из данных таблицы 21 делаем вывод, что температурный режим находится в пределах нормы определенной СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях».

4.3 Требования к уровням шума и вибрации

Систематический шум может вызвать утомление слуха и ослабление звукового восприятия, а также значительное утомление всего организма.

Так как шум в помещении охраны труда не превышает гигиенические нормативы для помещений общественных зданий, следовательно, уровень шума находится в пределах нормы определенной СанПиН 2.4.2.2821-10.

Таблица 22 – Фактическое состояние условий труда на рабочем месте

№ п/п	Код фактора	Наименование производственного фактора, единица измерения	ПДК, ПДУ, допустимый уровень	Дата проведенного измерения	Фактический уровень производственного фактора	Величина отклонения	Класс условий труда, степень вредности и опасности	Продолжительность воздействия
1	5.00	Тяжесть трудового процесса		14.03.15		-	1	1
2	5.00	Напряженность трудового процесса		14.03.15		-	3,1	1
3	4.50	Шум, дБА	80	14.03.15	15	-	2	1
4	4.62	Температура, C^o	15-22	14.03.15	22.4	-	2	1
5	4.64	Влажность, %	15-75	14.03.15	43	-	2	1
6	4.63	Скорость движения воздуха, м/с	0.1	14.03.15	0,1	-	2	1
7	4.68	Освещенность, лк	300	14.03.15	190	110	2	0.5
8	4.67	КЕО, %	1	14.03.15	1,3	-	2	0,5
9	4.66	ТНС, С	22-24	14.03.15	20	-	2	0.8
10	4.65	Тепловое излучение, $Вт/м^2$	140	14.03.15	50	-	2	0.8

На основании данных видно, что наблюдается недостаточная освещенность.

Так как в рассматриваемом кабинете недостаточное естественное освещение, производим расчет искусственного.

4.4 Искусственное освещение

Информацию об окружающей среде человек получает в основном (до 90%) через зрительный анализатор. Поэтому полнота и качество информации, поступающие через органы зрения, зависят во многом от освещения.

Нормирование освещения осуществляется согласно СП 52.13330.2011.

Рассматриваемый кабинет находится в помещении Административно-бытового корпуса и имеет следующие размеры: длинна 8 м, ширина 5 м, высота 2,9 м, высота рабочей поверхности h_p = 0,8 м. В помещении установлены светильники типа ЛПО28 (2х40 Вт). Длина 1,23 м, ширина 0,1 м, высота 0,1 м. Требуемая освещенность согласно СНиП 23.05-2010, Е = 300 лк. Коэффициент отражения для производственных помещений, стен ρ_c = 50% , потолка $\rho_p =$ 70%.

Световой поток определяется по формуле:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot K_з \cdot Z}{n \cdot \eta}, \qquad (4.1)$$

где E_H – нормируемая минимальная освещённость по СП 52.13330.2011, 300лк;

S – площадь освещаемого помещения, м^2;

$K_з$ – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника (источника света, светотехнической арматуры, стен и пр., т.е. отражающих поверхностей), наличие в атмосфере помещения дыма, пыли.

Z – коэффициент неравномерности освещения, отношение $E_{ср}/E_{min}$. Для люминесцентных ламп при расчетах берется равным 1,1;

n – число светильников;

η - коэффициент использования светового потока, %.

Коэффициент использования светового потока показывает, какая часть светового потока ламп попадает на рабочую поверхность. Он зависит от индекса помещения i, типа светильника, высоты светильников над рабочей поверхностью h и коэффициентов отражения стен ρ_c и потолка ρ_p.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A+B)}, \tag{4.2}$$

где A и B – длина и ширина помещения, м.

Значение коэффициента использования светового потока η светильников с люминесцентными лампами для наиболее часто встречающихся сочетаний коэффициентов отражения и индексов помещения приведены в справочнике.

Расстояние между светильниками определяется по формуле:

$$L = \lambda \cdot h, \tag{4.3}$$

где h – высота подвеса светильника, м.

Высота подвеса светильника рассчитывается по формуле:

$$h = H - h_{\text{кр}} - h_p, \tag{4.4}$$

где H – высота помещения, м;

$h_{\text{кр}}$ – расстояние от потолка до нижней кромки светильника, м;

h_p – высота рабочей поверхности от пола.

$h = 3{,}1 - 0{,}1 - 1 = 2$ м.

