

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Факультет «Заочный»
Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

РЕЦЕНЗЕНТ
Начальник ОНДиПР
_____ / Р.У. Яриев /
« ____ » _____ 2019 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой БЖД
_____ / А.И. Сидоров /
« ____ » _____ 2019 г.

Анализ пожарной безопасности на объекте хранения нефтепродуктов

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР

Руководитель работы, доцент
_____ / М.Ю. Бабкин /
« ____ » _____ 2019 г.

Автор работы
студент группы ПЗ–658
_____ / Р.Р. Юсупова /
« ____ » _____ 2019 г.

Нормоконтролер, доцент
_____ / Г.А. Полунин /
« ____ » _____ 2019 г.

Челябинск 2019

					20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

АННОТАЦИЯ

Юсупова Р.Р. Анализ пожарной безопасности на объекте хранения нефтепродуктов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2019 г., 62 стр., 4 ил., 12 табл., библиогр. список – 19.

В работе представлена статистика пожаров на объектах хранения и перекачки нефти и нефтепродуктов. Изучена оперативно-тактическая обстановка и особенности функционирования ООО «Специализированный морской нефтеналивной порт Приморск».

Произведен подбор и расчет элементов системы газопорошкового тушения резервуара с использованием модулей газопорошкового тушения «ViZone».

Проведен расчет сил и средств для тушения пожара в резервуаре и в обваловании.

Выполнен экономический расчет предложенных противопожарных мероприятий, вычислен предотвращенный материальный ущерб, определен срок окупаемости вложенных средств.

Также, определен размер вреда окружающей среде, причиненного загрязнением атмосферного воздуха в результате пожаров на исследуемом объекте.

					20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Анализ пожарной безопасности на объекте хранения нефтепродуктов			<i>Лит</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>	<i>Пров.</i>	<i>Н. контр.</i>	<i>Утв.</i>	<i>Юсупова Р.Р.</i>				<i>Бабкин М.Ю..</i>	<i>Полунин Г.А.</i>	<i>Сидоров А.И.</i>
					ЮУрГУ Кафедра БЖП					7

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ПО ХРАНЕНИЮ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ.....	8
1.1 Анализ причин известных аварий на рассматриваемом объекте и других объектах хранения нефти и нефтепродуктов.....	9
1.2 Анализ пожарной опасности технологии хранения и перекачки нефте- продуктов.....	12
1.3 Анализ условий возникновения и развития аварий.....	15
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГАЗОПОРОШКОВОГО ТУШЕНИЯ РЕЗЕРВУАРА.....	18
2.1 Общая характеристика объекта - ООО «Спецморнефтепорт Приморск»..	18
2.2 Описание решений, направленных на обеспечение взрывопожаробез- опасности.....	20
2.3 Описание систем автоматического регулирования, блокировок, сигнала- лизаций и других средств обеспечения безопасности.....	22
2.4 Сравнительный анализ систем пенного и газопорошкового тушения.....	23
2.5 Современная технология автоматического газопорошкового тушения на базе модулей «ViZone».....	24
2.6 Организация тушения резервуаров с нефтепродуктами при помощи тех- нологии газопорошкового пожаротушения.....	28
2.7 Расчет количества модулей.....	29
3 РАСЧЕТ СИЛ И СРЕДСТВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА В РЕЗЕРВУАРЕ.....	31
3.1 Определение необходимого количества водяных стволов на охлаждение	32
3.2 Определение необходимого количества пенных генераторов для туше- ния горящего резервуара и автомобилей пенного тушения.....	33
3.3 Определение требуемой численности личного состава для тушения пожара.....	34

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

4	РАСЧЕТ СИЛ И СРЕДСТВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА В ОБВАЛОВАНИИ.....	35
4.1	Определение необходимого количества водяных стволов на охлаждение.....	35
4.2	Определение необходимого количества пенных генераторов для тушения горящего резервуара и автомобилей пенного тушения.....	36
4.3	Определение требуемой численности личного состава для тушения пожара.....	37
5	ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ.....	39
5.1	Описание объекта противопожарной защиты.....	39
5.2	Расчет возможных ущербов при рассмотренном сценарии пожара до установки системы газопорошкового тушения.....	40
5.3	Определение величины возможного ущерба после реализации противопожарных мероприятий.....	46
5.4	Оценка экономической эффективности реализации противопожарных мероприятий.....	48
6	ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СИСТЕМ.....	53
6.1	Оценка прогнозирования экологических последствий пожаров.....	53
6.2	Размер вреда, причиненный окружающей среде загрязнением атмосферного воздуха, в результате пожара на объекте.....	55
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	59
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	60

ВВЕДЕНИЕ

Пожары наносят громадный материальный ущерб и в ряде случаев сопровождаются гибелью людей. Поэтому защита от пожаров является важнейшей обязанностью каждого члена общества и проводится в общегосударственном масштабе.

Противопожарная защита имеет своей целью изыскание наиболее эффективных, экономически целесообразных и технически обоснованных способов и средств предупреждения пожаров и их ликвидации с минимальным ущербом при наиболее рациональном использовании сил и технических средств тушения.

Пожарная безопасность – это состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения используются необходимые меры по устранению негативного влияния опасных факторов пожара на людей, сооружения и материальные ценности.

Пожарная безопасность может быть обеспечена мерами пожарной профилактики и активной пожарной защиты. Пожарная профилактика включает комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожара или уменьшение его последствий. Активная пожарная защита - меры, обеспечивающие успешную борьбу с пожарами или взрывоопасной ситуацией.

Совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера образуют систему обеспечения пожарной безопасности.

Производственные объекты отличаются повышенной пожарной опасностью, так как характеризуется сложностью производственных процессов; наличием значительных количеств ЛВЖ и ГЖ, сжиженных горючих газов, твердых сгораемых материалов; большой оснащенностью электрическими установками и др.

В настоящей выпускной квалификационной работе (далее – ВКР) предложены мероприятия по противопожарной защите объекта по хранению углеводородного сырья на примере ООО «Специализированный морской нефтеналивной порт Приморск».

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						7
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1 АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ ПО ХРАНЕНИЮ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Главной особенностью предприятий по хранению и транспортировке углеводородного сырья является наличие потоков пожаровзрывоопасных продуктов и сырья, создающих опасности возникновения крупных аварий. Для оценки пожаровзрывоопасности технологических процессов требуется статистический анализ крупных аварий, пожаров и взрывов, произошедших на опасных предприятиях. Установлено, что основными причинами утечек горючих жидкостей являются [1]:

- нарушение правил техники безопасности и пожарной безопасности (33 %);
- некачественный монтаж и ремонт оборудования (22 %);
- некачественная защита от молний (3 %);
- нарушение правил технологического регламента (1 %);
- износ оборудования (8 %);
- недостаточно качественные сальниковые уплотнения и фланцевые соединения (1 %);
- прочие причины (2 %).

Источниками воспламенения газоздушных смесей на открытых технологических установках являются :

- нагретая до высокой температуры поверхность технологического оборудования (36,8 %);
- открытый огонь печей (22,8 %);
- электрические искры неисправного оборудования (8,9 %);
- открытый огонь при газосварочных работах (8,8 %);
- повышение температуры при трении (7,6 %);
- самовоспламенение продуктов (7,5 %);
- прочие источники (7,6 %).

Кроме того, с увеличением объемов производства, транспортировки, хранения и потребления нефтепродуктов растет число пожаров, отличающихся большой длительностью, значительными людскими и материальными потерями.

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						8
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

1.1 Анализ причин известных аварий на рассматриваемом объекте и других объектах хранения нефти и нефтепродуктов

В период с 2001 по 2018 гг категорийных аварий и инцидентов, связанных с эксплуатацией декларируемого объекта не зафиксировано.

12.09.1977 на нефтепромысле Тюменской области произошел пожар в освобожденном и очищенном резервуаре при проведении огневых работ внутри него.

21.12.1981 на НПЗ в Хабаровском крае при сварочных работах в обваловании произошел пожар, который распространился на резервуары.

09.09.2000 на Нефтехимическом заводе АК "Сибурнефтехим" на выведенном в ремонт резервуаре загорелись пары нефтепродуктов, произошел хлопок, в результате чего двое пожарных, находившихся на нем, получили ожоги и травмы при падении с резервуара.

28.05.2009 ОАО «Газпромнефть-Тюмень» Ялуторовская нефтебаза во время откачки «мертвого остатка» из резервуара произошел взрыв паров нефтепродуктов.

