

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

Институт нефти и газа
Кафедра «Пожарная безопасность»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ А.Н. Минкин
подпись инициалы, фамилия
« _____ » _____ 2016 г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

20.05.01 «Пожарная безопасность»

код и наименование специальности

Организация тушения пожара на насосно-наливной станции на примере АО
«Ачинский НПЗ ВКН»

Руководитель	_____	<u>канд.пед.наук, доцент</u>	<u>Н.В. Москвин</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Выпускник	_____		<u>Д.Л. Гаврилюк</u>
	подпись, дата		инициалы, фамилия
Рецензент	_____	<u>канд.пед.наук, доцент</u>	<u>Е.В. Домаев</u>
	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Экономическая часть	_____	<u>канд.техн.наук, доцент</u>	<u>С.Н. Масаев</u>
наименование раздела	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Часть БЖД	_____	<u>канд.техн.наук, доцент</u>	<u>А.Н. Минкин</u>
наименование раздела	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия
Нормоконтролёр	_____	<u>ассистент, инженер</u>	<u>О.В. Помолотова</u>
наименование раздела	подпись, дата	должность, ученая степень	инициалы, фамилия

Красноярск 2016

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

Институт нефти и газа
Кафедра «Пожарная безопасность»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ А.Н. Минкин

подпись инициалы, фамилия

«_____» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме дипломной работы

Красноярск 2016

Студенту Гаврилюк Дмитрию Леонидовичу

Группа НГ11-06 Специальности - 20.05.01 «Пожарная безопасность»

Тема выпускной квалификационной работы: Организация тушения пожара на насосно-наливной станции на примере АО «Ачинский НПЗ ВКН»

Утверждена приказом по университету № _____ /с от _____ г.

Руководитель ВКР Н.В. Москвин канд.пед.наук,доцент

Исходные данные для ВКР:

1. Схемы и характеристика объекта;

2. Общие сведения объекта;

Перечень разделов ВКР;

1. Статистика пожаров;

2 Оперативно-тактическая характеристика объекта АО «Ачинский НПЗ ВКН»;

3 Особенности развития пожара;

4 Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны;

5 Рекомендации по организации тушения пожара;

6 Экономическая часть;

7 Безопасность жизнедеятельности;

Заключение;

Руководитель ВКР

подпись

Н. В. Москвин
инициалы и фамилия

Задание принял к исполнению

подпись

Д. Л. Гаврилюк
инициалы и фамилия студента

« ____ » _____ 2016г.

Календарный график

Выполнение этапов ДР

Наименование и содержание этапов	Срок выполнения
Сбор информации по объекту	24.04.2016-10.05.2016
Аналитическая часть, инженерные расчеты	11.05.2016-25.05.2016
Графическая часть	26.05.2016-6.06.2016

Руководитель ДР

(подпись)

Н.В Москвин
(инициалы и фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

Д.Л Гаврилюк
(инициалы и фамилия студента)

«__» _____ 2016 г.

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Организация тушения пожара на насосно-наливной станции на примере АО Ачинский НПЗ» содержит 71 страницы печатного текста, 5 иллюстраций, 16 таблиц, 51 формулу, 14 использованных источников.

Ключевые слова: НЕФТЕПРОДУКТ, НАСОСНО-НАЛИВНАЯ СТАНЦИЯ, ПОЖАР, ОРГАНИЗАЦИЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА, НЕФТЬ.

Объектом исследования дипломной работы является насосно-наливная станция «Ачинского НПЗ»

В случае чрезвычайной ситуации (пожар, взрыв) на насосно-наливной станции предприятие может понести большие материальные потери. В связи с выше сказанным защита установки является актуальной.

Целью дипломной работы является: увеличить эффективность работы противопожарных подразделений объекта.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- Провести анализ по пожарам
- Детально изучить оперативно-тактическую характеристику объекта
- Изучить особенности развития пожара
- Произвести расчет сил и средств по тушения пожара
- Предоставить экономическое обоснование принятых решений

Результатов дипломной работы является разработка наиболее эффективного варианта тушения пожара.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Статистика пожаров.....	6
2 Оперативно-тактическая характеристика объекта АО «Ачинский НПЗ ВКН» 8	
2.1 Общие сведения об насосно-наливной станции АО «Ачинский НПЗ ВКН»	10
2.2 Данные о системе противопожарной защиты насосной станции	11
2.2.1 Пожарная сигнализация	11
2.2.2 Оповещение людей о пожаре.....	12
2.2.3 Пожаротушение насосной.....	12
2.2.4 Противопожарное водоснабжение	13
2.2.5 Коммуникации.....	13
3 Особенности развития пожара.....	14
3.1 Обоснования возможных мест возникновения пожара	14
3.2 Пути возможного распространения пожара.....	15
3.3 Места возможных обрушений строительных конструкций и оборудования, взрывы аппаратов и оборудования.....	15
3.4 Возможные зоны задымления и прогнозируемая концентрация продуктов горения	17
3.5 Иные параметры возможного пожара.....	17
3.6 Определение взрывопожарной опасности веществ и материалов, образующихся в процессе производства.	17
3.7 Наиболее пожароопасные объекты насосно-наливной станции, меры профилактики	20
3.7.1 Насосные по перекачке нефтепродукта.....	20
3.7.2. Резервуарные парки	21
4 Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны.....	23
4.1 Рекомендуемые средства и способы тушения пожара.....	24
4.2 Расчёт необходимого количества сил и средств на тушение пожара в насосно-наливной станции.....	27

4.3 Расчёт необходимого количества сил и средств на тушение пожара в РВС-3000	35
4.4 Расчетные и справочные	46
5 Рекомендации по организации тушения пожара.	48
5.1 Рекомендации руководителю тушения пожара (РТП).....	48
5.2 Рекомендации начальнику штаба (НШ)	48
5.3 Рекомендации начальнику тыла (НТ)	49
5.4 Рекомендации представителю объекта.....	49
5.6 Требования охраны труда и техники безопасности	50
6 Экономическая часть	51
6.1 Расчет затрат на ликвидацию пожара	51
6.2 Стоимость израсходованных огнетушащих веществ.....	55
6.3 Ущерб от пожара.....	56
6.4 Косвенный ущерб.....	57
7 Безопасность жизнедеятельности.....	61
7.1 Освещение.....	61
7.2 Производственный микроклимат	61
7.3 Мероприятия по защите от повышенного уровня шума.....	62
Заключение	69
Список сокращений	70
Список использованных источников	71

ВВЕДЕНИЕ

Нефтеперерабатывающая промышленность, считается основной отраслью Российской Федерации, и ее продукт в значительной мере устанавливает темпы развития прочих сфер в нашей стране.

Предприятия нефтеперерабатывающей промышленности представляют собой комплекс сложных многоцелевых производств, различающихся высокой степенью механизации и автоматизации, непрерывным циклом работы и большой взаимосвязью различных технологических установок.

На предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности с пожаровзрывоопасной технологией, резервуарах готовой продукции почти всегда имеются условия для возникновения и быстрого распространения возникшего пожара. Это объясняется наличием в резервуарах большого количества легковоспламеняющихся, горючих жидкостей и горючих веществ. В ряде случаев отсутствуют специальные противопожарные преграды на путях возможного распространения огня. На разветвленных коммуникациях продуктопроводов, транспортерах, в проемах строительных конструкций, вентиляционных и аспирационных устройствах, в лотках и траншеях для прокладки трубопроводов и т.д.

Средний убыток от одного пожара на предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности в 2,3 раза больше среднего убытка, приходящегося на один пожар по всей стране.

Помимо непосредственных потерь от пожаров на промышленных предприятиях по производству нефтехимической продукции, необходимо принимать во внимание косвенные убытки, возникающие от простоя или снижения объемов производства как на самом предприятии, так и на предприятиях-смежниках.

Большое количество ЛВЖ и ГЖ в аппаратуре и емкостях, у рабочих мест и на складах вызывается чаще всего потребностями производства, т.е. его

высокой производительностью, особенностями технологического процесса, потребностью запасов материала с целью предоставления непрерывности деятельности, производства.

Подходящие условия для стремительного распространения пламени на крупные площади формируются при авариях на резервуарах и трубопроводах, сопровождающихся разливом ЛВЖ и ГЖ, загазованностью помещений, открытых установок и территорий.

На объектах нефтеперерабатывающей промышленности каждый год случаются большие пожары, на которых гибнут люди и наносятся значительные экономические потери национальному хозяйству России.

В случае чрезвычайной ситуации (пожар, взрыв) на насосно-наливной станции предприятие может понести большие материальные потери. В связи с выше сказанным защита установки является актуальной.

Целью дипломной работы является: увеличить эффективность работы противопожарных подразделений объекта.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

- Провести анализ по пожарам
- Детально изучить оперативно-тактическую характеристику объекта
- Изучить особенности развития пожара
- Произвести расчет сил и средств по тушения пожара
- Предоставить экономическое обоснование принятых решений

1. Статистика пожаров

Предприятия нефтепереработки являются опасными производственными объектами. Аварии на них в состоянии превратить регион в зону экономического бедствия.

Российская нефтепереработка насчитывает более 30 крупных по объемам переработки заводов и десятком мелких предприятий. Крупнейшие нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ) сосредоточены в европейской части страны, потому что они возникали либо в местах высокого потребления, либо рядом с нефтяными месторождениями. Эти заводы имеют длительные сроки эксплуатации.

Основная опасность для близлежащих территорий аварийная загазованность 17,9% от общего числа аварий, пожары 58,5% и взрывы 15,1%.

Увеличение темпов производства и глубины переработки нефти ведет к росту угрозы жизни людей, окружающей среде и экономическим потерям.

Пожары и взрывы на НПЗ возникают из-за:

- Нарушения правил эксплуатации и ремонта
- Изнашивания элементов оборудования
- Недоработок в проектах
- Плохого монтажа

Загазованность на предприятиях нефтехимической и химической промышленности в мире составляют 90%, из которых 43% на производственных помещениях и открытых установках.

Зарегистрировано большое число крупных пожаров и взрывов на НПЗ и предприятиях.

Были систематизированы аварии на объектах нефтепереработки в России в 2011-2015 годах.

Сведения о пожарах за 5 лет приведены в таблице 1.

Таблица 1 – общие сведения о пожарах за 2011 – 2015 год

Наименование	Год				
	2011	2012	2013	2014	2015
Количество пожаров	3	5	5	8	3
Погибло при пожарах	1	5	2	3	0

Согласно анализу 18 аварий связаны со взрывом 49%, 11 связаны с пожарами и 8 – с выбросом опасных веществ. Главной причиной аварий является старение основных фондов в технологических производствах.

На рисунке 1 изображена диаграмма ситуаций с пожарами за 5 лет.

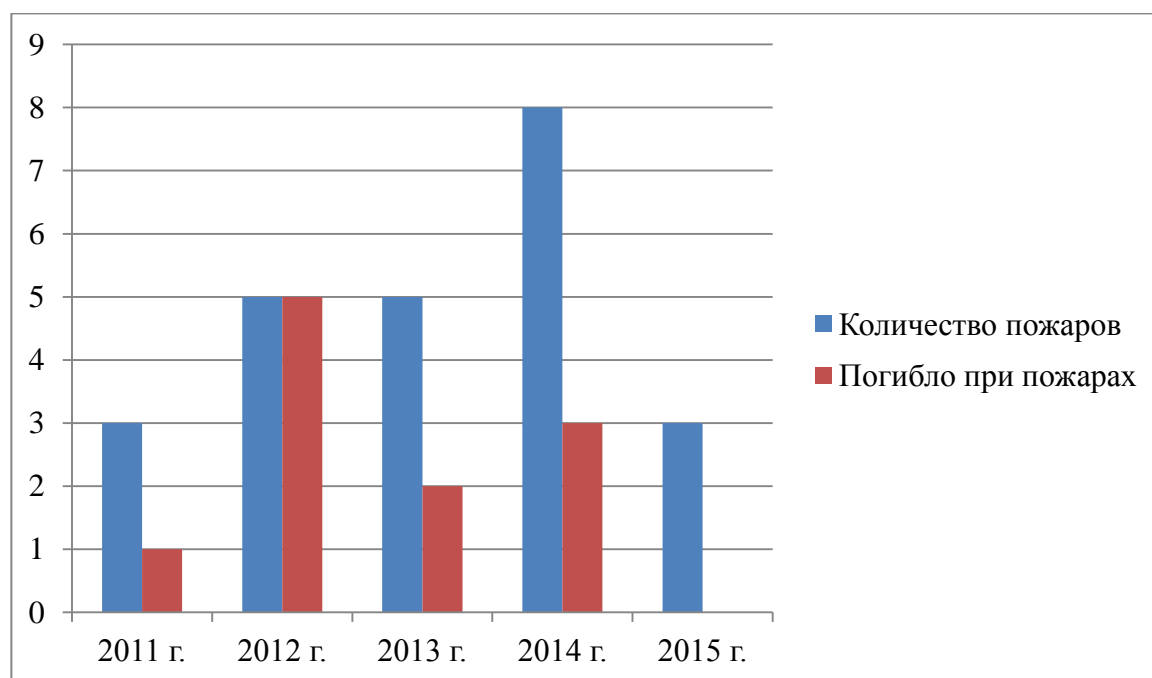


Рисунок 1 - обстановка с пожарами

2 Оперативно-тактическая характеристика объекта АО «Ачинский НПЗ ВНК»

АО «Ачинский НПЗ ВНК» ОАО «НК «Роснефть» расположен на расстоянии 18 км севернее города Ачинска на территории 790 га.