Расстояние между светильниками:

$L = 1{,}4 \cdot 2 = 2{,}8$ м.

Количество рядов:

$$N_b = \frac{B}{L}, \quad (4.5)$$

$$N_b = \frac{5}{2,8} = 2,$$

Количество светильников в ряду:

$$N_a = \frac{A}{L}, \quad (4.6)$$

$$N_a = \frac{8}{2.8} = 3 \text{ шт.}$$

Получаем общее количество светильников:

$$N = N_a \cdot N_b, \quad (4.7)$$

$$N = 2 \cdot 3 = 6 \text{ шт.}$$

В каждом светильнике размещено по две люминесцентных лампы по 40 Вт.

Количество ламп:

6·2=12 шт.

Находим индекс помещения:

$$i = \frac{40}{1,8 \cdot (5+8)} = 1,7$$

Коэффициент использования светового потока η = 0,55%.

Находим световой поток одной лампы:

$$\Phi = \frac{300 \cdot 40 \cdot 1,7 \cdot 1,1}{12 \cdot 0,55} = 3000 \text{ лм.}$$

Выбираем ближайшую стандартную лампу – ЛХБ 40 Вт со световым потоком 3000 лм.

Делаем проверку выполнения условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{ст}-\Phi_{р}}{\Phi_{ст}} \cdot 100\% \leq +20\%, \quad (4.8)$$

- 10% ≤ 0% ≤ +20%.

Таим образом, количество ламп установленных в помещении, удовлетворяет расчетным данным, принимаем 12 лампы ЛХБ 40.

Находим расстояние от крайних светильников до стены:

$$l = 0.3 - 0.5L, \quad (4.9)$$

где: L – расстояние между соседними светильниками, м;

l – расстояние от крайних светильников до стены, м.

L_a (по длине помещения) = 1,4 м.

L_b (по ширине помещения) = 2,8 м.

$l_a = 0,5\ L_a = 0,7$ м.

$l_b = 0,3\ L_b = 2,8$ м.

Схема расположения светильников приведена на рисунке 8

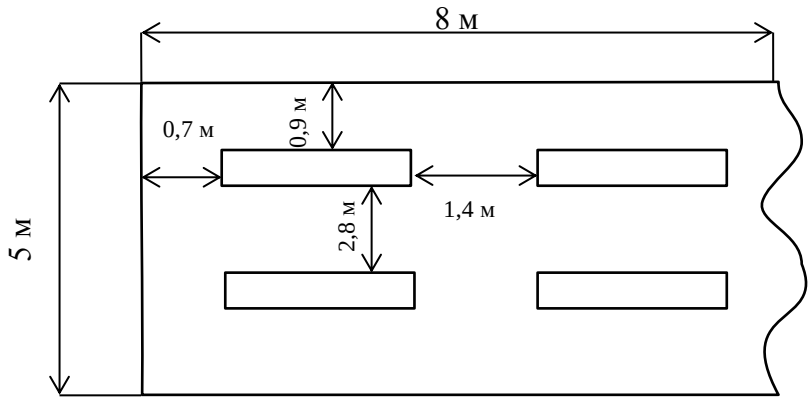

Рисунок 8 – Схема расположения светильников для помещения охраны труда Красноярской ТЭЦ-3

5 Экономическое обоснование работы

Целью экономической части дипломной работы является:

- расчет экономического ущерба предприятию в случае пожара;
- расчет затрат на приобретение и установку комплектующих для монтажа автоматической установки газового пожаротушения и автоматической установки сигнализации в Мазутном хозяйстве Красноярской ТЭЦ-3;
- расчет затрат на монтаж автоматической установки газового пожаротушения и автоматической сигнализации;
- расчет эксплуатационных затрат на обслуживание автоматической установки газового пожаротушения.

5.1 Оценка экономического ущерба

Оценим ущерб от аварии на предприятии Красноярской ТЭЦ-3 в результате возгорания кабелей помещения кабельного полуэтажа и пожара, при 20 минутах его действия, пламя огня распространилось на 60 м^2. Пострадали кабельные линии. Пожар повлечет простой на объектах ПВК и ПОК, связанных с технологической схемой данного объекта.