28.03.2011 в Уфе на Новоуфимском нефтеперерабатывающем заводе вспыхнул резервуар при проведении подготовки к ремонту.

17.01.2012 в 11.10 на дожимно-насосной станции Яун-Лорского месторождения ОАО «Сургутнефтегаз» произошел выброс нефти с сепаратора с последующим возгоранием.

29.09.2012 на территории завода по переработке нефтяного шлама ООО «Инвест-Ойл» около Ханты-Мансийска загорелись два металлических ангара. Площадь возгорания составила четыре тысячи квадратных метров. В результате пожара погибли 11 человек, шесть человек пострадали.

29.08.2013 на нефтебазе под городом Ангарском Иркутской области загорелся резервуар с нефтью. Последствия пожара на общей площади 2,1 тыс. м² удалось ликвидировать только на следующий день. В результате происшествия пострадали семь человек — они отравились продуктами горения.

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						9
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

21.01.2014 произошел пожар на верхней площадке нефтебазы в Мурманске. В результате нарушений правил безопасности произошел взрыв и возгорание дистиллята газового конденсата, находящегося в нефтяном резервуаре, а также разрушение конструкции резервуара. Тушение возгорания заняло около 7 часов.

22.05.2015 в г. Москве произошел пожар на АЗС. Причиной пожара стало попадание молнии в газовый баллон с последующей детонацией и пожаром.

15.02.2016 в Грозном произошел пожар на АЗС, по данным МЧС на автозаправочной станции загорелась одна из емкостей. В результате пострадало 3 сотрудника МЧС России.

14.05.2016 в Псковской области произошел пожар на АЗС. Причиной пожара стало нарушение техники безопасности во время работы. В результате 1 человек погиб.

18.03.2016 в Кизляре произошел взрыв на автозаправочной станции. В результате 30 человек пострадало. 19.05.2017 г. – в Сорочинском ГО прогремел взрыв на АЗС. Причина неизвестна так как, данная АЗС заброшена. Пострадавших не было.

5.04.2018 произошел взрыв на АЗС в г. Санкт-Петербург, причины взрыва неизвестно, пострадавшим нет. 2.02.18 г. – пожар на АЗС в посёлке Ковалево (Всеволожский район Ленинградской области). Усилиями 11 пожарных расчётов пожар был ликвидирован спустя 3 часа. Информация о пострадавших не поступала [2].

Анализ аварий, произошедших на объектах хранения нефти и нефтепродуктов, показывает, что возможные аварии на этих объектах могут сопровождаться взрывами и пожарами на открытой площадке и внутри помещений, а также загрязнением территории в случае разлития продуктов без возгорания.

Основными поражающими факторами при реализации аварий, сопряженных с горением, являются тепловое излучение, открытое пламя, ударная волна, а как следствие – вторичные поражающие факторы, такие как: обломки обрушившихся строительных конструкций и токсичные продукты сгорания.

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						10
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

За последние 35 лет зарегистрировано 318 случаев пожаров и аварий на резервуарах, 65 из которых были связаны с частичным или полным их разрушением.

Исследование материалов, связанных с разрушением резервуаров, показало, что наиболее опасным фактором возникающего при этом пожара является гидродинамическое истечение горячей жидкости (нефтепродукта), хранимой в резервуаре.

Таблица 1.1 - Причины разрушения резервуаров

Причины разрушений	Относительное число %
Механические разрушения при гидроиспытании, дефектах сварного шва, осадках основания фундамента, концентраций напряжений в зоне упорного уголка и др.	46,2
Хрупкое разрушение при низких температурах	15,4
Воздействие взрывной волны	15,4
Коррозия	10,8
Воздействие высоких температур на пожаре	7,7
Землетрясение	3,0
Диверсионный акт	1,5

Характер истечения и взаимодействия возникающей в этом случае волны прорыва с защитной стенкой или обвалованием таков, что в 49 % случаев разрушений резервуаров поток разрушал или промывал обвалование, а в 29 % - перехлестывал через него. Только в 13,8 % случаев разрушений резервуаров обвалование выполнило свои функции.

Таблица 1.2 - Последствия аварий на технологическом оборудовании

Последствия	Относительное количество (%)
Растекание по подстилающей поверхности	85
Выброс нефти с мгновенным воспламенением	3
Выброс нефти, с последующим пожаром разлития	11
Аварии, сопровождающиеся объемным взрывом и последующим пожаром разлития	1

Из общего числа случаев разрушений резервуаров 55,4 % происшедших аварий сопровождались растеканием нефтепродукта за пределы территории нефтебазы и приводили к катастрофическим последствиям с большим материальным ущербом и гибелью людей. В остальных случаях разлив жидкости ограничивался площадкой резервуарного парка.

Таблица 1.3 - Статистические данные о причинах пожаров в резервуарных парках

Причины возгорания	% к общему кол-ву
Атмосферное электричество	13,8
Статическое электричество	9,2
Нарушения в электроустановках	13,8
Открытый огонь и искры	32,5
Самовоспламенение и самовозгорание	1,5
Переливы	4,6
Прочие	24,6
Всего	100

Из таблицы видно, что из установленных источников зажигания наиболее распространенный - неосторожное обращение с огнем при проведении огневых работ, электрические и механические искры или горячие выхлопы глушителя автомобиля – 32,5 %.

Примерно половина всех пожаров происходит на работающих резервуарах. При этом лишь небольшое число их возникало при исключительных обстоятельствах, не связанных с технологией резервуарного парка (взрыв на соседней технологической установке, поджог и т.д.). Остальные пожары на работающих резервуарах можно разделить на две группы: пожары без нарушения технологии (около 70 %) и пожары при нарушении технологии (около 30 %).

Примерно 37,2 % всех зарегистрированных пожаров и загораний происходит на очищаемых и ремонтируемых резервуарах.

1.2 Анализ пожарной опасности технологии хранения и перекачки нефтепродуктов

Пожарная опасность технологического процесса определяется:

- пожароопасными свойствами веществ, находящихся в обращении и их количеством;
- возможностью образования горючих концентраций в резервуарах, в насосных и на территории резервуарного парка;
- опасностью повреждений резервуаров и коммуникаций;

- возможностью появления источников зажигания;
- путями распространения пожара.

Все жидкости, поступающие в резервуарный парк объекта являются ЛВЖ или ГЖ.

Нефть - ЛВЖ, представляющая собой смесь углеводородов с различными соединениями (сернистыми, азотистыми, кислородными), плотность $g = 730 - 1440 \text{ кг/м}^3$., начало кипения $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ($Q_{\text{сг}} = 43514 - 46024 \text{ кДж/кг}$), сырая нефть способна при горении прогреваться в глубину, образуя всё возрастающие гомотермические слои. Скорость выгорания $V_{\text{выг}} = 5,2-7,1 \cdot 10 \text{ м/с}$, скорость нарастания прогретого слоя $0,7 - 1,0 \cdot 10 \text{ м/ч}$, $T_{\text{плам}} = 1100 \text{ }^\circ\text{C}$.

Нефтепродукты являются синтетическим топливом, получаемым из нефти методом термической перегонки, при которой нефть разделяется на узкие фракции по температурам их кипения без разрушения молекулярной структуры этих фракций, либо методом термического крекинга, при котором происходит глубокая переработка углеводородов нефти с разрушением их молекулярной структуры и образованием новых соединений с меньшей молекулярной массой.

При производстве технологических операций, таких как откачка, возможно образование взрывоопасных концентраций в резервуарах из-за разбавления данной паровоздушной смеси поступающим воздухом. В резервуарах с керосином и дизельным топливом за счет разбавления паров концентрация в газовом пространстве становится ниже нижнего концентрационного предела и смесь становится не взрывоопасной. Горючая концентрация в резервуарах с нефтью может образовываться в любое время года при их остановке на ремонт и осмотр, а также при проведении ремонтных работ в случае не полного удаления ЛВЖ, негерметичном отключении напорных трубопроводов, отсутствия или недостаточности продувки.

В зависимости от температуры перегонки, нефтепродукты делятся на фракции:

- бензиновые, $200 - 250 \text{ }^\circ\text{C}$;
- керосиновые, $140 - 300 \text{ }^\circ\text{C}$;

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						13
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- дизельные, 190-350 °С;

- мазутные, свыше 350 °С.

Для резервуаров характерными причинами повреждений могут быть:

- образование повышенных давлений;

- динамические воздействия;

- коррозия и эрозия стенок аппарата;

- смятие корпуса резервуара от воздействия атмосферного давления при создании вакуума во время его опорожнения.