Строительство завода по переработки нефти было начато в 1972 году, введен в эксплуатацию в складские парки, расположенные на территории АО «Ачинский НПЗ ВНК» связаны сетью технологических эстакад, на них смонтировано 138 км. трубопроводов различного диаметра, по которым перекачивается ЛВЖ и ГЖ, сжиженные газы под давлением.

Объекты АО «Ачинский НПЗ ВНК» связаны сетью автомобильных дорог различного назначения, в том числе, в непосредственной близости (1,5-2 км.) проходит автомобильная дорога Ачинск-Бирилюссы, в 20 км – автомобильная дорога Федерального значения, в 18 км. – Транссибирская железнодорожная магистраль.

Город Ачинск расположен на расстоянии 168 км северо-западнее г. Красноярска. Ачинское муниципальное образование расположено вдоль правого берега реки Чулым на площади 124 кв. км. Население города 111,56 тысячи человек.

Ачинский нефтеперерабатывающий завод предназначен для переработки сырой нефти до 7,500 млн. тонн, с получением следующих продуктов:

- мазут
- дизельное топливо
- авиационный керосин
- товарный бензин Регуляр-92, Премиум-95, (Евро-5)
- битум дорожный
- битум строительный
- сжиженные газы (пропан, i-бутан, n-бутан)

Сырье – нефть поступает на предприятие по системе трубопроводов ОАО «Трансибнефть» в парк сырьевых резервуаров, РВС-1, РВС-2, РВС-3 вместимостью по 50 000 м³. каждый, с расходом до 3000 м³/час.

Транссибирская железнодорожная магистраль определяет схему отгрузки товарной продукции:

- 95% перевозят по железной дороге,
- 5%-автотранспортом.

В технологическую схему предприятия входят различные установки:

- электрообессоливание и атмосферная перегонка нефти,
- каталитический риформинг , с предварительной гидроочисткой бензина;
- гидроочистка керосина;
- гидроочистка дизельного топлива;
- газофракционирующая установка,
- вакуумная перегонка мазута и производство битума;
- установка регенерации амилового раствора и производство серы;
- выносной парк сжиженных газов ;
- товарно-сырьевой парк,
- наливные эстакады для отгрузки нефтепродукта в железнодорожный и автомобильный транспорт
- газофакельное хозяйство

Территория завода имеет ливневую канализацию, которая включает в себя приемные колодцы, нефтеловушки, отстойники 1982 году.

Территория имеет ограждение протяженностью 16 км и охраняется ООО ЧОП «РН-Охрана-Ачинск».

На АО «Ачинский НПЗ ВНК» работает около 1,9 тысяч человек, а с сервисными и дочерними предприятиями завода - около 3,5 тысяч человек.

АО «Ачинский НПЗ ВНК» является наиболее взрывопожароопасным предприятием Красноярского края.

Все технологические производства, связанные между собой трубопроводами.

2.1 Общие сведения об насосно-наливной станции АО «Ачинский НПЗ ВКН»

Насосно-наливная станция расположена на территории промышленной площадки АО «АНПЗ ВНК», в северо-восточной части завода. Общая площадь застройки составляет 5,9 га.

Площадка насосно-наливной станция размещена на территории действующего завода со сложившейся системой подъездных и внутриквартальных автодорог. Предусмотрено 9 подъездов с разворотными площадками 12x12 м. и одна кольцевая автодорога к объектам станции с существующих автодорог, обеспечивающих проезд всех необходимых транспортных средств, механизмов и пожарных машин.

Насосно-наливная станция предназначена для перекачки светлых нефтепродуктов на эстакады налива в соответствии с Российскими техническими стандартами (№ 118 от 27.02.2008 г.).

Насосно-наливная станция состоит из следующих помещений:

- насосной – категория помещения по взрывной опасности – А;
- аппаратной – категория помещения по взрывной опасности – В-4;
- ПВК – категория помещения по взрывной опасности – Д;
- ТП – категория помещения по взрывной опасности – Д.

В помещении насосной установлены четыре позиции насосов различной производительности, два смесителя. Насосы предназначены для подачи нефтепродуктов из резервуарных парков на эстакады налива.

Насосно-наливная станция, представляет собой одноэтажное, однопролетное здание прямоугольной формы с размерами в осях - 93,4 x 12 м. Шаг колонн – 6 м., пролет ж/б балок - 12 м. Высота этажа до низа ж/б балок в

помещениях насосной и ПВК составляет – 6,6 м., в помещениях аппаратной и ТП – 4,8 м. Плиты покрытия сборные железобетонные ребристые.

Стеновое ограждение – «Сэндвич», крепятся к ветровым ригелям. Перегородки и внутренние стены из обычного глиняного кирпича М75.

Помещение насосной категории «А» отделено от помещений категории «Д» противопожарной стеной 1-го типа. Необходимая площадь легкобрасываемых конструкций обеспечивается площадью остекления и участков легкобрасываемой кровли.

2.2 Данные о системе противопожарной защиты насосной станции

2.2.1 Пожарная сигнализация

Пожарная сигнализация организована на базе адресно-аналоговой системы «Орион». В аппаратной на подвесном потолке, за подвесным потолком и под фальшполом устанавливаются дымовые оптико-электронные извещатели ИП-41М. В трансформаторной подстанции на потолке и под фальшполом устанавливаются дымовые оптико-электронные извещатели ИП-58. В насосной устанавливаются извещатели пламени во взрывозащищенном исполнении ИПЭС. Каждая точка площади контролируется не менее чем двумя пожарными извещателями. Сигналы о срабатывании извещателей поступают на прибор приемно-контрольный «Сигнал-20П», установленный в помещении аппаратной.

Аппаратура системы пожарной сигнализации формирует команды:

- на управление автоматическими установками пожаротушения;
- на управление системой оповещения;
- на отключение вентсистем и закрытие противопожарных клапанов при пожаре.

У входов в насосную, аппаратную, трансформаторную подстанцию, по периметру парков на расстоянии не более 100 метров установлены ручные пожарные извещатели ЕхИП535-1В-Н-Т, предназначенные для подачи сигнала тревоги непосредственно человеком при визуальном обнаружении пожара.

2.2.2 Оповещение людей о пожаре

В насосной станции установлена система оповещения людей о пожаре (СОУЭ), предназначенной для своевременного сообщения персоналу информации о возникновении пожара. Выполнена СОУЭ I типа, предусматривающая подачу звуковых сигналов.

Включение СОУЭ производится автоматически при срабатывании пожарной сигнализации или дистанционно оператором.

В качестве звуковых оповещателей используются взрывозащищенные звуковые оповещатели ЕхОППЗ-2В, «Свирель» с уровнем звука не менее 95 дБ.

2.2.3 Пожаротушение насосной

Помещение насосной станции оборудовано автоматической установкой пенотушения. Для автоматической установки пенотушения насосной предусмотрена установка 17 пеногенераторов средней кратности ГПС-600 и подводящего коллектора раствора пенообразователя Ду 200 мм от насосной пенотушения РПСН и ГП.

Пенотушение предусмотрено пеной средней кратности с интенсивностью $0,17 \text{ л/схм}^2$, концентрацией раствора пенообразователя 6%.

Пуск насосов автоматический от извещателей пламени установленных в помещении насосной и дистанционный от кнопок, расположенных на входе в технологическую насосную. Одновременно спуском насосов открывается электроприводная задвижка, установленная на подводящем коллекторе раствора пенообразователя.

Кроме того, для насосной предусмотрена система водяного пожаротушения от внутреннего противопожарного водопровода с установленными на нем пожарными кранами.

2.2.4 Противопожарное водоснабжение

Существующая сеть кольцевого противопожарного водопровода АО «АНПЗ ВНК» обеспечивает одновременное тушение двух пожаров в производственной зоне и в зоне сырьевых или товарных парков.

На насосной станции предусмотрена кольцевая сеть противопожарного водопровода 250 мм с подключением к заводской кольцевой сети противопожарного водопровода 1 - й категории обеспеченности подачи воды.

На сети противопожарного водоснабжения вдоль автомобильных дорог на расстоянии не более 100 метров друг от друга установлены пожарные гидранты для подключения передвижной пожарной техники.

Для охлаждения стационарно установлены 2 лафетных ствола из условия работы двух лафетных стволов с диаметром насадка 28 мм: расход воды 40,0 л/сек. (на 2 лафетных ствола), давление у насадка 4,0 – 6,0 кг/см². Расстановка лафетных стволов выполнена из условия орошения защищаемого оборудования. Лафетные стволы стационарно подключены к кольцевой сети противопожарного водопровода.

2.2.5 Коммуникации

Электроснабжение насосной станции обеспечена силовым электроснабжением 6 кВ и осветительным - 220 В от РТП-4 и собственной трансформаторной подстанции.

Вентиляция в помещениях насосной, аппаратной и трансформаторной подстанции предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция. В помещении технологической насосной предусмотрена аварийно-вытяжная вентиляция, срабатывающая от автоматических датчиков загазованности при достижении ПДК углеводородов.

Отопление центральное водяное в ПВК, воздушное помещений насосной, аппаратной и трансформаторной подстанции.

Связь телефонная общезаводская, телефоны находятся в помещениях насосной и аппаратной.

3 Особенности развития пожара

Распространение пожара обычно происходит по поверхности паровоздушной смеси разлившихся горючих жидкостей, через дверные, оконные и технологические проемы, по воздуховодам вентиляции, продуктопроводам, освобожденным от продукта (до их продувки), трубопроводам промышленной канализации и т.д.

3.1 Обоснования возможных мест возникновения пожара

Процесс перекачки нефтепродукта характеризуется:

- наличием большого количества взрывопожароопасных продуктов в насосах и трубопроводах;
- свойством нефтепродуктов воспламеняться от источника огня;
- возможностью возникновения пожара и взрыва в случае разгерметизации трубопроводов и насосов;
- свойством нефтепродуктов накапливать статическое электричество;
- опасностью разгерметизации системы из-за коррозии или эрозии в насосах и трубопроводах;
- присутствие продукта в трубопроводах под избыточным давлением;
- наличие электрооборудования, работающего под напряжением;
- наличие оборудования, имеющегодвигающиеся, вращающиеся и вибрирующие части.

При нарушениях технологического режима, несоблюдении правил пожарной безопасности, а также при авариях возможно:

- возникновение пожара и взрыва при утечке нефтепродуктов или сжиженных углеводородных газов в результате разгерметизации фланцевых соединений, насосов и запорной арматуры;
- отравление персонала парами нефтепродуктов в случае утечки через неплотности фланцевых соединений насосов, нарушении правил промышленной безопасности при проведении газоопасных работ;
- взрыв, воспламенение паров нефтепродуктов или сжиженных углеводородных газов за счет образования статического электричества или нарушения правил перекачки продуктов;

3.2 Пути возможного распространения пожара

В связи с тем, что в местах возможного возникновения пожара, описанных в п.3.1, выполнены конструктивные решения по нераспространению пожара, максимальное распространение пожара будет ограничено:

- в здании насосной, площадью помещения технологической насосной, отделенной от других помещений противопожарной стеной I-го типа;
- в промежуточных резервуарах – площадью парка, ограниченной железобетонным ограждением резервуаров.

3.3 Места возможных обрушений строительных конструкций и оборудования, взрывы аппаратов и оборудования

Аварии, вызванные полным разрушением оборудования, могут возникнуть только в результате факторов техногенного характера, террористических действий, планомерного постоянного нарушения норм технологического режима или при полном отключении системы автоматизации. При правильном квалифицированном ведении технологического процесса и своевременном проведении профилактических обслуживания возникновение данной аварии

маловероятно, т.к. технологический процесс и оборудование оснащены системой противоаварийной сигнализации и блокировок, постоянным контролем состояния подшипников вращающегося оборудования, а также вибромониторингом, которые направлены на недопущение разрушения оборудования.