1. Ущерб от пожара на предприятии может быть выражен в общем виде формулой:

$$П_а = П_{пп} + П_{ла} + П_{нв} + П_{экол} + П_{втр} \quad (5.1.)$$

где: $П_а$ – полный ущерб от аварий, руб.;

$П_{пп}$ – прямые потери организации, руб.;

$П_{ла}$ – затраты на локализацию/ликвидацию и расследование аварии, руб.;

$П_{сэ}$ – социально-экономические потери (затраты, понесенные вследствие гибели и травматизма людей), руб.;

$П_{нв}$ – потери (убытки) из-за неиспользованных производственных возможностей (или упущенная экономическая выгода), руб.;

$П_{экол}$ – экологический ущерб (урон, нанесенный объектам окружающей природной среды); руб.;

$П_{втр}$ – потери от выбытия трудовых ресурсов в результате гибели людей или потери ими трудоспособности.

5.2 Расчет прямых потерь

Прямые потери ($П_{пп}$) от пожара можно определить по формуле:

$$П_{пп} = П_{оф} + П_{тмц} + П_{им}, \quad (5.2.)$$

где: $П_{оф}$ – потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) основных фондов (производственных и непроизводственных), руб.;

$П_{тмц}$ – потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) товарно-материальных ценностей (продукции, сырья и т.п.), руб.;

$П_{им}$ – потери в результате уничтожения (повреждения) имущества третьих лиц, руб.;

Потери предприятия в результате уничтожения и повреждения пожаром его основных фондов - производственных и непроизводственных ($П_{оф}$), определим как сумму потерь в результате уничтожения ($П_{офу}$) и повреждения ($П_{офп}$) основных фондов:

$$П_{оф} = П_{офу} + П_{офп} \quad (5.3)$$

Проектная стоимость агрегата формования, аналогично уничтоженным, составляет 844986 руб., стоимость замещения уничтоженных машин с учетом расходов по перевозке, монтажу составит 283100 руб. ($П_{офу}$).

Таким образом, потери предприятия в результате уничтожения (повреждения) основных фондов $П_{оф}$:

$П_{оф}$= 844986+283100=1128086 руб.

Потери предприятия в результате уничтожения пожаром товарно-материальных ценностей ($П_{тмц}$) не учитываются, так как на объекте такие не хранятся.

Стоимость ремонта незначительно пострадавшего помещения (замена штукатурки, покраска) обойдется в 150000 руб.

$П_{им}$ =150000руб.

Таким образом, из формулы (5.2) потери от пожара составляют:

$П_{п}$=1128086+150000=1278086 руб.

5.3 Затраты на локализацию/ликвидацию и расследование последствий пожара

Затраты на локализацию/ликвидацию и расследование пожара ($П_{ла}$) определим по формуле:

$$П_{л}= П_{лок}+П_{лик}+П_{рас}, \quad (5.4)$$

где: $П_{л}$ – расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий пожара, руб.;

$П_{р}$ – расходы на расследование возникновения пожара, руб.

Расходы, связанные с локализацией аварии ($П_{лок}$) составят:

а) запуск систем пожаротушения автоматической дренчерной установки пожаротушения – 8000руб.

Пл=8000руб.

Расходы, связанные с ликвидацией пожара ($П_{лик}$) составят:

удаление разрушенного оборудования, путем его сбора и вывоза на грузовых машинах – 5000руб;

Таким образом, расходы, связанные с ликвидацией пожара ($П_{лик}$) составят:

$$П_{лик} = 8000+5000 = 13тыс.руб . \quad (5.5)$$

Расходы на мероприятия, связанные с расследованием причины пожара ($П_{рас}$):

а) оплату труда членов комиссии по расследованию пожара (в т.ч. командировочные расходы) – 40000 руб;

б) затраты на научно-исследовательские работы и мероприятия, связанные с рассмотрением технических причин пожара – 20000 руб;

в) стоимость услуг экспертов, привлекаемых для расследования технических причин пожара – 30000 руб.

Расходы на мероприятия, связанные с расследованием причины пожара:

$$П_{рас}=40000+20000+30000=90000руб. \quad (5.6)$$

Таким образом, расходы на локализацию/ликвидацию и расследование причин пожара составят по формуле

$$П_{ла}= 13000+90000=103000руб. \quad (5.7)$$

5.4 Расчет убытков из-за неиспользованных производственных возможностей

Упущенная экономическая выгода объекта, находится по формуле:

$$П_{нв} = П_{по} + П_{тг}, \quad (5.8)$$

где $П_{по}$-упущенная выгода объекта простоя, руб;

$П_{тг}$ – упущенные возможности предприятия от убытия из производственной деятельности травмированных или погибших работников.