Давление в резервуарах может повышаться в результате переполнения резервуаров, уменьшения сечения дыхательной и предохранительной арматуры установленной на крыше резервуаров, вследствие загорания, уменьшение сечения расходных трубопроводов.

Для защиты резервуаров от разрушения при взрыве швы крепления кровли к стенкам резервуара выполняются ослабленными.

На резервуарах установлены механические дыхательные клапаны, которые могут примерзнуть к своим седлам в зимнее время.

Основными путями распространения пожаров являются:

- дыхательные клапаны и дыхательные линии резервуаров с нефтепродуктами;

- разлившиеся нефтепродукты при повреждении резервуаров или трубопроводов;

- облако паров ЛВЖ и ГЖ;

- трубопроводы, освобождаемые от нефтепродуктов;

- кабельные линии и туннели для прокладки трубопроводов;

- трубопроводы газоуравнительной обвязки;

- дверные, оконные и технологические проемы насосной станции.

Для предотвращения распространения пожара все наземные резервуары разбиты на группы, каждая из которых ограждена сплошным земляным валом, рассчитанным на гидравлическое давление жидкости.

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						14
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Высота земляного вала, группы резервуаров, согласно требованиям на 0,2 выше расчетного уровня разлившейся жидкости, но не менее 1,5 м. Ширина вала по верху 0,5 м. Объем, образуемый между откосами обвалования для группы резервуаров, равен емкости наибольшего резервуара, расстояние от стенки резервуара до подошвы внутренних откосов обвалования не менее 6 метров. С целью предотвращения выхода нефтепродукта при повреждении трубопровода предусмотрено устройство на трубопроводах скоростных клапанов - прерывателей потока жидкости, срабатывающих при разрыве трубопровода.

Для предотвращения выхода разлившейся жидкости из помещения насосной станции в дверных проемах устроены пороги высотой 0,14 м, в туннелях для прокладки трубопроводов через каждые 60 метров также устроены пороги.

Для предотвращения распространения пожара по системе производственной канализации предусмотрено устройство в ней гидравлических затворов.

На дыхательных клапанах резервуаров сообщающих паровоздушное пространство над поверхностью нефтепродукта в резервуаре с окружающей средой, предусмотрена установка огнепреградителей.

1.3 Анализ условий возникновения и развития аварий

Анализ статистических данных и отчетов комиссий по расследованию причин возникновения аварийных ситуаций на подобных промышленных объектах показал, что они могут быть условно объединены в следующие группы:

1. Причины аварий, связанные с отказами и неполадками технологического оборудования:

- прекращение подачи энергоресурсов (электроэнергии, пара, воды, воздуха и т.п.);
- нарушение прочности технологического оборудования и трубопроводов;
- внешнее механическое повреждение оборудования и трубопроводов;
- причины, связанные с типовыми процессами.

2. Причины, связанные с ошибками, запаздыванием, бездействием персона-

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						15
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ла в штатных и нештатных ситуациях, несанкционированные действия персонала:

- ошибочные действия водителей транспортных средств;
- нарушение должностных инструкций и инструкций по выполнению технологических операций;
- ошибочные действия при проведении операций по ремонту и зачистке резервуаров;
- запаздывание при принятии решений по задействованию нужного уровня системы защиты;
- бездействие или ошибка в действиях в нештатной ситуации;
- проведение постоянных или временных огневых работ без наряда-допуска;
- выдача должностными лицами указаний или распоряжений, принуждающих подчиненных нарушать правила безопасности и охраны труда;
- эксплуатация оборудования и трубопроводов при параметрах, выходящих за пределы технических условий;
- нарушение (повреждение), отключение системы взрывозащищенности оборудования, систем автоматики и безопасности электрооборудования;
- несоблюдение правил пожарной безопасности.

3. Причины, связанные с внешними воздействиями природного и техногенного характера:

К внешним воздействиям природного и техногенного характера можно отнести: грозовые разряды и разряды от статического электричества, смерч, ураган, снежные заносы и аномальное понижение (повышение) температуры воздуха, попадание оборудования в зону действия поражающих факторов аварий, происшедших на соседних объектах.

Все вышеперечисленные факторы могут привести к разгерметизации оборудования, резервуаров и трубопроводов и явиться причиной возникновения аварийных ситуаций различных масштабов.

Основными факторами, способствующими возникновению и развитию аварийных ситуаций на территории комплекса по хранению и перевалке нефти, яв-

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						16
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ляются следующие специфические особенности данного производственного объекта:

- обращение в технологическом процессе значительного количества нефтепродуктов;
- наличие веществ, которые способны в закрытых объемах (помещениях, незаполненных резервуарах, обвалованиях) создавать взрывоопасные концентрации паровоздушных смесей;
- высокая концентрация оборудования на ограниченной территории;
- надземная прокладка внутривозвездных трубопроводов;
- высокая интенсивность проведения разгрузочно-погрузочных операций (значительный грузооборот нефтебазы)
- большое количество запорной и регулирующей арматуры.

Таким образом, для повышения защищенности нефтебаз к возникновению и развитию пожаров создается комплекс дополнительных технических и организационных мероприятий:

- модернизация оборудования, установок;
- применение взрывобезопасных технологий хранения нефтепродуктов;
- противоаварийная защита, способная предотвратить аварийный выход нефтепродукта;
- противопожарная защита, обеспечивающая предотвращение развития пожара;
- организационные мероприятия по подготовке персонала нефтебазы к предупреждению, локализации и ликвидации аварий и пожаров.

Вывод по главе I

Анализ статистических данных показывает пожарную опасность процессов хранения и перекачки нефти и нефтепродуктов, при которых в нормально работающих аппаратах, емкостях и вне их могут образовываться взрывоопасные, а так же при разгерметизации трубопроводов, износе оборудования, авариях, и других отклонениях от технологического регламента.

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						17
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ГАЗОПОРОШКОВОГО ТУШЕНИЯ РЕЗЕРВУАРА

2.1 Общая характеристика объекта - ООО «Спецморнефтепорт Приморск»

ООО «Специализированный морской нефтеналивной порт Приморск» (рисунок 2.1) введено в эксплуатацию в 2001 году и представляет собой комплекс сооружений и устройств, предназначенных для приема нефти из магистральных нефтепроводов «Кириши – Приморск» и «Палкино – Приморск», хранения и отгрузки нефти в танкера. Основной схемой технологического процесса перевалки нефти через ООО «Спецморнефтепорт Приморск» является прием нефти в резервуарный парк, накопление и погрузка в танкеры.



Рисунок 2.1 - ООО «Спецморнефтепорт Приморск»

В состав ООО «Спецморнефтепорт Приморск» входят следующие производственные объекты, на которых присутствуют опасные вещества:

площадка комплекса по хранению и перевалке нефти;

площадка очистных сооружений.

Площадка комплекса по хранению и перевалке нефти предназначена для:

					20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

приема нефти из магистральных нефтепроводов ООО «Балтийские магистральные нефтепроводы» в резервуарный парк ООО «Спецморнефтепорт Приморск»;

хранения нефти;

перекачки нефти на площадку сливо-наливного терминала ООО «Приморский торговый порт», осуществляющую погрузку нефти в танкеры.

Площадка очистных сооружений предназначена для сбора и очистки промышленно-дождевых и хозяйственно-бытовых стоков и льяльных вод.

Резервуарный парк предназначен для приема и хранения нефти. Общая вместимость резервуарного парка (рабочая) составляет 360000 м³.

Резервуарный парк включает в себя следующие объекты:

- резервуары РВС-20000 (№№ 1-18) вместимостью по 20000 м³ -18 шт;
- резервуары РВС – 3000 (№№ 25, 26) со стационарной крышей вместимостью по 3000 м³ – 2 шт;
- резервуары РВС-5000 (№№ 27-29)- вместимостью по 5000 м³– 3 шт.

На каждом резервуаре РВС – 20000 м³ установлены многоэлементный термометр сопротивления – 4635-0-118-1 (для РВС№№ 1-10), термометр средней температуры MST SST 21M (для РВС №№ 11-18), датчик температуры ТТJ-514-А ЕХ (для РВС №№ 11-18).

На каждом резервуаре РВС – 20000 м³ установлен многоэлементный термометр сопротивления – 4635-0-112-1.