При нарушении норм технологического процесса, нарушениях герметичности соединений, разрушениях аппаратов, возможны выбросы легковоспламеняющихся и взрывоопасных газов. При неблагоприятном стечении обстоятельств утечки могут приводить к возникновению аварийных ситуаций с взрывами, вспышками газопаровоздушных смесей (ГВС) и пожарами. Основными поражающими факторами при возникновении аварийных ситуаций на станции смешения являются тепловое излучение и ударная волна взрыва ГВС.

Таблица 4 – Количество веществ, участвующих в создании поражающих факторов

№ сценария	Результат развития аварийной ситуации	Основной поражающий фактор	Количество опасного вещества, т	
			участвующего в аварии	участвующего в создании поражающих факторов
1	Мгновенная разгерметизация смесителя СМ-1, СМ-2	Ударная волна	0,565	0,306
		Пожар разлития		0,259
2	Мгновенная разгерметизация Р-40	Ударная волна	2625.5	3,45
		Пожар разлития		2187.9

3.4 Возможные зоны задымления и прогнозируемая концентрация продуктов горения

Вещества, находящиеся в технологическом оборудовании, хранящихся в емкостном оборудовании, при горении образуют минимальное количество продуктов горения, участвующих в процессе дымообразования. В связи с этим зоны задымления будут минимальными.

3.5 Иные параметры возможного пожара

При пожаре в насосно-наливной станции возможно образования зон с низким содержанием кислорода, не выходящих за пределы помещения насосной, ограниченной строительными конструкциями с нормируемым пределом огнестойкости.

3.6 Определение взрывопожарной опасности веществ и материалов, образующихся в процессе производства.

Научно-технические процессы цеха характеризуются присутствием взрывоопасных и пожароопасных элементов. Огромное число нефтепродуктов, обращающихся в научно-техническом производстве, открытый их налив в ЖД. цистерны, перекачивание значительного числа горючего элемента, содержание нефти и нефтепродуктов при катастрофах имеют все шансы послужить причиной взрыва либо пожара.

Мы знаем, то что плотность многих нефтепродуктов меньше плотности воды, а при сохранении обводненных нефтепродуктов влага отделяется с них и накапливается в нижних частях резервуара. Так же температура кипения воды ниже средней температуры кипения нефтепродуктов. При контакте с технологически нагретыми или горящими нефтепродуктами, вода может быстро вскипеть, приводя к увеличению внутреннего давления и к выбросам.

Зимой скопление воды нередко приводит к размораживанию трубопроводов. При этом нефтепродукты, попавшие в воду, всплывают и растекаются по её поверхности, образуя плёнку. Горение таких плёнок происходит после аварийного растекания нефтепродуктов в водные акватории.

Вязкость большинства нефтепродуктов не значительна и они свободно растекаются на большие расстояния, создавая благоприятные условия для распространения пожара.

Электропроводность всех нефтепродуктов не большая. Фактически все они являются диэлектриками и при движении способны к электризации. Заряды статического электричества возникают при трении нефтепродуктов об стенки в трубопроводах, насосах, арматуре, при прохождении струи через слой воздуха и ударе о твёрдую поверхность. Величина возникающих зарядов статического электричества в некоторых случаях достаточна для возникновения мощного электрического заряда, который может послужить технологическим источником зажигания для возникновения пожара.

Содержание серы в виде различных соединений или в чистом виде обуславливают высокую коррозирующую активность нефтепродуктов в процессе хранения. Кроме того, сера взаимодействует с металлами образует пиррофорны, то есть вещества, способные самовозгораться на воздухе.

Насыщенность паров нефтепродуктов больше плотности воздуха

Паровоздушные смеси по нижним пределам воспламенения приблизительно в 1,1 раза, а не разбавленные смеси паров нефтепродуктов в 1,5 раза тяжелей воздуха. Поэтому паровоздушные смеси, оседая на землю, медленно рассеиваются в атмосфере.

Посредством продолжительного выветривания на воздухе в открытой ёмкости температура вспышки почти каждого нефтепродукта может быть сниже до такого уровня, что нефтепродукт из легко воспламеняющего стает просто горючим.

Прибавка даже сравнительно большого количества тяжелых нефтепродуктов к легким, мало влияет на показатели пожарной опасности

легких нефтепродуктов. Примесь же не больших количеств бензина к другим легким нефтепродуктам, к мазуту или маслу сразу увеличивает их пожарную опасность.

Основные показатели пожарной опасности нефтепродуктов таблица 5. [4].

Таблица 5 – Основные показатели пожарной опасности нефтепродуктов

Наименование	температура вспышки, °С	Температура самовоспламенения, °С
Нефть	С -18 до -23	230 - 350
Бензин	-27 до -39	225 - 370
дизельное топливо	Более 65	300
Керосин	Более 28	220
Мазут	Более 90	350

Линейная скорость выгорания нефтепродуктов представлена в Таблице 5.

Таблица 5.1 – Линейная скорость выгорания и прогрева углеводородных жидкостей

Наименование горючей жидкости	Линейная скорость выгорания, м/ч	Линейная скорость прогрева горючего, м/ч	Температура прогретого слоя
Бензин	0,30	0,10	-
Керосин	0,25	0,10	-
Дизельное топливо	0,20	0,08	-
Нефть	0,15	0,40	130 - 160
Мазут	0,10	0,30	200 - 300

3.7 Наиболее пожароопасные объекты насосно-наливной станции, меры профилактики

3.7.1 Насосные по перекачке нефтепродукта

Насосные станции для перекачки легковоспламеняющихся и горючих жидкостей имеют повышенную пожарную опасность, так как перекачивают их в внушительном количестве, из работающих насосов при нарушении целостности уплотнений возможны утечки, при повреждении выкидной линии насоса или разрушении его деталей, большое количество горючих веществ выходит наружу и образует газоопасную концентрацию паров. Есть также условия для появления источников зажигания и для быстрого распространения пламени. Большая пожарная опасность возникает в периоды остановки на ремонт. Причинами повреждений насосов и их обвязки являются гидравлические удары и вибрация.

Теплота трения подшипников, сальников насосов и двигателей, повышенная температура перекачиваемого нефтепродукта (выше $T_{св}$), искры при разрядах статического электричества, неисправность электрооборудования могут служить источниками зажигания в насосной-наливной станции.

Меры профилактики.

Подготовку насоса к ремонту с использованием огнеопасных работ производят в следующей последовательности:

- останавливают насос;
- закрывают задвижки на приемной и напорной линиях;
- избыточное давление в полости насоса снижают до атмосферного;
- освобождают насос от горючей жидкости;
- отключают насос от действующих линий заглушками;
- промывают и пропаривают насос;
- вскрывают насос.

Эффективен централизованный ремонт насосного оборудования, при котором неисправные насосы заменяют новыми, заранее отремонтированными

в специализированных цехах. Во время работы насоса не допускается убыль жидкости через сальник. Набивка и подтягивание сальников, их крепление, а также другие виды ремонта у работающих насосов не выполняются. При использовании сальниковых насосов применяют насосы с торцевыми уплотнителями.

Резко не поднимают и не опускают число оборотов центробежных насосов во избежание гидравлических ударов в линиях. Нагнетательные трубопроводы центробежных насосов обеспечивают пружинными предохранительными, клапанами, предусматривают блокировку, предотвращающую пуск насосов при закрытых задвижках. Возникновение вибрации насосов предотвращают их правильным выбором, точной регулировкой и устройством надежного фундамента.

Все приемные и напорные трубопроводы насосов имеют добавочные запорные устройства, размещаемые снаружи насосной на расстоянии не более 50 м и не менее 3 м или прямо у глухой стены здания. Подшипники насосов своевременно смазывают. регулярно контролируют температуру подшипников и сальников, не допуская их перегрева. Насосы и их обвязку заземляют.

3.7.2. Резервуарные парки

Пожарная опасность хранения нефтепродуктов определяется возможностью образования горючей концентрации внутри и снаружи емкости.

Опасность образования горючей среды внутри емкости, в том числе и мелкой тары при неподвижном уровне нефтепродукта, можно описать как температурные условия хранения. Для емкостей наземного хранения, которые летом могут подвергаться длительному тепловому воздействию солнечного света, концентрация насыщения будет определяться не температурой хранимой жидкости, а температурой поверхностного слоя (она может отличаться от $T_{\text{раб}}$, жидкости на 10-15 градусов по Цельсию).

Так, если жидкость хранят в емкости с неподвижным уровнем при температуре, близкой к температуре окружающей среды, то:

- емкости с бензином опасны зимой;
- емкости с керосином опасны летом в солнечную погоду;
- емкости с дизельным топливом безопасны в любое время года.

Наибольшей свойственной предпосылкой дефекта резервуаров с неподвижной крышкой может являться формирование повышенного давления или же вакуума при несоблюдении порядка работы дыхательных приборов ключевым образом зимой вследствие примерзания тарелок дыхательных клапанов или оледенения кассет огнепреградителя.

С целью предотвращения данной угрозы применяют не примерзающие дыхательные клапаны, которые обеспечивают не примерзаемость тарелок.

Но угроза оледенения огнепреградителя остаётся. Она вызывается конденсацией паров воды, содержащихся в вытесняемой при «выдохе» из резервуара паровоздушной смеси.

Возникающий при негативных температурах наружного воздуха водяной конденсат со временем намерзает, инициируя сокращение проходного сечения огнепреградителя. По этой причине в данных обстоятельствах необходима такая дыхательная арматура резервуаров, в которой предупреждалась бы возможность охлаждения огнепреградителей до отрицательных температур. Такое может быть достигнуто их утеплением, со специальным обогревом, размещением в объеме резервуара с положительной температурой хранимого продукта и т.п.

4 Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны

Расписание выездов подразделений пожарной охраны представлены в таблице 6

Таблица 6 - Выписка из расписания выездов подразделений пожарной охраны объекта.

Ранг пожара	Подразделение, место дислокации	Кол-во и тип пожарных автомобилей, шт.	Численность боевого расчета. чел.	Расстояния от пож. подразделений до объекта, км	Время следования Зимнее/ летнее	Время развёртывания сил и средств, мин.	Примечания
1	2	3	4	5	6	7	8
2	ПЧ филиала «Красноярский»	АЦ-6-40	5	2,5	2/3		
		АЦ-5-40	5	2,5	2/3		
		АПТ-8-60	4	2,5	3/3		
		АЦ-6-100	2	2,5	2/3		
		АР-2	1	2,5	2/3		
	ПНС-10	1	2,5	2/3			
	ПЧ-32	АЦ-40(130)	4	34	33/36		
		АЦ-40(130)	4	34	33/36		
	ПЧ-124	АЦ-7-40	4	25	25/28		
		(53215) АЦ-40 (130)	4	25	25/28		
	ПЧ-15	АЦ-40 (130)	4	35	35/38		
1	2	3	4	5	6	7	8
	АЛПДС	АЦ-5-40	1	21	21/25		

Окончание таблицы 6

Всего:		9 АЦ; 1 АПТ; 1 АР; 1 ПНС	39				
3	ПЧ филиала «Красноярский»	АЦ-6-40	6	2,5	62/63	6	2 АТС-59 Вывозимая емкость с ПО объемом 18 м3
		АЦ-5-40	6	2,5	62/63		
		АПТ-8-60	6	2,5	62/63		
		АПТ-7-60	3	2,5	62/63		
		ПНС-110	3	2,5	62/63		
		ПНС-110	2	2,5	62/63		
		АР-2	3	2,5	62/63		
		АСА-20	1	2,5	62/63		
	ПЧ-124	АЦ-40	5	25	85/88	6	ПНС-110 рез.
		АЦ-40	5	25	85/88		
	ПЧ-32	АЦ-40	5	34	93/96		
АЦ-40		5	34	93/96			
ПЧ-15	АЦ-40	5	35	95/98			
	АЦ-40	5	35	95/98			
ЦПБ и АСР	АЦП-5/6	5	47	47/98			
Всего:		18 АЦ; 3 АПТ; 2 АР; 4ПНС-110; 2 АТС-59; 1 АСА-20.	104				

4.1 Рекомендуемые средства и способы тушения пожара

Для ликвидации пожара и защиты оборудования, как правило, применяются компактные и распыленные струи воды, а также воздушно-механическая пена различной кратности.

Защиту технологического оборудования организуют с момента прибытия первых подразделений и продолжают в периоды локализации и ликвидации пожара. Для этого используют автоматические средства защиты и огнетушащие средства, подаваемые передвижной пожарной техникой.

Защита от воздействия тепла осуществляется путем орошения факела пламени распыленной водой, охлаждения поверхности оборудования водой или пеной, а также путем устройства водяных завес.

При охлаждении технологического оборудования необходимо обеспечивать орошение всей поверхности горящих и половины поверхности соседних аппаратов и установок. Необходимость орошения соседних аппаратов определяется расстоянием до фронта пламени.

Компактные струи воды используются в основном для тушения факелов жидкостей или сухих газов. При этом на высоте до 12-15 метров тушение производится ручными пожарными стволами, а на высоте до 30 метров – лафетными.