Вследствие выхода из строя МНС, ТЭЦ – 3 прекратит выработку тепловой энергии на 24 часа, что приведет к ее дефициту.

Установленная тепловая мощность Красноярской ТЭЦ – 3 составляет 582 Гкал/час. За 24 часа дефицит энергии составит – 13968 Гкал.

Стоимость одной Гкал в Красноярске составляет 1148,65 руб.

Таким образом, упущенная выгода объекта простоя $П_{по}$ составит – 16035264 руб.

Упущенные возможности предприятия от убытия из производственной деятельности $П_{тг}$ не учитываем, так как нет травмированных или погибших работников.

Ущерб от пожара на предприятии равен:

$П_а$ = 1278086+103000+16035264 = 17416350 руб.

5.5 Материальные затраты

Материалы, необходимые для установки автоматического пожаротушения и автоматической сигнализации, представлены в таблице 20.

Таблица 23 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за единицу	Общая стоимость
Трубопровод магистральный и распределительный	20 м	1375 р/м	27506 руб

Окончание таблицы 23

Наименование	Количество	Цена за единицу	Общая стоимость
Газ Хладон 125	14 шт	450 р/кг	426006 руб
Газ Хладон 227 еа	6 шт	940 р/кг	381377 руб
Модуль МГПС 60 Основной Резервный	 10 шт 10 шт	 4565 руб/шт 3413 руб/шт	 456510 руб 341300 руб
Насадки «НГП - 1.Р.F – $1\frac{1}{4}''$ В»	12 шт	1314руб/шт	15768 руб
Извещатель дымовой «ИП 212-64»	7шт	813 руб/шт	5691 руб
Извещатель комбинированный «ИП 212/101 3А»	6шт	1200 руб/шт	7200 руб
Прибор приемно-контрольный «РУБЕЖ - 4 А»	4шт	12500 руб/шт	50000 руб
Адресный модуль управления пожаротушением «МПТ-1»	4 шт	2400 руб/шт	9600 руб
Адресный релейный модули «РМ-1К»	4 шт	1731 руб/шт	6924 руб
Источник резервного питания «Delta HRL 12-45»	4 шт	3600 руб/шт	14400руб
Аккумулятор 12 В, 45 А/ч	8 шт	1670 руб/шт	13360 руб
Кабель «КПСПГ (А) – FRHF»	237,8 м	14311 руб/км	5400 руб
Гофра	237,8 м	35 руб/м	8323 руб
Оповещатель комбинированный «Маяк – 12КП»	3 шт	300 руб/шт	900 руб
Громкоговоритель «Глагол-П-1»	1 шт	781 руб/шт	781 руб
Световое табло Молния-12 «ВЫХОД»	15 шт	140 руб/шт	2100 руб
Световое табло Молния-12 «ГАЗ! УХОДИ!»	3 шт	140 руб/шт	420 руб
Световое табло Молния-12 «ГАЗ! НЕ ВХОДИ!»	3 шт	140 руб/шт	420 руб
Световое табло Молния-12	3 шт	140 руб/шт	420 руб

«Автоматика отключена»			

С учетом стоимости монтажных работ, материальные затраты составят 4692154 руб.

Таким образом, видно, что ущерб значительно превышает затраты на систему.

5.6 Расчет срока окупаемости предлагаемых мероприятий

Получив величину суммарной экономии, находим годовой экономический эффект $Э_г$, руб.

$$Э_г = Э_{сум} - З_{ед} \cdot E_н, \quad (5.9)$$

где $З_{ед}$ – единовременные затраты (капитальные вложения), руб.;

$E_н$ – нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности (0,08).

$Э_г$ =17416350–4692154·0.08 = 17040977,68 руб.

Определяем срок окупаемости АУПТ и АУПС:

$$Э_{ом} = \frac{См}{Эг}, \quad (5.10)$$

где $Э_{ом}$– срок окупаемости АУПТ и АУПС;

$С_м$ – планируемые затраты на проведение дополнительных услуг, руб.;

$Э_г$– годовой экономический эффект.