Каждая пара резервуаров расположена в отдельном замкнутом грунтовом обваловании с бетонным покрытием. Внутри обвалования резервуары отделены друг от друга грунтовой перегородкой с бетонным покрытием. Общий габарит обвалования каждой пары резервуаров в плане составляет 50х100 м. Высота общего обвалования двух резервуаров составляет 3,0-4,0 м, высота внутренних перегородок 1,8 м.

Обвалование резервуаров имеет трапециидальное сечение. Ширина верхнего основания трапеции 0,5 м. Боковые стенки выполнены с уклоном 1:1,5. Общее

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						19
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

обвалование для двух резервуаров рассчитано не менее чем на 110 % максимальной вместимости одного резервуара.

Резервуары РВС-3000 №№ 25,26 размещены в одном обваловании габаритами в плане 95х50 м. Высота обвалования 1,5м.

Резервуары РВС-5000 №№ 27-29 размещены в одном обваловании габаритами в плане 1305х50 м. Высота обвалования 1,5м.

Непосредственное управление технологическим процессом приема и размещения нефти в резервуарном парке в РВС-20000 №№ 1÷18 производит сменный диспетчер с пульта АРМ-3 по согласованной со старшим диспетчером ООО «Спецморнефтепорт Приморск» технологической схеме приема. Строительные конструкции резервуара разработаны, исходя из варианты листовой сборки стенки резервуара.

В соответствии с п.3.5 СНиП 2.11.03-93 расстояние между стенками ближайших наземных резервуаров, расположенных в соседних группах более чем 60 м [3].

2.2 Описание решений, направленных на обеспечение взрывопожаробезопасности

Для обеспечения взрывопожаробезопасности на объекте предусмотрены следующие решения:

- внедрена единая система автоматической пожарной защиты причального комплекса и нефтебазы, обеспечивающая одновременно тушение 2-х пожаров (пожар на одном из нефтепричалов и пожар в резервуарном парке);
- контролируется загазованность и возникновение пожара в резервуарном парке и наливных насосных с подачей световых и звуковых сигналов;
- автоматическое пенное тушение горящего резервуара путем включения насосов подачи пены и открытия задвижек на пенопроводе;
- охлаждение стенок резервуаров при пожаре с помощью стационарной системы орошения.

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						20
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

- для снижения уровня взрывобезопасности технологическая система площадок разделена быстродействующей отсечной арматурой на блоки;
- во взрывоопасных зонах В1-г применяется электрооборудование взрывобезопасного исполнения;
- все виды сооружений на объектах защищены от прямых ударов молнии, ее вторичных проявлений и от статического электричества, возникающего в процессе движения нефти, при этом заземляющие устройства для защиты от статического электричества прямых ударов молнии объединяются с заземляющими устройствами для электрооборудования;
- для защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током при пробое изоляции, защиты от опасного искрения, статического электричества и опасных воздействий молнии на объектах выполнено комплексное заземляющее устройство, состоящее из заземлителей и заземляющих проводников.
- эксплуатация электрооборудования во взрывоопасных зонах организована в соответствии гл.3.4 «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» [4];
- при ликвидации возможных ЧС привлекаются специализированные пожарные части ГПС МЧС России;
- имеется оперативный план пожаротушения и план ликвидации возможных аварий;
- осуществляется постоянный контроль за состоянием противопожарного оборудования на объектах;
- периодически проверяются переносные и стационарные газоанализаторы, системы сигнализации и автоматики;
- проводится обучение и тренировки внештатных аварийно – спасательной службы в соответствии с требованиями нормативных документов.

В качестве стационарных средств пожаротушения на декларируемом объекте используется система наружного противопожарного водоснабжения В-2 диаметром магистрали - на нефтебазе 219 мм, с постоянным давлением - 0,1 МПа, при пожаре -1,15 МПа

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						21
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Наружное пожаротушение объектов предприятия осуществляется от пожарных гидрантов московского образца в количестве 130 шт., установленных на кольцевой объектовой сети $d = 200$ мм с расходом 90 л/сек. без включения насосов и с расходом 510 л/сек. при включении одного насоса.

Фактический запас воды для целей пожаротушения $V = 10000$ м³; для автоматического пожаротушения $V = 4000$ м³, время пополнения противопожарного запаса воды - 4.5 часа (от 0 до 4000 м³).

Для ликвидации пожара на РВС-20000 с нефтью предусмотрена автоматическая стационарная комбинированная система пенотушения с использованием пены низкой кратности.

Пожарная безопасность объектов обеспечивается подразделением МЧС России - пожарная часть № 73 (ПЧ-73). Подразделение постоянной готовности размещено на территории нефтебазы, в составе; пожарный автомобиль - 4 ед, личный состав: 58 чел.

2.3 Описание систем автоматического регулирования, блокировок, сигнализаций и других средств обеспечения безопасности

На ООО «Спецморнефтепорт Приморск» предусматривается единая система автоматической пожарной защиты причального комплекса и нефтебазы, обеспечивающая одновременно тушение 2-х пожаров: пожар на одном из нефтепричалов и пожар в резервуарном парке.

Автоматика системы пенного пожаротушения (АСПП) ООО «Спецморнефтепорт Приморск» предназначена для сигнализации о возникновении пожара на контролируемых объектах СРП и нефтепричалов, выдачи управляющих сигналов на включение насосов водопенотушения, открытие соответствующих задвижек, а также включение предупредительной аварийной световой и звуковой сигнализации

Автоматическая система комбинированного подслоного тушения пожаров в резервуарах - (АСКТ) - это совокупность двух систем - системы образования и

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						22
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

подачи пены низкой кратности через верхний пояс резервуара внутрь, на стенку и далее в основание резервуара, непосредственно в слой нефти.

2.4 Сравнительный анализ систем пенного и газопорошкового тушения

Резервуары с нефтепродуктами вместимостью 5000 м³ и более в наземных резервуарных парках подлежат противопожарной защите стационарными автоматическими установками пенного пожаротушения (АУППТ). [3]

В первые секунды пожара очаг возгорания имеет сравнительно небольшую площадь, а элементы конструкции не теряют механическую прочность и не успевают прогреться до температуры вспышки нефтепродукта. Поэтому основным недостатком пенного пожаротушения является его инерционность. Пожар нефтепродукта распространяется стремительно. Скорость распространения пламени по поверхности быстро возрастает от 0,05 м/с до 0,5 м/с. Через 10 секунд после воспламенения пламя охватывает всю поверхность продукта. Скорость нагрева металлоконструкций достигает 20 градусов в секунду и через 5-10 минут из-за прогрева конструкций появляются визуально определяемые деформации, свободный борт стенки резервуара теряет свою несущую способность, металлоконструкции обрушиваются с образованием «карманов», затрудняющих тушение. Инерционность систем пенного пожаротушения составляет 180 секунд. К этому моменту задача пожарных сводится к максимальному снижению интенсивности горения резервуара и охлаждения соседних. Нефтепродукт, как правило, выгорает полностью, а резервуар подлежит сносу.

Данные о пенной защите показывают, что для тушения резервуара вместимостью 5000 м³ необходимо в среднем около 4,5 часов и запас пенообразователя массой около 4 тонн. Анализ результатов испытаний системы газопорошкового пожаротушения показывает, что тушение резервуара вместимостью 5000 м³ было произведено за 10 секунд с использованием 1 тонны тушащего вещества.

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						23
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Кроме того, недостатками установок подслоного тушения резервуаров для нефти и нефтепродуктов являются:

- 1) низкая эффективность тушения при прохождении пенной струи через слой воды;
- 2) ухудшение качества нефти и нефтепродуктов при прохождении через их слой пенной струи;
- 3) наличие определенного временного периода подъема пены на поверхность нефтепродукта, который приводит к увеличению площади пожара и возрастанию материального ущерба.

Таблица 2.1 – Сравнение основных характеристик газопорошкового и пенного тушения (на примере тушения резервуара объемом 5000 м³)

Наименование параметра	Значение параметра	
	Система пенного пожаротушения	Система газопорошкового тушения
Время срабатывания системы, с	180	3
Масса огнетушащего вещества, кг	4500	1100
Время тушения	4,5 ч	15 с

Как показывает анализ результатов испытаний, новый газопорошковый горизонтально-плоскостной способ тушения пожаров резервуаров позволяет существенно снизить, по сравнению с пенным способом, время тушения и стоимость затрат на него.