Для тушения горючих жидкостей, разлитых на поверхности земли, используют водяные струи, причем компактные струи для смыва горячей жидкости, а распыленные – для тушения.

Воздушно-механическую пену используют для тушения нефти и нефтепродуктов в технологических аппаратах насосных, лотках, канализации. Подают воздушно-механическую пену поэтапно по мере сосредоточения на пожаре расчетного количества сил и средств. Пенные струи можно использовать в комбинации с водяными, при этом для тушения вертикальных поверхностей используют водяные струи, для разлитого нефтепродукта – пенные.

Технологические установки оборудуют стационарными системами защиты от теплового воздействия и тушения пожара: стационарными лафетными стволами, установками водяного орошения для защиты от теплового воздействия колонных аппаратов, установками тушения пенами или паром.

Возникновение и развитие пожара в резервуаре с нефтью или нефтепродуктом, как правило, начинается со взрыва паровоздушной смеси, частичного или полного отрыва (обрушения) крыши и воспламенения жидкости на всей свободной поверхности. Полный отрыв крыши и сбрасывание ее силой взрыва на землю (иногда она отбрасывается на несколько десятков метров) наиболее благоприятен для последующего тушения пожара. Однако при наличии в паровоздушном пространстве резервуара бедной или очень богатой смеси (близкой к нижнему или верхнему концентрационному пределу воспламенения), что особенно часто наблюдается в современных резервуарах вместимостью 10 - 20 тыс. м³ и более и в резервуарах с понтонами, происходит лишь частичный отрыв крыши, как правило, в местах крепления ее к верхнему поясу, и в начале загораются только пары жидкости, которые выходят через щели, образовавшиеся в местах отрыва крыши.

Горение очищенной нефти и нефтепродуктов на свободной поверхности происходит сравнительно спокойно. Высота светящейся части факела пламени 1,5 - 2 диаметра резервуара. При ветре пламя наклоняется под углом к горизонту и имеет примерно те же размеры.

Температура светящейся части пламени в зависимости от вида горючей жидкости колеблется в пределах 1000 - 1300°С.

В первые минуты горения на поверхности устанавливается температура, близкая к температуре кипения горючей жидкости или равная средней температуре кипения многофракционной жидкости (для большинства нефтепродуктов выше 100°С). При длительном горении нефти и нефтепродуктов температура на их поверхности будет постепенно повышаться, это обстоятельство существенно влияет на стойкость и эффективность пен при тушении пожара.

С увеличением скорости ветра до 8 - 10 м/с., скорость выгорания возрастает на 30 - 50%. Сырая нефть и мазут, содержащие эмульсионную воду, могут выгорать с большей скоростью, а скорость нарастания прогретого слоя может при этом достигать 1 м/час.

Температура стенки резервуара ниже уровня жидкости почти не превышает, температуру самой жидкости, вследствие чего, при уровне заполнения в резервуаре стенки не деформируются. И наоборот, стенки резервуара выше уровня горючей жидкости под воздействием пламени в первые минуты свободного горения сильно раскаляются и, если ее не охладить, начинается деформироваться. В реальных пожарах через 15 - 20 минут после начала пожара свободный борт металлического резервуара разогревался до температуры красного каления и деформировался (свертывался), если его не охлаждали.

В резервуарах с понтоном при концентрации паров хранимой жидкости, близкой к стехиометрической, силой взрыва крыша может быть сброшена или оторвана по длине борта резервуара и (что более вероятно) обрушена внутрь. Падение крыши внутрь резервуара, как правило, вызывает потопление понтона и вскрытие поверхности нефтепродукта по всей площади резервуара, в результате горение происходит по всему свободному зеркалу жидкости[13].

4.2 Расчёт необходимого количества сил и средств на тушение пожара в насосно-наливной станции

Для увеличения эффективности пожарных подразделений объекта и снижение затрат на тушение пожара, путем уменьшения количества личного состава требуемого для тушения.

Предлагается ввести в эксплуатацию установку комбинированного тушения пожара. УКТП «Пурга - 50».

Произведем расчет сил и средств до введения Пурга-50.

Находим время свободного развития пожара:

$$T_{св} = T_{дс} + T_{сб} + T_{сл} + T_{бр} \quad (1)$$

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

$T_{бр}$ - 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.

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

$$T_{св} = 5 + 1 + 3 + 5 = 14 \text{ мин.}$$

Определяем площадь пожара на нулевой отметке:

$S_{п}$ - равна площади помещения насосной 576м^2

$$S_{п} = S_{т}$$

Определяем количество столов Антинор-1500 для тушения пожара на нулевой отметке:

$$N_{Ант}^T = S_{п} \cdot I_{тр} / Q_{ств} \quad (2)$$

$$N_{Ант}^T = 576 \cdot 0,08 / 25 = 1,8 \text{ (2 шт.)}$$

Определяем требуемый расход раствора пенообразователя:

$$Q_{тр}^p = S_{п} \cdot I^p \quad (3)$$

где, I^p – интенсивность подачи 6% раствора пенообразователя при тушении пожаров воздушно-механической пеной (ВМП) – $0,08 \text{ л/м}^2\text{с}$

$$Q_{тр}^p = 576 \cdot 0,08 = 46,08 \text{ л/с}$$

Определяем фактический расход раствора пенообразователя:

$$Q_{\phi}^p = N_{\text{Ант}}^T \cdot Q_{\text{Ант}}^p \quad (4)$$

$$Q_{\phi}^p = 2 \cdot 25 = 50 \text{ л/с}$$

Определяем количество стволов для охлаждения оборудования насосной.

Для охлаждения оборудования используем переносные лафетные стволы с диаметром насадка 32 мм и производительностью 28 л/с

$$N_{\text{лаф}}^{\text{охл}} = S_{\text{охл}} \cdot I_{\text{тр}} / Q_{\text{ств}} \quad (5)$$

где, $S_{\text{охл}}$ = площади помещения расположенного в нем оборудования 320 м²

$I_{\text{тр}}$ – интенсивность подачи воды на охлаждение оборудования – 0,3 л/м²с

$$N_{\text{лаф}}^{\text{охл}} = 320 \cdot 0,3 / 28 = 3,4 \text{ (4шт.)}$$

Определяем требуемый и фактический расход воды на тушение пожара и защитные действия.

Так как при проведении пенной атаки в помещении насосной станции смешения бензинов, охлаждение оборудования будет нецелесообразно (разрушит слой подаваемой пены), то задействуем стволы «Антинор-1500» как для охлаждения оборудования в насосной, так и для проведения пенной атаки.

Определяем требуемый расход воды на тушение пожара стволами «Антинор-1500»:

$$Q_{\text{тр}}^T = Q_{\text{тр}}^p \cdot 0,94 \quad (6)$$

$$Q_{\text{тр}}^T = 46,08 \cdot 0,94 = 43,32 \text{ л/с}$$

Определяем фактический расход воды на тушение стволами «Антинор-1500»:

$$Q_{\Phi}^T = N_{\text{АНТ}}^T \cdot Q_{\text{АНТ}}^P \cdot 0,94 \quad (7)$$

$$Q_{\Phi}^T = 2 \cdot 25 \cdot 0,94 = 47 \text{ л/с}$$

Определяем требуемый расход воды для защитных действий:

$$Q_{\text{тр}}^3 = S_{\text{охл}} \cdot I_{\text{тр}} \quad (8)$$

$$Q_{\text{тр}}^3 = 320 \cdot 0,3 = 96 \text{ л/с}$$

Определяем фактический расход воды для защитных действий:

$$Q_{\Phi}^3 = N_{\text{лаф}} \cdot Q_{\text{ств}} \quad (9)$$

$$Q_{\Phi}^3 = 3 \cdot 28 + 2 \cdot 25 = 134 \text{ л/с}$$

Определяем требуемый расход пенообразователя на тушение пожара:

$$Q_{\text{тр}}^{\text{по}} = Q_{\text{тр}}^P \cdot 0,08 \quad (10)$$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{по}} = 46,08 \cdot 0,08 = 3,69 \text{ л/с}$$

Определяем фактический расход пенообразователя на тушение пожара:

$$Q_{\Phi}^{\text{по}} = N_{\text{Пурга}}^T \cdot Q_{\text{Пурга}}^P \cdot 0,08 \quad (11)$$

$$Q_{\Phi}^{\text{по}} = 1 \cdot 50 \cdot 0,08 = 4 \text{ л/с}$$

Определяем общий расход пенообразователя на тушение пожара с учетом коэффициента разрушения пены $K=3$:

$$Q_{\text{общ}}^{\text{по}} = Q_{\text{ф}}^{\text{по}} \cdot 60 \cdot t_p \cdot K \quad (12)$$

$$Q_{\text{общ}}^{\text{по}} = 4 \cdot 60 \cdot 15 \cdot 3 = 10800 \text{ л} - \text{при фактическом расходе}$$

где, t_p – расчетное время тушения пожара от передвижной техники - 15 мин. [9]

K – коэффициент запаса пены равный – 3. [4]

Для создания необходимого запаса пенообразователя используем автомобиль пенного тушения АПТ-8

Определяем количество машин для подачи огнетушащих веществ на тушению пожара и защитных действий.

Определяем количество машин для работы «Антинор-1500»:

$$N_M = N_{\text{АНТ}}^T / N_{\text{АНТ}}^{\text{СХ}} \quad (13)$$

где, $N_{\text{АНТ}}^T$ – количество «Антинор-1500» для тушения пожара – 1.

$N_{\text{АНТ}}^{\text{СХ}}$ - максимальное количество «Антинор-1500» работающих от одной АЦ – 1.

$$N_M = 2/1 = 2$$

Определяем количество АЦ для подачи переносных лафетных стволов по охлаждению оборудования насосной.

$$N_M = Q_{\text{ф}}^3 / Q_{\text{н}} = 134/56 = 2 \quad (14)$$

$$Q_{\text{н}} = N_{\text{лаф}} \cdot Q_{\text{ств}} = 3 \cdot 28 = 56 \text{ л/с} \quad (15)$$

Определяем количество личного состава:

$$N_{л/с} = N_{Ант}^T \cdot 3 + N_{Ант}^{охл} \cdot 2 + N_{лаф}^{охл} \cdot 3 + (N_M^T + N_M^3) + N_p + N_{БУ} \quad (16)$$

$$N_{л/с} = 2 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 2 + (1 + 2) + 2 + 2 + 1 = 24 \text{ чел.}$$

Определяем количество отделений основного назначения.

$$N_{отд} = N_{л/с} / 4 \quad (17)$$

$$N_{отд} = 24 / 4 = 6$$

Вывод: согласно проведенным расчетам на тушение данного пожара предусмотрена автоматическая высылка сил и средств по первому сообщению по рангу пожара ВЫЗОВ № 2.

Проведем расчет сил и средств с применением УКТП «Пурга - 50».

Определяем количество устройств комбинированного тушения пожаров (УКТП) «Пурга-50» для тушения пожара на нулевой отметке по формуле (2):

$$N_{Пурга}^T = 576 \cdot 0,08 / 50 = 0,92 \text{ (1 шт.)}$$

Определяем требуемый расход раствора пенообразователя по формуле (3):

$$Q_{тр}^p = 576 \cdot 0,08 = 46,08 \text{ л/с}$$

Определяем фактический расход раствора пенообразователя по формуле (4):

$$Q_{ф}^p = 1 \cdot 50 = 50 \text{ л/с}$$

Определяем количество стволов для охлаждения оборудования насосной по формуле (5):

Для охлаждения оборудования используем переносные лафетные стволы с диаметром насадки 32 мм и производительностью 28 л/с.

$$N_{\text{лаф}}^{\text{охл}} = 320 \cdot 0,3 / 28 = 3,4 \text{ (4шт.)}$$

Определяем требуемый и фактический расход воды на тушение пожара и защитные действия.

Так как при проведении пенной атаки в помещении насосной станции, охлаждение оборудования будет нецелесообразно (разрушит слой подаваемой пены). Задействуем УКТП «Пурга-50» как для охлаждения оборудования в насосной, так и для проведения пенной атаки.