$Эом$ =17416350 / 17040977,68 = 1 год

Из отношения видно, что срок окупаемости единовременных затрат не превышает нормативный, поэтому предлагаемая АУПТ и АУПС эффективна.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломной работы были разработаны и предложены мероприятия, направленные на повышение пожарной безопасности МНС Красноярской ТЭЦ-3.

1) Проведенный расчет пожарной нагрузки показал, что помещения РУ, щитов управления и кабельного полуэтажа имеют принадлежность к пожароопасным объектам:

- Помещение РУ – В3 (g=1335,6 МДж·м$^{-2}$);
- Помещение щитов управления – В3 (g=1032,88 МДж·м$^{-2}$);
- Помещение кабельного полуэтажа – В1 (g=2279,94Мдж · м$^{-2}$).

Что указывает на необходимость замены существующей системы автоматического пожаротушения и пожарной сигнализации в кабельном полуэтаже, а также установка АУПС в щитах управления, РУ, МНС, установка АУПТ в щитах управления и РУ;

2) Для улучшения пожарной безопасности, а также во избежание вывода из строя находящегося в зоне возгорания электрооборудования, была выбрана автоматическая система газового пожаротушения и пожарная сигнализация на основе ППКПУ «РУБЕЖ-4А».

Проведенный расчет установки газового пожаротушения имеет следующие основные параметры:

1. Кабельный полуэтаж:

– ГОТВ – Хладон 125;
– Расчетная масса - 150 кг;
– Количество модулей – 3 шт;
– Количество насадков – 4 шт;
– Массовый расход газа – 25,7 кг/с;
– Время истечения газа – 4,8 с.

2. Помещение РУ:

– ГОТВ – Хладон 125;

– Расчетная масса - 205 кг;

– Количество модулей – 4 шт;

– Количество насадков – 4 шт;

– Массовый расход газа – 29,5 кг/с;

– Время истечения газа – 6 с.

3. Помещение щитов управления:

– ГОТВ – Хладон 227 еа;

– Расчетная масса - 167 кг;

– Количество модулей – 3 шт;

– Количество насадков – 2 шт;

– Массовый расход газа – 23,3 кг/с;

– Время истечения газа – 6,6 с.

Пожарная сигнализация, на основе ППКПУ «РУБЕЖ-4А», включает в себя: извещатель пожарный комбинированный для МНС – 6 штук, извещатель пожарный дымовой для кабельного полуэтажа – 3 штуки, для РУ и щитов управления – 2 штуки в каждом помещении, извещатели пожарные ручные – 15 штук, а также СОУЭ 2 типа.

3) расчет сил и средств показал, что для ликвидации пожара в резервуаре РВС-1000 потребуется:

– 4 человека с 2-мя ПЛС-20 на охлаждение горящих резервуаров;

– 8 человек с 4-мя стволами «А» на охлаждение негорящих резервуаров;

– 2 человека с 1-м стволом «А» на защиту пеноподающей техники;

– 5 человек с 5-ю стволами «Б» с насадкой НРТ-5;

– 4 водителя АЦ на пожарных гидрантах;

– 4 человека – работа на разветвлениях;

– 4 человека – подготовка пенной атаки;

– 4 человека – работа на магистральных линиях;

– 8 отделений.

4) расчет срока окупаемости предлагаемых мероприятий доказал их эффективность 17040977,68 руб, срок окупаемости равен 1год.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ААШВ - Алюминиевая токопроводящая жила, алюминиевая оболочка, шланг из поливинилхлоридного пластика;

АВВГ - Алюминиевая жила, изоляция из поливинилхлоридного пластиката, оболочка из поливинилхлоридного пластиката, небронированный;

АЗС - Автоматическая заправочная станция;

АО – Акционерное общество;

АТС - Автоматическая телефонная станция;

АУГП – Автоматическая установка газового пожаротушения;

АУПС - Автоматическая установка пожарной сигнализации;

АУПТ - Автоматическая установка пожаротушения;

АЦ – Автоцистерна;

БР – Бородинского разреза;

ГДЗС - Газодымозащитная служба;

ГОСТ – Государственный стандарт;

ГОТВ – газовое огнетушащее вещество;

ГПС – Генератор пены средней кратности;

ДПС – Датчики пожарной сигнализации;

ЗПУ - Запорно-пусковое устройство;

ИП – Извещатель пожарный;

ИПР – Извещатель пожарный ручной;

МГПС – Модуль газового пожаротушения;

ММХ – Масломазутное хозяйство;

МНС – Мазутонасосная станция;