2.5 Современная технология автоматического газопорошкового тушения на базе модулей «ViZone»

Газопорошковый модуль объёмного пожаротушения "ViZone" - средство защиты от пожаров помещений в отсутствие людей. Данный модуль сочетает в себе эффективность газовых и экономичность порошковых систем автоматического пожаротушения и имеет объёмный характер пожаротушения. Эта технология появилась в результате исследования процессов тушения различных очагов

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						24
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

пожаров смесью огнетушащего порошка и углекислого газа. Огнетушащая смесь равномерно распределяется по всему защищаемому объему и эффективно подавляет очаги загорания в любой точке защищаемого объема.

Его принцип работы заключается в следующем: струя, состоящая из смеси углекислоты и тонкодисперсного порошка на базе фосфата аммония, с высокой скоростью подается в защищаемый размер и создает в нем огнетушащую взвесь, умеренно заполняющую весь защищаемый размер. Эта взвесь, попадая в зону газофазного пламени, осуществляет его тушение за счет разбавления окислителя газом и поглощения активных центров пламени частицами порошка. Частицы порошка, прошедшие через газовую фазу пламени, попадают на поверхность раздела газовой и конденсированной фаз в зону испарения горючего и блокируют процессы испарения и сублимации, образуя на поверхности плотную стеклообразную фосфатную пленку. Таким образом, газопорошковая смесь подавляет процессы горения в двух ключевых зонах: в зоне тепловыделения в газовой фазе и в зоне газификации на поверхности раздела фаз.

2.5.1 Принцип работы модуля «ViZone» МПП (Н)-100-КД-1-БСГ-УЗ

Емкость с огнетушащим порошком и баллон с диоксидом углерода (углекислота, двуокись углерода) соединены между собой трубопроводом. Емкость с порошком снабжена насадком-распылителем, а на баллоне с диоксидом углерода установлено запорно-пусковое устройство, которое приводится в действие от импульса тока 0,5А. Схема модуля представлена на рисунке 2.2.

Таблица 2.2 - Основные технические характеристики модуля

Наименование параметра	Значение параметра	
Защищаемый объем, м ³	кл. В	600
	кл. А	600
Вместимость корпуса, л	100±2.5	
Масса применяемого огнетушащего порошка «Феникс АВС-70» ТУ 2149-005-18215408-00, кг	80±2	
Масса модуля полная (без распылителя), кг	350±15	
Масса применяемого рабочего газа-двуокиси углерода жидкой ГОСТ 8050-85, кг, не менее	30	

Диапазон температур эксплуатации, °С	от -50°С до +50°С
Рабочее давление в емкости с порошком, МПа	1.0-1.4
Продолжительность подачи огнетушащего порошка, с, не более	10
Инерционность срабатывания (быстродействие), с, не более	5
Остаток огнетушащего порошка после срабатывания, %, не более	15

При возникновении пожара сигнал от прибора управления системы пожаротушения поступает на устройство электропуска, расположенного в запорно-пусковом устройстве баллона с диоксидом углерода. Происходит вскрытие мембраны и диоксид углерода по трубопроводу поступает в емкость с порошком. На емкости с порошком имеется мембранный узел. При повышении давления в емкости с порошком происходит вскрытие мембраны и газопорошковая смесь через насадок-распылитель поступает в защищаемое помещение.

В данном модуле имеется два баллона с диоксидом углерода, чтобы обеспечить необходимое соотношение огнетушащего порошка и диоксида углерода.

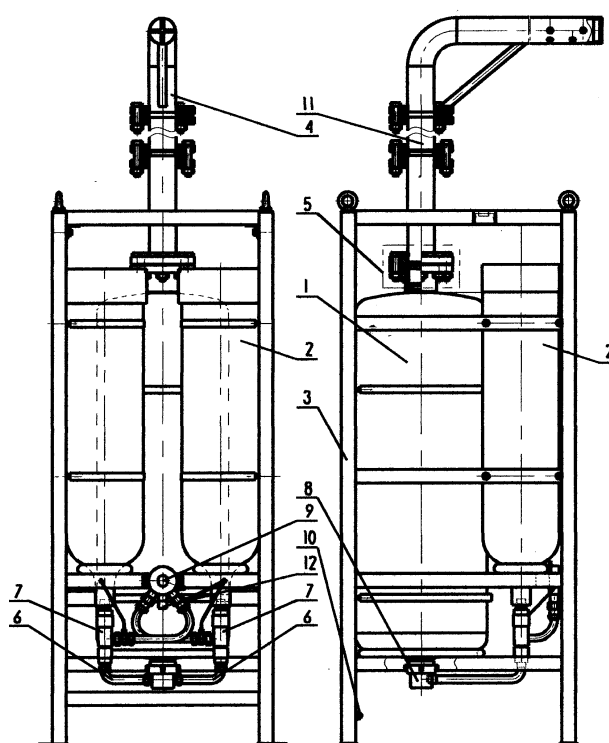


Рис. 2.2 - Модуль порошкового пожаротушения «BiZone»

Модуль порошкового пожаротушения «BiZone» состоит из емкости с порошком (поз. 1), 2-х 25-литровых баллонов с двуокисью углерода (поз. 2), которые установлены и закреплены на раме (поз. 3). На каждом баллоне с двуокисью углерода установлено пуско-запорное устройство (поз. 7), которое приводится в

						Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР	

действие устройством электропуска УП-3М через взрывозащищенное устройство коммутации ВУУК (поз.9), соединенное с электрической цепью запуска от прибора управления автоматической системы пожаротушения. При срабатывании УП-3М пороховые газы приводят в действие пробойники внутри ПЗУ, которые прорывает мембраны на баллонах с двуокисью углерода. Двуокись углерода из 2-х баллонов по трубопроводу через крышку (поз. 8) поступает в емкость с порошком. В емкости с порошком создается давление, при превышении которого выше 1.9 МПа происходит разрыв мембраны в мембранном узле (поз. 5), смесь огнетушащего порошка с двуокисью углерода поступает через насадок-распылитель (поз. 4) в защищаемый объем.

Мембранный узел (поз.5), установленный на горловине на емкости с порошком служит для герметизации емкости, а также для установки трубы, если необходимо насадок-распылитель установить на высоте 3.9 м от уровня пола помещения. В транспортном положении мембранный узел закрыт транспортировочной крышкой, насадок-распылитель снят.

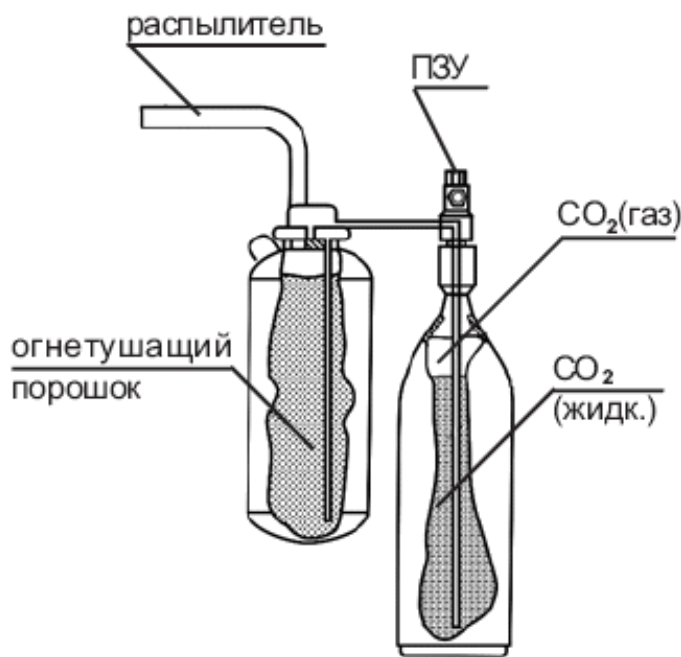


Рисунок 2.3- Устройство модуля газопорошкового пожаротушения "BiZone"