Определяем требуемый расход воды на тушение пожара «Пурга-50» по формуле (6):

$$Q_{\text{тр}}^{\text{т}} = 46,08 \cdot 0,94 = 43,32 \text{ л/с}$$

Определяем фактический расход воды на тушение УКТП «Пурга-50» по формуле (7):

$$Q_{\text{ф}}^{\text{т}} = 1 \cdot 50 \cdot 0,94 = 47 \text{ л/с}$$

Определяем требуемый расход воды для защитных действий по формуле (8):

$$Q_{\text{тр}}^{\text{з}} = 320 \cdot 0,3 = 96 \text{ л/с}$$

Определяем фактический расход воды для защитных действий по формуле (9):

$$Q_{\Phi}^3 = 1 \cdot 28 + 2 \cdot 50 = 128 \text{ л/с}$$

Определяем требуемый расход пенообразователя на тушение пожара по формуле (10):

$$Q_{\text{тр}}^{\text{по}} = 46,08 \cdot 0,08 = 3,69 \text{ л/с}$$

Определяем фактический расход пенообразователя на тушение пожара по формуле (11):

$$Q_{\Phi}^{\text{по}} = 1 \cdot 50 \cdot 0,08 = 4 \text{ л/с}$$

Определяем общий расход пенообразователя на тушение пожара с учетом коэффициента разрушения пены $K=3$ по формуле (12):

$$Q_{\text{общ}}^{\text{по}} = 4 \cdot 60 \cdot 15 \cdot 3 = 10800 \text{ л} - \text{при фактическом расходе}$$

где, t_p – расчетное время тушения пожара от передвижной техники - 15 мин. [9]

K – коэффициент запаса пены равный – 3. [4]

Для создания необходимого запаса пенообразователя используем автомобиль пенного тушения АПТ-8

Определяем количество машин для подачи огнетушащих веществ на тушению пожара и защитных действий.

Определяем количество машин для работы УКТП «Пурга-50» по формуле (13)

$$N_M = 1/1 = 1$$

Определяем количество АЦ для подачи переносных лафетных стволов на охлаждение оборудования насосной:

$$N_M = Q_{\Phi}^3 / Q_H = 128/28 = 4$$

$$Q_H = N_{\text{лаф}} \cdot Q_{\text{ств}} = 1 \cdot 28 = 28 \text{ л/с}$$

Определяем количество личного состава по формуле (16):

$$N_{\text{л/с}} = 1 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 1 \cdot 2 + (1 + 2) + 2 + 2 + 1 = 17 \text{ чел.}$$

Определяем количество отделений основного назначения по формуле (17):

$$N_{\text{отд}} = 17/4 = 5$$

Вывод: Из расчетов видно, что при применении «Пурга-50» снизилось количество личного состава и количество подразделений основного назначения требуемого для тушения пожара сценария № 1.

4.3 Расчёт необходимого количества сил и средств на тушение пожара в РВС-3000

Определяем время свободного развития пожара $T_{\text{св}}$ до прибытия первого пожарного подразделения по формуле (1):

$$T_{\text{св}} = 5 + 1 + 3 + 5 = 14 \text{ мин}$$

Вычисляем площадь пожара поверхности резервуара:

$$S_{\text{п}} = S_{\text{рез}} = 283 \text{ м}^2$$

Определяем расход воды для тушения пожара и защитных действий:

$$Q_{\text{тр}}^{\text{т}} = S_{\text{т}} \cdot I_{\text{тр}} \quad (18)$$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{т}} = 283 \cdot 0,08 = 22,64 \text{ л/с.}$$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{гр}} = P_{\text{р}} \cdot I \quad (19)$$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{гр}} = 60 \cdot 0,8 = 48 \text{ л/с.}$$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{ср}} = n \cdot 0,5_{\text{тр}} \quad (20)$$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{ср}} = 1 \cdot 0,5 \cdot 60 \cdot 0,3 = 9 \text{ л/с.}$$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{ср}} = Q_{\text{тр}}^{\text{т}} + Q_{\text{тр}}^{\text{гр}} + Q_{\text{тр}}^{\text{ср}} \quad (21)$$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{ср}} = 22,64 + 48 + 9 = 79,64 \text{ л/с}$$

Так как в ПЧ филиала «Красноярский» на АТС-59 установлены пожарные водопенные мониторы «Минатор-4000» определяем требуемое количество:

$$S_{\text{т}1\text{мин}} = Q_{\text{мин}}^{\text{р}} / I_{\text{тр}} \quad (22)$$

$$S_{т1\text{мин}} = 66,7/0,08 = 833,75 \text{ м}^2$$

Для тушения необходимо 1 «Минатор-4000».

Определяем необходимое количество стволов на защиту горящего и соседних резервуаров по полупериметру со стороны горящего, стволами «Антинор-1500» с расходом 25 л/с.:

$$N_{\text{лаф}}^{\text{гр}} = P_p \cdot I/Q_{\text{лаф}} \quad (23)$$

$$N_{\text{лаф}}^{\text{гр}} = 60 \cdot 0,8/25 = 1,92 \text{ (2 ств.)}$$

$$N_{\text{ств}}^{\text{ср}} \langle \text{А} \rangle = n \cdot 0,5 \cdot P_p \cdot I/Q_{\text{ств}} \langle \text{А} \rangle \quad (24)$$

$$N_{\text{ств}}^{\text{ср}} \langle \text{А} \rangle = 1 \cdot 0,5 \cdot 60 \cdot 0,3/7,4 = 1,22 \text{ (2 ств.)}$$

Из тактических соображений принимаем 3 ств. «Б» на защиту ствольщиков на позициях и АТС-59 при проведении пенной атаки.

Определяем фактический расход воды на тушение пожара и защиту:

$$Q_{\text{ф}} = N_{\text{мин}}^{\text{т}} \cdot Q_{\text{мин}}^{\text{т}} + N_{\text{Ант}}^3 \cdot Q_{\text{Ант}}^3 + N_{\text{ствА}}^3 \cdot Q_{\text{ствА}}^3 + N_{\text{ствБ}}^3 \cdot Q_{\text{ствБ}}^3 \quad (25)$$

$$Q_{\text{ф}} = 1 \cdot 66,7 + 2 \cdot 25 + 2 \cdot 7,4 + 3 \cdot 3,7 = 138,87 \text{ л/с.}$$

Определяем общий расход пенообразователя, м³ на тушение пожара с учетом разрушения пены K=3:

$$Q_{\text{общ}}^{\text{по}} = N_{\text{мин}}^{\text{т}} \cdot Q_{\text{мин}}^{\text{по}} \cdot 60 \cdot t_p \cdot K \quad (26)$$

$$Q_{\text{общ}}^{\text{по}} = 1 \cdot 4,02 \cdot 60 \cdot 15 \cdot 3 = 10854 \text{ л. (10,854 м}^3\text{)}$$

Определяем требуемую численность личного состава:

$$N_{\text{лич.сост.}} = N_{\text{Ант}} \cdot 2 + N_{\text{СТВ«А»}} \cdot 2 + N_{\text{СТВ«Б»}} \cdot 1 + N_{\text{раз}} \cdot 1 + N_{\text{ац}} \cdot 1 \quad (27)$$

$$N_{\text{лич.сост.}} = 2 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 1 + 4 \cdot 1 + 5 \cdot 1 = 20 \text{ чел.}$$

Определяем требуемое количество отделений по формуле (17):

$$N_{\text{отд}} = 20/4 = 5$$

Вывод: согласно проведенным расчетам на тушение данного пожара предусмотрена автоматическая высылка сил и средств по первому сообщению по рангу пожара ВЫЗОВ № 2.

Аналогично проведем расчеты с использованием «Пурга-50». Так же как и для сценария №1.

Определяем расход воды для тушения пожара и защитных действий:

$$Q_{\text{тр}}^{\text{г}} = 283 \cdot 0,08 = 22,64 \text{ л/с.}$$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{гр}} = 60 \cdot 0,8 = 48 \text{ л/с.}$$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{ср}} = 1 \cdot 0,5 \cdot 60 \cdot 0,3 = 9 \text{ л/с.}$$

$$Q_{\text{тр}}^{\text{ср}} = 22,64 + 48 + 9 = 79,64 \text{ л/с}$$

Так как в ПЧ филиала «Красноярский» на АТС-59 установлены пожарные водопенные мониторы «Минатор-4000» определяем требуемое количество по формуле (22):

$$S_{т1\text{мин}} = 66,7/0,08 = 833,75 \text{ м}^2$$

Для тушения необходимо 1 «Минатор-4000».

Определяем необходимое количество стволов на защиту горящего и соседних резервуаров по полупериметру со стороны горящего с использованием УКТП «Пурга-50» с расходом 50 л/с. По формулам (23) и (24):

$$N_{\text{лаф}}^{\text{гр}} = 60 \cdot 0,8/50 = 0,96 \text{ (1 ств.)}$$

$$N_{\text{ств}}^{\text{сп}} \text{ «А»} = 1 \cdot 0,5 \cdot 60 \cdot 0,3/7,4 = 1,22 \text{ (2 ств.)}$$

Из тактических соображений принимаем 2 ств. «Б» на защиту ствольщиков на позициях и АТС-59 при проведении пенной атаки.

Определяем фактический расход воды на тушение пожара и защиту по формуле (25):

$$Q_{\text{ф}} = 1 \cdot 66,7 + 1 \cdot 50 + 2 \cdot 7,4 + 2 \cdot 3,7 = 135,17 \text{ л/с.}$$

Определяем общий расход пенообразователя, м³ на тушение пожара с учетом разрушения пены $K=3$ по формуле (26):

$$Q_{\text{общ}}^{\text{по}} = 1 \cdot 4,02 \cdot 60 \cdot 15 \cdot 3 = 10854 \text{ л. (10,854 м}^3\text{)}$$

Определяем требуемую численность личного состава по формуле (27):

$$N_{\text{лич.сост.}} = N_{\text{пурга}} \cdot 2 + N_{\text{ств«А»}} \cdot 2 + N_{\text{ств«Б»}} \cdot 1 + N_{\text{раз}} \cdot 1 + N_{\text{ац}} \cdot 1 \quad (27)$$

$$N_{\text{лич.сост.}} = 1 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + 4 \cdot 1 + 4 \cdot 1 = 16 \text{ чел.}$$

Определяем требуемое количество отделений по формуле (17):

$$N_{\text{отд}} = 17/4 = 4$$

Вывод: Таким образом при использовании Пурга-50 удалось снизить фактический расход воды на защиту, количество личного состава и подразделений для тушения пожара по сценарию № 2.

Организация тушения пожара в насосной приведена в таблице 7.

Таблица 7 - Организации тушения пожара в насосной станции

Время от начала распространения пожара	Возможная обстановка пожара	Q ^{в тр} л/с	Q ^{по тр} л/с	Введено стволов на тушение и защиту				Q ^{в ф} л/с	Q ^{по ф} л/с	Рекомендации РТП
				Б	А	Л	УКТП Пурга-50			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ч+12 мин	В результате разгерметизации фланцевого соединения трубопровода произошел разлив нефтепродукта в насосной на нулевой отметке с последующим воспламенением. S _п = 576 м ² Высокая температура, угроза оборудованию насосной На пожар прибывает дежурный караул филиала «Красноярский»	96	43,32				3	100		<ul style="list-style-type: none"> - 1 отд. – АЦ 6-40 установить на ПГ-110 К-150 и подать Пурга-50 на охлаждение оборудования в насосной с юго-восточной стороны; - 2 отд. – АЦ 5-40 установить на ПГ-109 К-250 и подать Пурга-50 на охлаждение оборудования в насосной с восточной стороны; - 3 отд. – АПТ 8-60 провести подготовку к пенной атаке совместно с АЦ 2 отд.; - 4 отд. – АЦ 6-100 установить на ПГ-15-3 К - 250 подать Пурга-50 на охлаждение оборудования в насосной с северо-восточной стороны; - 5 отд., 6 отд. – АР-2 и ПНС-10 установить в резерв;

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ч+25 мин	Обстановка та же $S_{п} = 576 \text{ м}^2$ На пожар прибывает отделение пожарной команды АЛСПД на АЦ и дежурный караул ПЧ-124 в составе двух отделений	96	43,32			1	3	100		- АЛПДС АЦ-5-40 установить на ПГ-15-4, личному составу подать лафетный ствол на охлаждение оборудования в насосной с западной стороны; - ПЧ-124 в резерв;
Ч+35	Обстановка та же $S_{п} = 576 \text{ м}^2$ Доставлен резерв пенообразователя.	96	3,69			1	3	128	4	- АЦ 2 отд. ФК прекратить подачу воды на охлаждения оборудования, собрать рабочие линии для проведения пенной атаки; РТП проверяет готовность сил и средств к проведению пенной атаки, получает подтверждение готовности и отдает команду «Ствольщикам на позициях прекратить подачу воды на охлаждение оборудования насосной» 2 отделению ПЧ филиала «Красноярский» на проведение пенной атаки.

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ч+50	Пожар потушен, продолжается охлаждение технологического оборудования с целью предотвращения повторного загорания					1	3	128		РТП передает на ЦППС через начальника штаба о ликвидации пожара и продолжении охлаждения оборудования до безопасного температурного режима.