НГП - Насадки газовые «Пламя»;

ОТВ – Огнетушащее вещество;

ОТС – Огнетушащее средство;

ПГ – Пожарный гидрант;

ПВК – Пиковая водогрейная котельная;

ПВХ – Поливинилхлорид;

ПДК – Предельно допустимая концентрация;

ПЕ – Приемные емкости;

ПЛС – Пожарный лафетный ствол;

ПН – Пожарные насосы;

ПОК – пуско-отопительная котельная;

ПС – Пожарная сигнализация;

ПУЭ – Правила устройства и эксплуатации электрооборудования;

ПЧ – Пожарная часть;

РМ – Релейные модули;

РС – Ручной ствол;

РТП – Руководитель тушения пожара;

МПТ – Модуль управления пожаротушением;

РУ – Распределительное устройство;

СБ - Свинцовая оболочка, броня из стальных лент;

СБГ - Оболочка из свинца, двойная броня, состоящая из стальных лент, без защитного покрова;

СОУЭ - Система оповещения и управления эвакуацией;

СП – Свод правил;

ТГК – Территориальная генерирующая компания;

ТЭС – Тепловая электростанция;

ТЭЦ – Теплоэлектроцентраль;

ФЗ – Федеральный закон.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Алешков М.В. Особенности развития и тушения пожаров на объектах электроэнергетики: статья / М.В. Алешков, Д.С. Пушкин, А. А. Колбасин – Москва: Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, 2010. – 5 с.

2. Бабуров В.П. Производственная и пожарная автоматика : учебник / В. П. Бабуров, В.В. Бабурин, В. И. Фомин, В. И. Смирнов. – Москва : Академия ГПС МЧС России, 2007. – 298с.

3. Вдовин О.В. Пожарная сигнализация : учебное пособие / О. В. Вдовин. – Красноярск : Красноярский учебный центр федеральной противопожарной службы, 2010. – 84с.

4. ГОСТ Р 53325 - 2012 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний. – Введ. 01.01.2014. - Москва : Стандартинформ, 2014. – 270с.

5. ГОСТ 8732 – 78. Трубы стальные горячедеформированные. Сортамент. – Введ. 01.01.1979. - Москва : Стандартинформ, 1979. – 11с.

6. Копылов Н.П. Методика гидравлического расчета установок газового пожаротушения УГП. ПАС 725.00.000 РР: методика гидравлического расчета / Н.П. Копылов, С.С. Пустынников – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009 – 45 с.

7. Корольченко А. Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения Ч. 1.: справочник / А. Я. Корольченко, Д. А. Корольченко. – Изд. 2-е, перераб. И доп. – Москва : Асс. Пожнаука, 2004. – 713с.

8. Мусияченко Е. В. Безопасность жизнедеятельности: учебно–методическое пособие / Е. В. Мусияченко, А. Н. Минкин – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015 – 15 с.

9. О противопожарном режиме [Электронный ресурс] : пост. правительства РФ от 25.04.2012 № 390 ред. от 06.04.2016 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа : http://www.consultant.ru.

10. Повзик, Я. С. Пожарная тактика : учебник / Я. С. Повзик. – Москва : ЗАО «спецтехника», 2004. – 416 с.

11. Собурь С. В. Пожарная безопасность электроустановок : справочник / С. В. Собурь ; Под ред. В. И. Кузнецова – Изд. 3 – е, перераб. доп. – Москва : Спецтехника, 2003. – 303с.

12. Собурь, С. В. Установки пожаротушения автоматические : учебно–справочное пособие / С. В. Собурь. – Москва : ПожКнига, 2011. – 320 с.

13. СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности». - Введ 25.03.2009. – Москва : ФГУ ВНИИПО, 2009. –7 с.

14. СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические». – Введ 25.03.2009. – Москва : ФГУ ВНИИПО, 2009. – 107 с.

15. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности».. – Введ 25.03.2009. – Москва : ФГУ ВНИИПО, 2009. – 35 с.

16. СП 52.13330.2011 «Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95». . – Введ. 20.05.2011. – Москва : ОАО ЦПП, 2011. – 75с.

17. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс] : федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ ред. от 13.07.2015 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: http://www.consultant.ru.

18. Черкасов В.Н. Обеспечение пожарной безопасности электроустановок : учебное пособие / В.Н. Черкасов, В.И. Зыков ; Под. общ. ред. В.И. Зыкова – Москва: Пожнаука, 2010. -406с.