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР

Лист

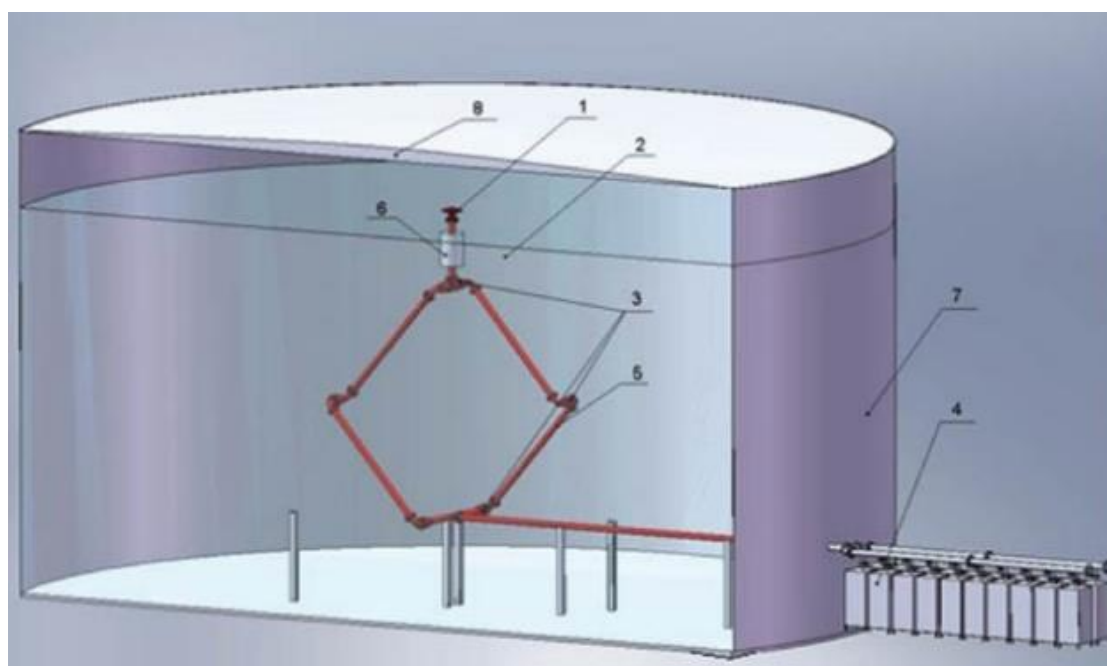
27

Основной режим работы модуля – автоматический, когда электрический сигнал на срабатывание поступает от прибора управления автоматической системы пожаротушения, установленной на объекте.

2.6 Организация тушения резервуаров с нефтепродуктами при помощи технологии газопорошкового пожаротушения

Установка представляет из себя батареи, состоящие из 10 модулей «ViZone-100» каждая. Внутри резервуара смонтирован трубопровод шарнирно соединенный с поплавком и насадком – распылителем. Благодаря такой конструкции насадок-распылитель всегда находится на заданном расстоянии 30 см от поверхности нефтепродукта при любом уровне нефтепродукта в резервуаре.

При возгорании нефтепродукта срабатывают тепловые датчики, сигнал от датчиков поступает на прибор управления и этот прибор запускает модули «ViZone-100». Газопорошковая смесь из модулей по трубопроводу поступает к насадку - распылителю и распространяется из него над очагом возгорания от центра резервуара к периферии. Таким образом образуется плотная газопорошковая пелена закрывающую поверхность нефтепродукта от теплового излучения пламени и препятствующую поступлению кислорода к поверхности горючей жидкости.



Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР

Лист

28

Рисунок 2.4 – Схема установки УГПП-5000,

1- распылитель, 2 – ЛВЖ, 3- шарниры, 4- батарея МПП-100, 5- трубопровод,
6 – поплавок, 7- РВС, 8 – кровля.

2.7 Расчет количества модулей

Расчет количества модулей производится по СП 5.13130.2009 Приложение И «Общие положения по расчету установок порошкового пожаротушения модульного типа» [5].

Количество модулей для защиты объема определяется по формуле:

$$N = \frac{V_n}{V_H} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4, \quad (1)$$

где N - количество модулей, необходимое для защиты объема помещения, шт.;

V_n – объем защищаемого помещения, м³;

V_H – объем, защищаемый одним модулем выбранного типа, м³;

k_1 - коэффициент неравномерности распыления порошка;

k_2 - коэффициент запаса, учитывающий затененность возможного очага загорания;

k_3 - коэффициент, учитывающий изменение огнетушащей эффективности используемого порошка по отношению к горючему веществу в защищаемой зоне по сравнению с бензином АИ-92 (второго класса);

k_4 - коэффициент, учитывающий степень негерметичности помещения;

$V_n = 20\,000$ м³;

$V_H = 60$ м³, согласно паспорту на порошковый модуль МПП (Н)-100-КД-1-БСГ-У3 взрывозащищенный, для пожара класса В – горение жидких веществ ;

$k_1 = 1$ - для модулей «BiZone»;

					20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$k_2 = 1 + 1,33 \frac{S_3}{S_y},$$

где S_3 - площадь затенения – определяется как площадь части защищаемого участка, где возможно образование очага возгорания, к которому движение порошка от насадка по прямой линии преграждается непроницаемыми для порошка элементами конструкции;

S_y – защищаемая площадь;

$k_2=1$, т.к. в защищаемом помещении нет элемента конструкции преграждающего движению порошка с углекислотой;

$k_3=1$, определяется по таблице И.1;

$$k_4 = 1 + 10f,$$

где $f = F_{нег} / F_{ном}$,

$F_{нег}$ – суммарная площадь постоянно открытых проемов (проемов, щелей);

$F_{ном}$ – общая поверхность помещения;

$k_4=1$, т.к. в защищаемом помещении $F_{нег}=0$;

$$N = \frac{20000}{600} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 33,3 = 34$$

Таким образом, для защиты резервуара РВС – 20000 необходимо 34 модуля газопорошкового тушения «ViZone».

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						30
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

3 РАСЧЕТ СИЛ И СРЕДСТВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА В РЕЗЕРВУАРЕ

Возникновение пожара в резервуаре зависит от следующих факторов: наличия источника зажигания, свойств горючей жидкости, конструктивных особенностей резервуара, наличия взрывоопасных концентраций внутри и снаружи резервуара.

Пожар в резервуаре в большинстве случаев начинается со взрыва паровоздушной смеси. На образование взрывоопасных концентраций внутри резервуаров оказывают существенное влияние физико-химические свойства хранимых нефти и нефтепродуктов, конструкция резервуара, технологические режимы эксплуатации, а также климатические и метеорологические условия. Взрыв в резервуаре приводит к подрыву (реже срыву) крыши с последующим горением на всей поверхности горючей жидкости.

Горение может возникнуть на дыхательной арматуре, местах соединения пенных камер со стенками резервуара, других отверстиях или трещинах в крыше или стенке резервуара при концентрации паров нефтепродукта в резервуаре выше верхнего концентрационного предела распространения пламени (ВКППП).

Дальнейшее развитие пожара зависит от места его возникновения, размеров начального очага горения, устойчивости конструкций резервуара, климатических и метеорологических условий, оперативности действий персонала объекта, работы систем противопожарной защиты, времени прибытия пожарных подразделений.

Пожар возник на нефтебазе в резервуаре типа РВС с нефтью емкостью 20000 м³. Расстояние до соседнего резервуара соответствует нормам.

Первоочередной задачей при тушении пожаров в вертикальных стальных резервуарах (РВС) является организация охлаждения горящего и соседних резервуаров водой. Первые стволы подаются на охлаждение горящего резервуара по всей длине окружности его стенки, затем на охлаждение соседних. Охлаждение РВС объемом 20000 м³ целесообразно производить лафетными стволами. Охлаждение соседних резервуаров начинается с того, который находится с подветрен-

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						31
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ной стороны горящего. Предусматривается подача одного ствола для защиты дыхательной арматуры на соседнем резервуаре, находящемся с подветренной стороны от горящего.

3.1 Определение необходимого количества водяных стволов на охлаждение

Определяем необходимое количество водяных стволов на охлаждение горящего резервуара – $N_{охл}^z$:

$$N_{охл}^z = \frac{P_z \cdot I_{mp}^z}{q_{ств}}$$

где ;

P_z – периметр горящего резервуара, м;

I_{mp}^z – требуемая интенсивность подачи воды для охлаждения горящего резервуара, л/(с·м);

$q_{ств}$ – расход воды из одного ручного (лафетного) пожарного ствола, л/с

$$N_{охл}^z = \frac{125 \cdot 0,8}{7} = 14,2 \approx 15 \text{ лафетных стволов}$$

Определяем необходимое количество стволов на охлаждение соседнего резервуара – $N_{охл}^c$:

$$N_{охл}^c = \frac{0,5 \cdot P_c \cdot I_{mp}^c}{q_{ств}}$$

где ;

P_c – периметр соседнего резервуара, м;

I_{mp}^c – требуемая интенсивность подачи воды для охлаждения соседнего резервуара, л/(с·м).

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						32
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Резервуар №1:

$$N_{охл}^1 = \frac{0,5 \cdot 125 \cdot 0,3}{7} = 2,6 \approx 3 \text{ лафетных ствола}$$

Определяем необходимое количество лафетных стволов на защиту пеноподающей техники и дыхательной аппаратуры.