Организация тушения пожара резервуара приведена в таблице 8

Таблица 8 - Организации тушения пожара рвс-3000

Время от начала распространения пожара	Возможная обстановка пожара	Q ^в тр л/с	Q ^{по} тр л/с	Введено стволов на тушение и защиту				Q ^в ф л/с	Q ^{по} ф л/с	Рекомендации РТП
				Б	А	Л	Минат ор4000			
Ч+12 мин	Горит РВС-3000 S _п =283м ² Создалась угроза распространения пожара на соседний резервуар.	79,64	1.36	1	2	1		64		-1 отд. – АЦ установить на ПГ-6-30 и подать Пурга-50 на охлаждение горящего резервуара с северной стороны; - 2 отд. – АЦ установить на ПГ-15-4 и подать 2 ствола «А» на охлаждение соседнего резервуара; - 3 отд. - АПТ-8 установить на ПГ-6-28 и провести подготовку к пенной атаке совместно с АТС-59; - 4 отд. – АЦ установить на ПГ - 6-29, личному составу подать 1 ствол «Б» на охлаждение ствольщика на позиции и 1 ствол «Б» на защиту оборудования АТС-59 -5 отд. - АР установить в резерв; 6 отд. – ПНС в резерв.
Ч+25	Обстановка та же S _п = 283 м ² На пожар прибывает отделение пожарной команды АЛСПД на АЦ и дежурный караул ПЧ-124 в составе двух отделений	79,64	1.36	1	2	1		71		- АЦ АЛПДС в резерв; - ПЧ-124 отделения установить в резерв личный состав собрать рабочие линии для проведения пенной атаки;

Окончание таблицы 8

Ч+35	<p>Обстановка та же</p> <p>$S_{п} = 283\text{м}^2$</p> <p>На пожар прибывает начальник СПТ и дежурный караул ПЧ-15 в составе двух отделений, два отделения ПЧ-32, АТС-59.</p>	79,64	1.36	2	2	1	1	141	4,02	<p>- ПЧ-15 АЦ 1 отделение в резерв</p> <p>- ПЧ-15 2 отделение и отделения ПЧ-32 АЦ и личный состав в резерв.</p> <p>РТП проверяет готовность сил и средств к проведению пенной атаки, получает подтверждение готовности и дает команду на проведение пенной атаки;</p>
Ч+50	<p>Пожар потушен, продолжается охлаждение горящего и рядом стоящего резервуара с целью предотвращения повторного загорания</p>				2	1		64		<p>РТП передает на ЦППС через начальника штаба о ликвидации пожара и продолжении охлаждения РВС до безопасного температурного режима</p>

4.4 Расчетные и справочные

УКТП «Пурга – 50» предназначена для получения воздушно-механической пены средней кратности с повышенной дальностью подачи.

Установка используется для тушения пожаров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, твердых горючих материалов, а также для создания светотеплозащитных экранов в районах аварий, катастроф, стихийных бедствий, для дегазации и дезактивации, маскировки объектов гражданского и военного назначения.

УКТП «Пурга - 50» работоспособна при использовании всех типов отечественных пенообразователей, в том числе пленкообразующих (фторированных), с концентрацией от 2 до 6% и зарубежных с концентрацией от 1 до 6%.

Отличается от аналогов:

- повышенной скоростью тушения пожаров ЛВЖ и ГЖ;
- увеличенной дальностью подачи пены средней кратности;
- повышенной скоростью растекания пены по поверхности горения;
- повышенной мобильностью и механизацией процесса доставки пены в зону горения.

Таблица 9 - Нормативные интенсивности подачи пены средней кратности для тушения пожаров в резервуарах

Вид нефтепродукта	Нормативная интенсивность подачи раствора пенообразователя, л/кв.м.*сек		
	Пенообразователи общего назначения	Пенообразователи целевого назначения	
		Фторсодержащие	
	Углеводородные	не пленкообразующие	пленкообразующие
1	2	3	4

Окончание таблицы 9

1	2	3	4
Нефть и нефтепродукты с $T_{всп} \cdot 28^{\circ}\text{C}$ и ниже, ГЖ нагретые выше $T_{всп}$.	0.08	0.06	0.05
Нефть и нефтепродукты с $T_{всп}$ более 28°C	0.05	0.05	0.04
Стабильный газовой конденсат	-	0.12	0.1

Нормативные интенсивности подачи пены низкой кратности для тушения пожаров в резервуарах приведены в таблице 10.

Таблица 10-Нормативные интенсивности подачи пены низкой кратности для тушения пожаров в резервуарах

Вид нефтепродукта	Нормативная интенсивность подачи раствора пенообразователя, л/кв.м.*сек					
	Фторсодержащие Пенообразователи непленкообразую щие		Фторсинтетические пленкообразующие пенообразователи		Фторпротеин овые пленкообразу ющие пенообразова тели	
	На поверхно с ть	В слой	На повер хност ь	В слой	На повер хност ь	В слой
Нефть и нефтепродукты с $T_{всп} 28^{\circ}\text{C}$ и ниже	0.08	-	0.07	0.10	0.07	0.10
Нефть и нефтепродукты с $T_{всп}$ более 28°C	0.06	-	0.05	0.08	0.05	0.08
Стабильный газовой конденсат	0.12	-	0.10	0.14	0.10	0.14

Нормативные интенсивности подачи воды на охлаждение приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Нормативные интенсивности подачи воды на охлаждение

Способ орошения	Интенсивности подачи воды на охлаждение, л/сек на метр длины окружности резервуара типа РВС		
	Горящего	Не горящего соседнего	При пожарах в обваловании
Стволами от передвижной пожарной техники	0.8	0.3	1.2
Для колец орошения:			
- при высоте РВС более 12 метров	0.75	0.3	1.1
- при высоте РВС 12 метров и менее	0.5	0.2	1.0

5 Рекомендации по организации тушения пожара.

5.1 Рекомендации руководителю тушения пожара (РТП)

- Провести разведку пожара.
- Принять меры по отключению электроэнергии на данном участке.
- Через обслуживающий персонал прекратить технологические операции и подачу нефтепродуктов в трубопроводы находящиеся в зоне пожара.
- Создать оперативный штаб тушения пожара с привлечением в него специалистов предприятия.
- Разбить пожар на участки тушения с постановкой задач.

5.2 Рекомендации начальнику штаба (НШ)

- В состав штаба ввести представителей администрации объекта.

- Произвести расстановку сил и средств, в соответствии с распоряжениями РТП.
- При необходимости вызвать дополнительные силы и средства.
- Организовать работу связи на пожаре, сбор информации от НУТ, ее анализ и подготовка готовых предложений РТП по тушению пожара.
- Вести учет работающим на месте пожара силам и средствам, производить необходимые расчеты и вести соответствующую документацию

5.3 Рекомендации начальнику тыла (НТ)

- При необходимости, через диспетчера поднять давление в водопроводной сети.
- Произвести разведку дополнительных водоисточников.
- Организовать встречу и расстановку прибывающей на место пожара техники.
- Создать резерв сил и средств для тушения пожара.
- Через представителей объекта организовать заправку пожарной техники ГСМ.

5.4 Рекомендации представителю объекта

- Является консультантом РТП.
- Организует взаимодействие рабочих и служб предприятия с подразделениями пожарной охраны.
- Осуществляет общее руководство действиями главных специалистов предприятия.

5.6 Требования охраны труда и техники безопасности

При тушении пожара необходимо обеспечить выполнение требований «Правил по охране труда в подразделениях Государственной противопожарной службы Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ПОТ РО-01-2002)

Перед началом разворачивания руководитель тушения пожара (РТП) обязан:

- выбрать и указать личному составу наиболее безопасные и кратчайшие пути прокладки рукавных линий, переноска оборудования и инвентаря;

- установить технику, оборудование и расположить личный состав на безопасном расстоянии с учетом возможного вскипания, выброса, разлива горячей жидкости и положение зоны задымления, а также, чтобы они не препятствовали расстановке прибывших сил и средств;

- избегать установки техники с подветренной стороны;

- работать в средствах защиты (ТОК) или под прикрытием стволов;

- установить единые сигналы для быстрого оповещения людей об опасности и известить о них весь личный состав, работающий на пожаре (сигнал на эвакуацию личного состава должен принципиально отличаться от других сигналов на пожаре);

- определить пути отхода в безопасное место.

- В процессе подготовки к тушению пожара назначить наблюдателей за поведением горящих и соседних с ними коммуникаций.

При проведении разворачивания запрещается:

- начинать его до полной остановки автомобиля;

- надевать на себя лямку присоединенного к рукавной линии пожарного ствола при подъеме на высоту;

- переносить инструмент, обращенный рабочими поверхностями (режущими, колющими) по ходу движения;
- поднимать на высоту рукавную линию, заполненную водой;
- подавать воду до выхода ствольщиков на позиции (подавать воду в рукавные линии следует постепенно, повышая давление, чтобы избежать падение ствольщиков и разрыва рукавов) [14].

6 Экономическая часть

Целью экономической части дипломного проекта является:

- расчет затрат на ликвидацию пожара с использованием УКТП «Пурга – 50»
- расчет затрат на ликвидацию пожара без использования УКТП «Пурга – 50»
- расчет экономического ущерба предприятию в случае пожара

В процессе тушения пожара насосно-наливной станции был применен лафетный переносной ствол с использованием полидисперстной пеной низкой кратности на основе “пенообразователя “Мультипена”

6.1 Расчет затрат на ликвидацию пожара

Суммарные затраты на ликвидацию пожара определяем по формуле:

$$P = C + Y \tag{27}$$

где, P – суммарные затраты;

C – стоимость огнетушащих средств и работы передвижной техники;

Y- возможный ущерб от пожара.

Цена тонны пенообразователя ПО-6УМ составляет Ц = 41 000 руб. Цена 1 тонны нефтепродукта – Ц = 300 000 руб. Цена 1 тонны воды – Ц = 1,7 · 3000 л = 5 100 руб. (т.е. 1тн = 1м³)

Развившийся нефтепродукт займёт площадь 576 м^2 , т.е. нефтепродукт займет площадь всей насосной. Дальнейший рост площади пожара происходить не будет, т.к., прибывшие подразделения локализуют пожар и в течении расчетного времени его ликвидируют. При этом будет использоваться (согласно расчетам) 3 автоцистерны и 2 автомобиля пенного тушения, а так же использование огнетушащих веществ:

-вода – $2\,583,5 \text{ м}^3$

-пенообразователь ПО-6УМ – 10800 л.

Стоимость использования работы пожарной техники на пожаре:

$$C_{\text{тех}}^{\text{общ}} = C_{\text{ац}} + C_{\text{апт}} \quad (28)$$

где, $C_{\text{тех}}^{\text{общ}}$ - общая стоимость работ пожарной техники (в рублях);

$C_{\text{ац}}$ - стоимость работы автоцистерн;

$C_{\text{апт}}$ – стоимость работы автомобиля пенного тушения.

$$C_{\text{ац}} = C_{\text{топ}} + C_{\text{см}} \quad (29)$$

где, $C_{\text{топ}}$ - расход топлива (л) на 1 минуту работы с насосом равен АЦ – $0,285 \text{ л/час} = 17,1 \text{ л/час}$. С учётом расчетного времени пожара топлива составит – $68,4 \text{ л}$ бензина на 1 АЦ. Для четырех автоцистерн:

$$C_{\text{топ}} = 68,4 \cdot 4 = 205,2 \text{ л} = 0,205 \text{ м}^3 = 9562 \text{ руб} \quad (30)$$

Стоимость 1 тонны бензина АИ-92=35000 руб. Следовательно $0,205 \text{ м}^3 = 3895 \text{ руб}$.

$$C_{\text{см}} = 0,25 \cdot C_{\text{топ}} \quad (31)$$

$$C_{\text{СМ}} = 2390,5 \text{ руб}$$

Отсюда по формуле (29):

$$C_{\text{ац}} = 9562 + 2390,5 = 11952,5 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{АПТ}} = C_{\text{топ}} + C_{\text{СМ}} \tag{32}$$

где, $C_{\text{топ}}$ – для АПТ = 22л/час. С учетом расчетного времени пожара расход топлива составит - 82,8 л., дизельного топлива на 1 АПТ определим по формуле (30).

$$C_{\text{топ}} = 82,8 \cdot 1 = 82,8 = 3312 \text{ руб.}$$

Значение $C_{\text{СМ}}$ определяется по формуле (31).

$$C_{\text{СМ}} = 0,25 \cdot 6624 = 828 \text{ руб.}$$

Значение $C_{\text{АПТ}}$ определяем по формуле (32).

$$C_{\text{АПТ}} = 3312 + 828 = 4140 \text{ руб.}$$

Общая стоимость работ пожарной техники определяется по формуле (28).

$$C_{\text{тех}}^{\text{общ}} = C_{\text{ац}} + C_{\text{АПТ}} = 11952,5 + 4140 = 16\,092,5 \text{ руб.}$$

Далее таким же образом произведем расчет затрат на тушение пожара до использования УКТП « Пурга-50 »

По формуле (30).