19. Черкасов В.Н. Пожарная безопасность электроустановок :учебник / В.Н. Черкасов, Н.П. Костарев ; Под общ. ред. Канд. техн. наук, профессора В.Н. Черкасова – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2002 - 377с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
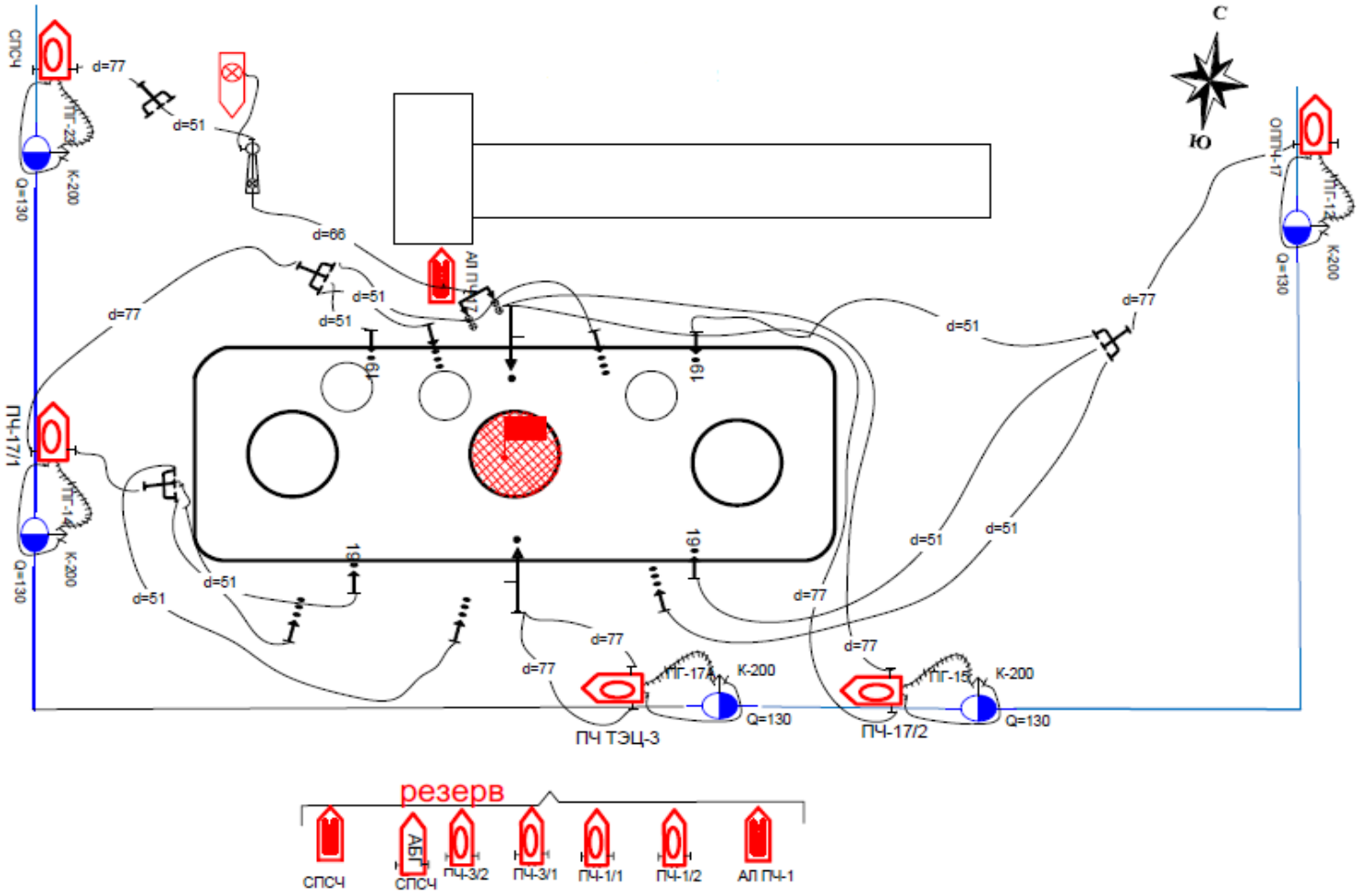
Схема расстановки сил и средств, для тушения пожара в резервуаре