Из тактических соображений принимаем:

- один ствол на защиту пеноподающей техники;
- один ствол на защиту дыхательной аппаратуры резервуара № 1, учитывая направление ветра.

3.2 Определение необходимого количества пенных генераторов для тушения горящего резервуара и автомобилей пенного тушения

Определяем требуемое количество генераторов – $N_{ГПС}$, для проведения пенной атаки:

$$N_{ГПС} = \frac{S_n \cdot I_{тр}^{p-p}}{q_{ств}^{p-p}},$$

где;

S_n – площадь горения поверхности жидкости в резервуаре, м² ;

$I_{тр}^{p-p}$ – требуемая интенсивность подачи водного раствора пенообразователя на тушение пожара, л/(с·м²);

$q_{ств}^{p-p}$ – расход раствора пенообразователя из пеногенератора, л/с.

$$N_{ГПС} = \frac{1250 \cdot 0,08}{20} = 5 \text{ ГПС – 2000}$$

$$Q = 5 \cdot 20 \text{ л/с} = 100 \text{ л/с}$$

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определяем требуемое количество пенообразователя $W_{по}$ на тушение пожара:

$$W_{по} = N_{гпс} \cdot q_{гпс}^{no} \cdot t_n \cdot 60 \cdot K_3,$$

где;

$q_{гпс}^{no}$ – расход ГПС по пенообразователю (6-% концентрация раствора), л/с

$t_n = 15$ мин. – нормативное время проведения пенной атаки;

$K_3 = 3$ – трехкратный запас пенообразователя.

$$W_{по} = 5 \cdot 0,36 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 3 = 4860 \text{ л}$$

Определяем необходимое количество автомобилей пенного тушения $N_{АПТ}$ для доставки пенообразователя к месту пожара:

$$N_{АПТ} = \frac{W_{по}}{W_{АПТ}},$$

где;

$W_{АПТ}$ – емкость цистерны для пенообразователя, л.

$$N_{АПТ} = \frac{W_{по}}{W_{АПТ}} = \frac{4860}{5300} = 1 \text{ АПТ,}$$

где;

$W_{АПТ} = 5300$ л – емкость цистерны пенообразователя автомобиля пенного тушения АВ-40 (5557), привлекаемого для тушения пожара.

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						34
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

3.3 Определение требуемой численности личного состава для тушения пожара

$$N_{\text{л.с.}} = N_{\text{ств. «А»}} \cdot 2 + N_{\text{гпс}} \cdot 2 + N_{\text{п.б.}} \cdot 1 + N_{\text{авт.}} \cdot 1 + N_{\text{л.}} \cdot 1 + N_{\text{с.в.}} \cdot 1$$

где ;

$N_{\text{ств. «А»}}$ - количество работающих на тушении и защите стволов РС-70 («2» - два человека, работающих с каждым стволом);

$N_{\text{п.б.}}$ – количество организованных на пожаре постов безопасности (посты на входе в здание, на разветвлениях и т.д.);

$N_{\text{авт.}}$ – количество пожарных автомобилей, установленных на водоисточники и подающих огнетушащие средства. Личный состав при этом занят контролем за работой насосно-рукавных систем из расчета: 1 человек на 1 автомобиль;

$N_{\text{св.}}$ – количество связных, равное количеству прибывших на пожар подразделений.

$$N_{\text{л.с.}} = 20 \cdot 2 + 2 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 48 \text{ человек}$$

Количество отделений определяется по формуле:

$$N_{\text{отд.}} = \frac{N_{\text{л.с.}}}{5}$$

$$N_{\text{отд.}} = \frac{48}{5} = 10 \text{ отделений}$$

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 РАСЧЕТ СИЛ И СРЕДСТВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА В ОБВАЛОВАНИИ

Пожар возник при локальном разрушении резервуара № 1. Площадь пожара $S_{п}$ равна площади общего для резервуаров обвалования, $S_{п} = 5000 \text{ м}^2$.

4.1 Определение необходимого количества водяных стволов на охлаждение

Определяем необходимое количество стволов на охлаждение резервуаров в обваловании – $N_{охл}^c$:

$$N_{охл}^c = \frac{0,5 \cdot P_c \cdot I_{тр}^c}{q_{ств}}$$

где;

P_c – периметр резервуара, м;

$I_{тр}^c$ – требуемая интенсивность подачи воды для охлаждения соседнего резервуара, л/(с·м).

Резервуары №1 и №2:

$$N_{охл}^1 = N_{охл}^2 = \frac{0,5 \cdot 125 \cdot 1,2}{7} \approx 10 \text{ лафетных стволов}$$

Определяем необходимое количество стволов на защиту пеноподающей техники и дыхательной арматуры.

Из тактических соображений принимаем:

- один ствол на защиту пеноподающей техники;
- один ствол на защиту дыхательной арматуры резервуара № 1, учитывая направление ветра.

					20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.2 Определение необходимого количества пенных генераторов для тушения горящего резервуара и автомобилей пенного тушения

Определяем требуемое количество генераторов – $N_{ГПС}$, для тушения нефтепродуктов в обваловании:

$$N_{ГПС} = \frac{S_n \cdot I_{mp}^{p-p}}{q_{ств}^{p-p}},$$

где ;

S_n – площадь горения поверхности, м² ;

I_{mp}^{p-p} – требуемая интенсивность подачи водного раствора пенообразователя на тушение пожара, л/(с·м²);

$q_{ств}^{p-p}$ – расход раствора пенообразователя из пеногенератора, л/с.

$$N_{ГПС} = \frac{5000 \cdot 0,08}{20} = 20 \text{ ГПС} - 2000$$

$$Q = 20 \cdot 20 \text{ л/с} = 400 \text{ л/с}$$

Определяем требуемое количество пенообразователя $W_{по}$ на тушение пожара:

$$W_{по} = N_{ГПС} \cdot q_{ГПС}^{no} \cdot t_n \cdot 60 \cdot K_3,$$

где;

$q_{ГПС}^{no}$ – расход ГПС по пенообразователю (6-% концентрация раствора), л/с

$t_n = 15$ мин. – нормативное время проведения пенной атаки;

$K_3 = 3$ – трехкратный запас пенообразователя.

$$W_{по} = 20 \cdot 0,36 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 3 = 19440 \text{ л}$$

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определяем необходимое количество автомобилей пенного тушения $N_{АПТ}$ для доставки пенообразователя к месту пожара:

$$N_{АПТ} = \frac{W_{ПО}}{W_{АПТ}},$$

где;

$W_{АПТ}$ – емкость цистерны для пенообразователя, л.

$$N_{АПТ} = \frac{W_{ПО}}{W_{АПТ}} = \frac{19440}{5300} = 4 \text{ АПТ}$$

где;

$W_{АПТ} = 5300$ л – емкость цистерны пенообразователя автомобиля пенного тушения АВ – 40 (5557), привлекаемого для тушения пожара.

4.3 Определение требуемой численности личного состава для тушения пожара

$$N_{л.с.} = N_{ств.«А»} \cdot 2 + N_{ГПС} \cdot 2 + N_{п.б.} \cdot 1 + N_{авт.} \cdot 1 + N_{л} \cdot 1 + N_{с.в.} \cdot 1$$

где ;

$N_{ств.«А»}$ - количество работающих на тушении и защите стволов РС-70 («2» - два человека, работающих с каждым стволом);

$N_{п.б.}$ – количество организованных на пожаре постов безопасности (посты на входе в здание, на разветвлениях и т.д.);

$N_{авт.}$ – количество пожарных автомобилей, установленных на водоисточники и подающих огнетушащие средства. Личный состав при этом занят контролем за работой насосно-рукавных систем из расчета: 1 человек на 1 автомобиль;

$N_{св.}$ – количество связных, равное количеству прибывших на пожар подразделений.

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						38
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

$$N_{\text{л.с.}} = 10 \cdot 2 + 20 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + 4 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 63 \text{ человека}$$

Количество отделений определяется по формуле:

$$N_{\text{отд.}} = \frac{N_{\text{л.с.}}}{5}$$

$$N_{\text{отд.}} = \frac{63}{5} = 13 \text{ отделений}$$

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						39
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

5 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Как показывает статистика, пожары на предприятиях нефтяной промышленности приводят к большим убыткам. Выход из строя или повреждение резервуаров и насосных станций вследствие возникновения пожара может нести большой материальный ущерб ввиду того, что к прибытию пожарных подразделений пожар принимает крупные размеры. Для предотвращения дальнейшего развития пожара в резервуаре и сокращению количества убытков проектом предлагается устройство автоматического пожаротушения, которое обеспечит своевременное обнаружение и тушение пожара.