$$C_{\text{топ}} = 68,4 \cdot 4 = 273,6 \text{ л} = 0,273 \text{ м}^3 = 9576 \text{ руб.}$$

По формуле (31).

$$C_{\text{см}} = 2394 \text{ руб.}$$

Отсюда по формуле (29).

$$C_{\text{ац}} = 9576 + 2394 = 11970 \text{ руб.}$$

По формуле (30).

$$C_{\text{топ}} = 82,8 \cdot 2 = 1643,6 \text{ л} = 9936 \text{ руб.}$$

По формуле (31).

$$C_{\text{см}} = 2484 \text{ руб.}$$

Отсюда по формуле (32).

$$C_{\text{апт}} = 12420 \text{ руб.}$$

Общая стоимость работ пожарной техники до внедрения УКТП « Пурга-50 » определяется по формуле (28).

$$C_{\text{тех}}^{\text{общ}} = C_{\text{ац}} + C_{\text{апт}} = 11970 + 12420 = 24\,390 \text{ руб.}$$

6.2 Стоимость израсходованных огнетушащих веществ

Пенообразователя ПО-6УМ:

$$C^{ПО} = W^{ПО} \cdot Ц^{ПО} \quad (32)$$

где, $Ц^{ПО}$ - цена 1 тонны пенообразователя;

$W^{ПО}$ - количество пенообразователя в тоннах;

$$C^{ПО} = 10,8 \cdot 41000 = 442\,800 \text{ руб.}$$

Воды:

$$C^{ВОД} = W^{ВОД} \cdot Ц^{ВОД} \quad (33)$$

где, $W^{ВОД}$ - количество воды в тоннах;

$Ц^{ВОД}$ - цена 1 тонны воды.

$$C^{ВОД} = 250 \cdot 12 = 3000 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{общ}}^{\text{ОВ}} = 442800 + 3000 = 445\,800 \text{ руб.}$$

$$C_i = C_{\text{общ}}^{\text{тех}} + C_{\text{общ}}^{\text{ОВ}} \quad (34)$$

$$C_i = 16092,5 + 445800 = 461892,5 \text{ руб.}$$

До введения УКТП « Пурга-50 »:

$$C_i = 24390 + 445800 = 470190 \text{ руб.}$$

Вычислим экономический эффект от применения Пурга-50 для тушения пожара в насосной .

$$\mathcal{E}_r = 470190 - 461892,5 = 8\,297,5 \text{ руб.}$$

6.3 Ущерб от пожара

$$Y = C_p + C_6 \quad (35)$$

где, C_p - стоимость насоса поврежденного пожаром;

C_6 -стоимость вылившегося и сгоревшего нефтепродукта;

$$C_6 = W_6 \cdot C_6 = Y_6 \cdot P_6 \cdot C_6 \quad (36)$$

где, W_6 – количество вытекшего нефтепродукта (в тоннах);

C_6 – цена 1 тонны нефтепродукта;

Y_6 – объем вытекшего нефтепродукта;

P_6 – плотность нефтепродукта.

$$C_6 = 6 \cdot 0,75 \cdot 47297 = 212\,782 \text{ рублей.}$$

$$C_p = (1 - N_a \cdot T/100) \cdot C_{ост} \quad (37)$$

где, N_a - нормы амортизационных отчислений = 6,3%;

T – срок эксплуатации насоса.

$$T = T_{сп}/2 = 20/2 = 10 \quad (38)$$

где, $C_{ост}$ - остаточная стоимость основных фондов, т.е., резерва ЦНСА60-125.

$$C_p = (1 - 6,3 \cdot 10/100) \cdot 705000 = 260850$$

Суммарные затраты по тушению пожара в насосной составляют:

$$П = С + J = 563896,5 + 260850 = 824\ 746 \text{ руб} \quad (39)$$

6.4 Косвенный ущерб

Косвенный ущерб, $П_{нв}$, в следствии аварии рекомендуется определять как сумму недополученной прибыли, $П_{нп}$, сумму израсходованной заработной платы и части условно-постоянных расходов (ценовых и общезаводских) за период аварии и восстановительных работ, убытков вызванных уплатой различных неустоек, штрафов, пени, $П_{ш}$, а так же убытки третьих лиц из-за недополученной прибыли

$$П_{нв} = П_{нп} + П_{зп} + П_{ш} + П_{н.т.п.л} \quad (40)$$

где, $П_{зп}$ – заработная плата и условно-постоянные расходы;

$П_{нп}$ - прибыль, недополученная за время простоя установки;

$П_{ш}$ – убытки, вызванные уплатой различных неустоек, штрафов, пени;

$П_{н.т.п.л}$ – убытки третьих лиц из-за недополученной прибыли.

$$П_{зп} = (V_{зп} \cdot A + V_{уп}) \cdot T_{п} \quad (41)$$

где, $V_{зп}$ – заработная плата одного сотрудников предприятия, руб./день;

A – количество сотрудников, не использованных для работы по причине простоя установки;

$V_{уп}$ – условно-постоянные расходы, руб/день;

$T_{п}$ – время простоя установки, дни;

$П_{зп}$ - также можно вычислить по формуле:

$$П_{зп} = (V_{зп1} \cdot N + V_{уп}) \cdot T_{пр} \quad (41.1)$$

где, $V_{зп1}$ – средняя заработная плата одного рабочего предприятия (или его простаивающего подразделения), руб./день;

N – число сотрудников, не использованных на работе по причине простоя,

Недополученной прибыли в результате простоя предприятия, $П_{нп}$, в результате аварии предлагается вычислять по формуле:

$$П_{нп} = \sum_{i=1}^n \Delta Q_i \cdot (S_i \cdot B_i) \quad (42)$$

где, n – количество видов новопроизведённого продукта (услуги);

ΔQ_i – объем i -го вида продукта, новопроизведённого вследствие аварии:

$$\Delta Q_i = (Q_i^0 - Q_i^1) \cdot T_{п.рi} \quad (43)$$

где, Q_i^0 – средний дневной(месячный, квартальный, годовой) объем выпуска i -го вида продукта до аварии;

Q_i^1 – средний дневной (месячный, квартальный, годовой) объем выпуска i -го вида продукта после аварии;

S_j - средняя оптовая цена единиц i -го новопроизведённого продукта на дату аварии, руб.;

B_j – средняя себестоимость единиц i -го новопроизведённого продукта на момент аварии.

$T_{п.рi}$ – время, необходимое для ликвидации повреждений и разрушений, восстановлений объемов выпуска продукции на доаварийном уровне.

В случае решения начальствующей организации не восстанавливать опасный производственный объект до исходного состояния, показатели $П_{зп}$ и $П_{нп}$ можно найти исходя из годовой прибыли предприятия. Тогда в этом случае ущерб организации, связанный с повреждением, уничтожением

основных фондов, товарно-материальных ценностей, и косвенный ущерб в сумме не должны превышать рыночной стоимости данного объекта в доаварийном состоянии.

Убытки, вызванные уплатой различных штрафов, пени и пр., $P_{ш}$, можно вычислить как сумму различных штрафов, пени и прочих санкций, наложенных на предприятие вследствие не выполнения сроков поставки, контрактов или других обязательств, не выполненных из-за аварии на опасном производственном предприятии.

Косвенный ущерб для третьих лиц, как правило, рассчитывается так же как и убытки предприятия по данному показателю.

Источниками информации для оценки потерь от простоя в результате аварии могут быть материальные расследования технических причин аварии, экономико-статистические показатели отрасли и предприятия, счета сторонних организаций, иски, штрафы, пени за невыполнение договорных обязательств организации, пострадавшей от аварии.

Нам известно, что на предприятии заработная плата рабочих $V_{зп}$, составляет 35 тыс. руб./мес. (700 руб./день); число сотрудников, не задействованных на работе в результате аварии, составляет 50 чел.; часть условно-постоянных расходов $V_{зп}$, составляет 30 тыс.руб/день.

Значение $P_{зп}$, обозначает сумму израсходованной зарплаты и части условно-постоянных расходов, при $T_{пр}=10$ дней, по формуле (41.1) составит:

$$P_{зп} = (700 \cdot 50 + 35000) \cdot 10 = 700 \text{ тыс. руб.}$$

Разница между отпускной ценой продукции и средней себестоимостью единицы новопроизведённого продукта на дату аварии составило 1500 руб., 1000 руб. для каждого вида новопроизведённого продукта соответственно. Время необходимое для ликвидации повреждений и разрушений. Требуемое время восстановления объемов производства на доаварийном уровне будет 30,

15 дней. Разница между объемами среднего дневного выпуска каждого вида продукции до аварии и среднего дневного выпуска продукции после аварии составляет 500, 250т.

Из этого следует, что недополученная прибыль в результате аварии составит:

$$1500 \cdot 30 \cdot 100 + 1000 \cdot 15 \cdot 250 = 8230 \text{ тыс. руб}$$

Потери, вызванные уплатой различных штрафов, пени и пр., $P_{ш}$, не считаются, так как никаких санкций к предприятию не было применено.

Так как соседние организации не пострадали от аварии, недополученная прибыль третьих лиц не рассматривается.

Таким образом, косвенный ущерб будет равен по формуле (40).

$$P_{нв} = 700\,000 + 8\,230\,000 = 8930 \text{ тыс. руб}$$

Вывод: Предприятие несет большие материальные потери. Время необходимое для ликвидации повреждений и разрушений, восстановление объемов выпуска продукции на доаварийном уровне составит 30-15 дней. Разница между объемами среднего дневного выпуска каждого вида продукции до аварии с среднего дневного выпуска продукции после аварии составляет 500-250т.

Вследствие чего, стоит принимать методы тушения пожара которые снизят затраты на ликвидацию пожара. Использование УКТП « Пурга-50 » снизит расходы на тушения пожара в наносно-наливной станции. Экономический эффект от одного пожара будет составлять 8 297,5 рублей.

7 Безопасность жизнедеятельности

В нефтяном производстве на организм человека может воздействовать огромное число вредоносных и небезопасных обстоятельств. К числу физических факторов относятся: повышение температуры оборудования и окружающего воздуха, опасный уровень электрического напряжения и электромагнитного излучения. Химическими факторами являются общетоксичные, раздражающие, сенсibiliзирующие.

Основные предельно допустимые значения параметров опасных и вредных производственных факторов, следующие: температура воздуха 17-23°C, но не более 28°C, относительная влажность воздуха 40 – 75%, скорость его движения 0,2 – 0,15 м/с, уровень звука не более 85 дБА; температура на поверхности оборудования при его температуре внутри свыше 100°C - не более 45°C.

7.1 Освещение

Согласно СНИП 23-05-95 нормативные значения освещённости для машинного зала насосной 100 лк , для операторной 150 лк. Согласно ПУЭ и категоричности помещения приняты в эксплуатацию светильники с лампами марки НГ – 750 для общего освещения насосной

7.2 Производственный микроклимат

Согласно ГОСТ 12.1.005-88 оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в насосном цехе, соответственно для холодного и теплого периода, составляет: 18-20°C и 21-23°C; 60-40%; 0,2 и 0,3 м/с.

Для обеспечения нормальных условий труда в насосном цехе, согласно Сан ПиН 2.2.4.548-96 применяться:

- механизирование и автоматизирование тяжелых и трудозатратных работ, электроприводные задвижки;
- в холодное время принята водная система отопления и воздушные занавесы в проемах дверей;
- обобщенная вентиляция с подогревом в рабочее время поступающего воздуха;

7.3 Мероприятия по защите от повышенного уровня шума

Установление значимости шума в расчетной точке от оборудования

Нормирование шума на рабочих местах, общие требования к шумовым характеристикам агрегатов, механизмов и другие оборудования устанавливаются по ГОСТ 12.1.1003-83.

Целью расчета является рассчитать количество звукового давления в расчетной точке и определение необходимого снижения шума.

На рисунке 2 - приводится рисунок помещения с свидетельством расстояний между располагаемым оборудованием.

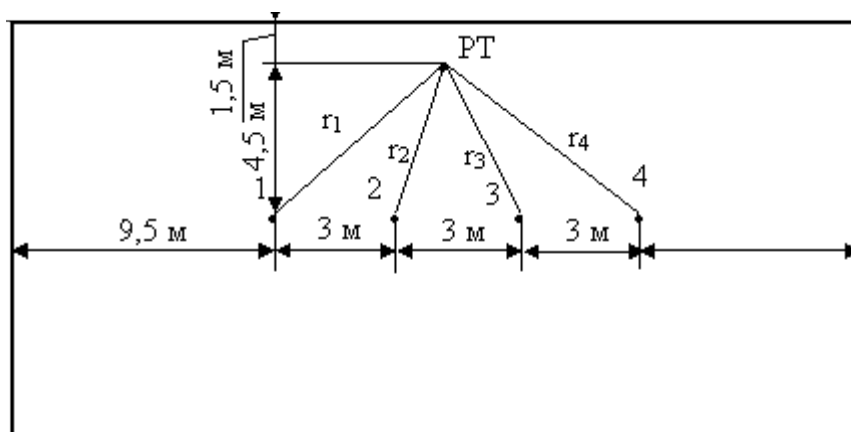


Рисунок 2 - Размещения технологического оборудования и положения расчетной точки

На участке находится $n=4$ единицы оборудования на расстоянии от расчетной точки

Октавные уровни звукового давления L_p в расчетной точке помещения в зоне прямого и отраженного звука определяют следующим образом:

$$L_p = 10 \cdot \lg[\sum(\Delta_i \cdot x \cdot \Phi_i/S_i) + (4 \cdot \psi/B) \cdot \sum \Delta_i] \quad (44)$$

где, $\Delta_i = 10^{0.1 \cdot L_w}$

L_w - уровень звуковой мощности (дБ);

λ_i - коэффициент, влияния акустического поля, находим по графику рисунок 3.

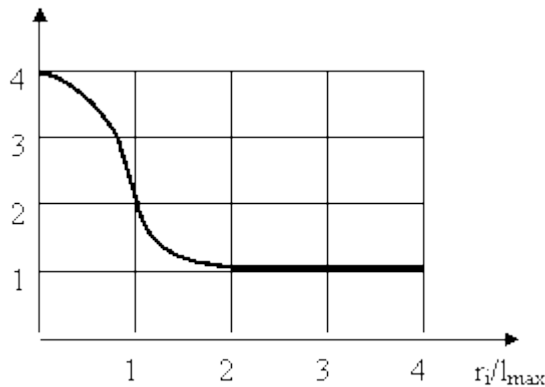


Рисунок 3 – График для определения коэффициента λ .

Φ_i - фактор направленности, определяется формуле:

$$\Phi_i = 10^{0.1 \cdot H} \quad (45)$$

где, Φ_i – показатель направленности, дБ.

При отсутствии данных принимаем $\Phi = 1$ равномерное распространения звука.

S_i – площадь отражаемой конструкции. m^2 .

$$S_i = k \cdot \pi \cdot r^2 \quad (46)$$

где, k - коэффициент, зависящий от расположения источника шума в помещении. В данном случае $k = 4$, находится в помещении.

V - постоянная помещения на среднегеометрической вычисляется в зависимости от объема помещения:

$$V = V_{1000} \cdot \mu \quad (47)$$

где, V_{1000} - постоянная помещения, определяется $V/20$, м^2 .

μ - частотный множитель, находим по таблице 12.

Таблица 12 - Определение частотного множителя μ .

Объем помещения м^2	Частотный множитель μ на среднегеометрических частотах октавных полос, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
3801	0,5	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

Ψ - коэффициент, учитывающий нарушение диффузности звукового поля в помещении. Принимается по графику рисунок 4. Здесь $S_{\text{огр}}$ - площадь ограничивающих конструкций.

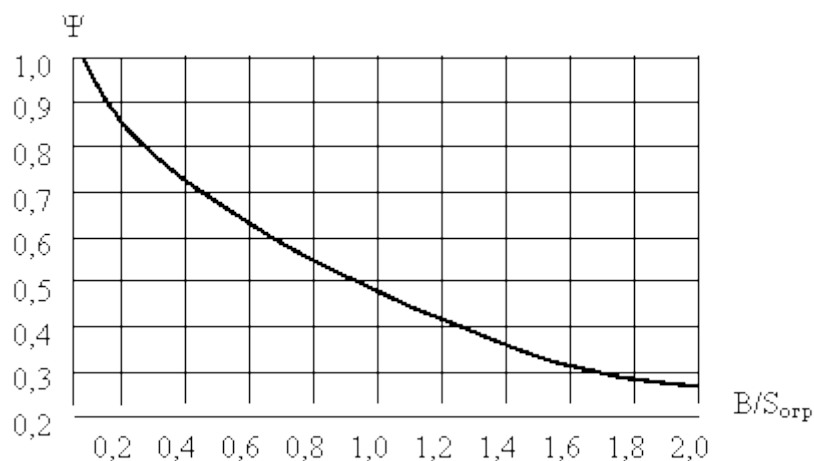


Рисунок 4 - График для определения коэффициента Ψ .

n – количество источников шума в помещении, $n = 4$;

m – количество источников шума, ближайших к расчетной точке, т.е. тех, для которых $r_i \leq 5r_{min}$, где r_{min} – расстояние, м, от ближайшего источника шума, $m = 4$.

Проведем акустический расчет помещения:

$$V = 48 \cdot 12 \cdot 6,6 = 3801$$

Расчетная точка расположена на расстоянии 1,5 м от стены в центре помещения.

Допустимый уровень шума насосных установок приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Предельно-допустимый уровень шума на рабочем месте.

Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Насосных установок	103	91	83	77	73	70	68	66	64

Таблица 14 - Уровни звуковой мощности используемых насосов

Тип	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Центробежный насос	89	88	85	84	90	88	82	74	65

Определяем расстояния от расчетной точки до установленного оборудования:

$$r_1 = \sqrt{10,5^2 + 4,5^2} = 11,4 \text{ м} \quad (48)$$

$$r_2 = \sqrt{1,5^2 + 4,5^2} = 4,7 \text{ м} \quad (49)$$

$$r_3 = \sqrt{1,5^2 + 4,5^2} = 4,7 \text{ м}$$

$$r_4 = \sqrt{10,5^2 + 4,5^2} = 11,4 \text{ м}$$

Определим шум в расчетной точке. Считаем, что $r_i > 2 \cdot l_{\max}$, поэтому $\lambda_{1,2,3,4}=1$. Поскольку показатель направленности нам неизвестен, то $\Phi_{1,2,3,4}=2$. Площади воображаемых поверхностей с коэффициентом $K=4$ по формуле (46) определяются как:

$$S_1=4 \cdot 3,14 \cdot 11,4=1632 \text{ м}^2$$

$$S_2=4 \cdot 3,14 \cdot 4,7=277,5 \text{ м}^2$$

$$S_3=4 \cdot 3,14 \cdot 4,7=277,5 \text{ м}^2$$

$$S_4=4 \cdot 3,14 \cdot 11,4=1632 \text{ м}^2$$

Объем помещения:

$$V = a \cdot b \cdot h = 48 \cdot 12 \cdot 6,6 = 3801 \text{ м}^3 \quad (50)$$

Согласно формуле (47):

$$V_{1000} = V/20=3801/20=360 \text{ м}^2$$

Площадь поверхностей, ограничивающих поверхность помещения:

$$S_{\text{огр}} = 2ab + 2ah + 2bh = 2(48 \cdot 12 + 48 \cdot 6,6 + 12 \cdot 6,6 = 2600 \text{ м}^2 \quad (51)$$

Поэтому коэффициент Ψ согласно графику на рисунке 4 $\Psi=0,86$.

Подставляем имеющиеся данные в формулу (44).

$$L_{p1000} = 10 \cdot \lg \left(1 \cdot 2 \cdot 10^{0,1 \cdot 88} \left(\frac{1}{1632} + \frac{1}{277,5} + \frac{1}{1632} + \frac{1}{277,5} \right) + \frac{4 \cdot 0,86}{360} \cdot 4(10^{0,1 \cdot 88}) \right)$$

Расчет уровней звукового давления по остальным частотам спектра проведем в таблице 15.

Таблица 15 - Расчет уровней звукового давления.

f, Гц	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
L_p , дБ	79	78	75	74	79	75	68	54	48
L_H , дБ	103	91	83	77	73	70	68	66	64
$L_p - L_H$	-	-	-	-	6	5	-	-	-

Изобразим полученные результаты на графике рисунок 5.

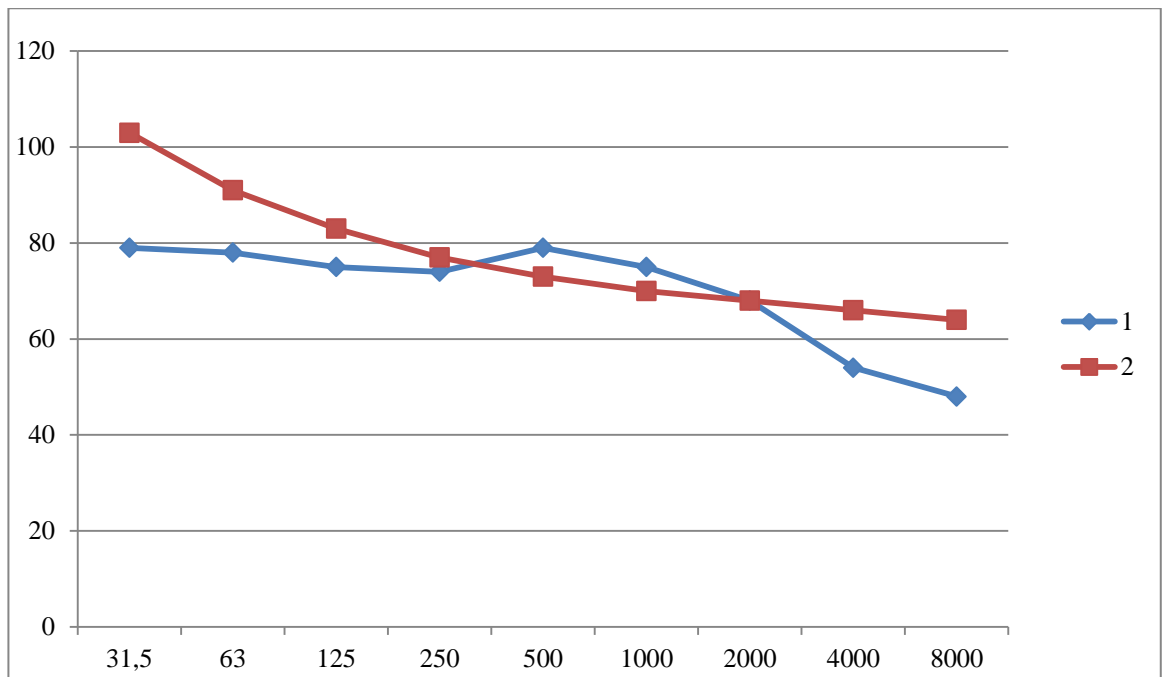


Рисунок 5 - Уровни звукового давления.

1 – расчетный уровень;

2 – нормируемый уровень предельно допустимых значений.

Превышение шума над нормируемыми значениями по данным расчета происходит в диапазоне частот от 500 до 1000 Гц.

Вывод: требуемое снижение шума в расчетной точке. Для снижения шума предлагается использовать звукопоглощающую преграду для насосов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе была разработана стратегия организации тушения пожара, на насосно-наливной станции АО «Ачинский НПЗ ВКН».

Произведен анализ по пожарам за 5 лет, детально изучена оперативно-тактическая характеристика объекта, произведен расчет требуемого количества сил и средств для тушения пожара. По результатам которого можно сделать вывод, что применение УКТП «Пурга-50» дает возможность снижения экономических затрат путем уменьшения количества личного состава и количества подразделений требуемого для тушения пожара.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АЦ - Автоцистерна

АР – Автомобиль рукавный

АПТ – Автомобиль пенного тушения

ГСМ - Горюче-смазочные материалы

ГЖ – горючая жидкость

ГВС – газопаровоздушные смеси

ЛВЖ – Легко воспламеняющая жидкость

НШ – Начальник штаба

НУТ - Начальник участка тушения

НТ – Начальник тыла

ПНС – пенно-насосная станция

РТП – Руководитель тушения пожара

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Безопасность жизнедеятельности», М., 2006 г., Э.А. Арустамов;
2. «Экономика пожарной безопасности»: Учебно-методическое пособие. Фомин А.В.;
3. «Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений»: 2004 г., Терехнев В.В.;
4. «Тушение пожаров нефти и нефтепродуктов»: 2002 г., Шароварников, А.Ф.;
5. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность. Общие требования»;
6. ГОСТ 12.1.114-82 «ССБТ. Пожарные машины и оборудование. Обозначения условные графические»;
7. ГОСТ Р 50588-2012 «Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний»;
8. Приказ МЧС РФ от 5 апреля 2011 г. № 167 «Об утверждении Порядка организации службы в подразделениях пожарной охраны»;
9. «Предупреждение и ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» 2005 г. Воробьев Ю.Л.;
10. Приказ МЧС РФ от 31 марта 2011 г. № 156 «Об утверждении Порядка тушения пожаров подразделениями пожарной охраны»
11. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах. ВНИИПО, ГУГПС МЧС РФ, МИПБ, М., 2000 г.;
12. «Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами» М. Недра, 2004 г. Волков О.М.;
13. «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов, и средства их тушения» Справочник «Наука», 2000г.;
14. Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ (ред. от 30.12.2015) «О пожарной безопасности»;
15. Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ (ред. от 23.06.2014) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;