5.1 Описание объекта противопожарной защиты

В качестве объекта для проектирования рассматривается резервуар для хранения нефти РВС-20000 на территории резервуарного парка ООО «Спецморнефтепорт – Приморск». Описание объекта противопожарной защиты представлено в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Описание объекта противопожарной защиты

Адрес объекта	г. Приморск
Оценочная зона (город, район)	Ленинградская область
Собственник	ООО «Спецморнефтепорт»
Право собственности	частная
Текущее использование (жилой дом, коммерческая недвижимость, промышленное здание и т.п.)	Наружная установка
Принадлежность к памятникам архитектуры	нет
Типичное использование окружающей недвижимости (жилое, коммерческое, промышленное)	промышленное
Состояние окружающей среды (уровень шума, загазованность и т.д.)	В пределах нормы
Транспортная доступность объекта (объект расположен вблизи шоссе или пр.)	Расположен вблизи автомагистрали, железнодорожных путей

Описание возможного сценария развития пожара. Пожар возник на нефтеба-
зе в резервуаре типа РВС с нефтью емкостью
20000 м³. Расстояние до соседнего резервуара соответствует нормам.

5.2 Расчет возможных ущербов при рассмотренном сценарии пожара до
установки системы газопорошкового тушения

5.2.1 Расчет прямых потерь от пожара

В результате пожара в резервуаре выгорит весь объем нефти и произойдет
разрушение резервуара Резервуар типа РВС – 20000 заполнен на 90%. Средняя
оптовая отпускная цена нефти составляет 21886 руб. за 1 м³. Ущерб имуществу
третьих лиц не нанесен – остальные составляющие прямого ущерба не учитывают-
ся. Тогда потери продукции составят:

$$P_{т.мц} = 20000 \cdot 0,9 \cdot 21886 = 393948000 \text{ руб.}$$

Остаточная стоимость резервуара определяется по формуле:

$$O_{рез} = C_T - Z_{\%} \cdot \frac{C_T}{100},$$

где ;

C_T – стоимость нового резервуара, $Z_{\%}$ - процент износа ОФ.

$$Z_{\%} = \frac{ЭВ}{ТС} \cdot 100,$$

где ;

ЭВ – фактический возраст резервуара, ТС – нормативный срок службы резервуара.

$$Z_{\%} = \frac{11}{20} \cdot 100 = 55$$

$$O_{рез} = 71011380 - 55 \cdot \frac{71011380}{100} = 31955121 \text{ руб.}$$

5.3.2 Расчет косвенного ущерба от пожара

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Косвенный ущерб, $P_{нв}$, в результате пожара определяется как сумма недополученной организацией прибыли, убытков, вызванных уплатой различных неустоек, штрафов, пени и пр., а также убытки третьих лиц из-за недополученной прибыли:

$$P_{н.в.} = P_{н.п.} + P_{ш} + P_{пр},$$

где ;

$P_{н.п.}$ – прибыль, недополученная за период простоя объекта, руб.;

$P_{ш}$ – убытки, вызванные уплатой различных неустоек, штрафов, пени, руб.;

$P_{пр}$ – убытки третьих лиц из-за недополученной прибыли, руб.

Недополученную прибыль в результате простоя предприятия, в результате аварии определяется по формуле:

$$P_{н.п} = \frac{P_{ср.год}}{365} \cdot D,$$

где ;

$P_{ср}$ – среднегодовая величина прибыли предприятия, руб.;

D – количество дней простоя, вызванного пожаром, дни.

По данным годовых бухгалтерских отчетов за 2009-2011 года, среднегодовая величина прибыли предприятия составляет 508757000 руб.

Таким образом, прибыль недополученная за период простоя объекта:

$$P_{н.п} = \frac{508757000}{365} \cdot 10 = 13938000 \text{ руб.}$$

Убытки, вызванные уплатой различных неустоек, штрафов, пени и убытки, третьих лиц из-за недополученной прибыли не учитываются.

$$P_{н.в.} = 13938000 \text{ руб.}$$

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						42
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

5.2.3 Расчет экологического ущерба от пожара

Расчет экологического ущерба от пожара рассчитывается в п.6.2

5.2.4 Расчет затрат на локализацию (ликвидацию) и расследование пожара

В затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование пожара включаются затраты на средства пожаротушения, амортизационные отчисления автотранспортных средств, а также прочих технических средств,

задействованных в тушении пожара, затраты на горюче-смазочные материалы автотранспортных средств, затраты на оплату труда пожарных и прочих спасателей, участвующих в локализации и ликвидации пожара.

Требуемый расход огнетушащего средства на тушение пожара вычисляют по формуле:

$$Q_{\text{трт}} = P_{\text{т}} \cdot I_{\text{трт}},$$

где ;

$Q_{\text{трт}}$ – требуемый расход огнетушащего средства на тушение пожара $\text{м}^3/\text{с}$;

$P_{\text{т}}$ – величина расчетного параметра тушения пожара: площадь – м^2 ;

$I_{\text{трт}}$ – интенсивность подачи огнетушащего средства для тушения пожара: поверхностная I_s – $\text{л}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

$$Q_{\text{трт}} = 1250 \cdot 0,08 = 100 \text{ л/с}$$

Требуемый расход воды на защиту объекта определяют по формуле:

$$Q_{\text{трз}} = P_{\text{з}} \cdot I_{\text{з}},$$

где ;

$Q_{\text{трз}}$ – требуемый расход воды на защиту объекта, л/с ;

$P_{\text{з}}$ – величина расчетного параметра защиты: периметр, м ,

$I_{\text{з}}$ – поверхностная интенсивность подачи воды для защиты в зависимости от принятого расчетного параметра, $\text{л}/(\text{м} \cdot \text{с})$.

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						43
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

$$Q_{\text{мпз}} = 125 \cdot 0,8 = 100 \text{ л/с}$$

Требуемый расход огнетушащего средства составляет:

$$Q_{\text{мп}} = Q_{\text{мпт}} + Q_{\text{мпз}},$$

$$Q_{\text{мп}} = 100 + 100 = 200 \text{ л/с}$$

Определяем требуемое количество пенообразователя $Q_{\text{общПО}}$ на тушение пожара:

$$Q_{\text{общПО}} = N_{\text{ГПС}} \cdot q_{\text{ГПС}}^{\text{но}} \cdot t_n \cdot 60 \cdot K_3,$$

где ;

$q_{\text{ГПС}}^{\text{но}}$ – расход ГПС по пенообразователю (6-% концентрация раствора), л/с ,

$t_n = 15$ мин. – нормативное время проведения пенной атаки;

$K_3 = 3$ – трехкратный запас пенообразователя.

$$W_{\text{ПО}} = 5 \cdot 0,36 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 3 = 4860 \text{ л}$$

При плотности пенообразователя 1000 кг /м³ масса пенообразователя составит 4,86 т.

$$Q_{\text{общ_вода}} = N_{\text{СТВОЛ}} \cdot Q_{\text{СТВОЛ}} \cdot 3600 \cdot t_3 = 20 \cdot 7,4 \cdot 3600 \cdot 6 = 3196800 \text{ л или } 3196,8 \text{ м}^3$$

Стоимость 1 л пенообразователя типа ПОБ-РЗ 46 руб. 50 к. С 1.01.2011 г. тариф на водоснабжение предприятий и организаций города Уфы составляет 15,35 руб./м³.

Затраты на материалы пожаротушения составят:

$$C_{\text{общ}} = 3196,8 \cdot 15,35 + 4860 \cdot 46,5 = 275060 \text{ руб.}$$

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						44
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Величина суточных амортизационных отчислений используемых автотранспортных и прочих технических средств определяется по следующей формуле:

$$A_{сут} = \frac{\frac{НА}{100} \cdot C_{оф}}{360} \cdot Ka$$

где НА – годовая норма амортизации данного вида автотранспортных и иных технических средств, %;

$C_{оф}$ – стоимость данного вида автотранспортных и иных технических средств, руб.;

Ka – количество автомобилей, участвующих в пожаротушении.

Для 7 автомобилей АЦ ЗИЛ-433362 величина амортизационных отчислений составит:

$$A_{сут1} = \frac{9}{100} \cdot \frac{1150000}{360} \cdot 7 = 2012,5 \text{ руб.}$$

Для 5 автомобилей АВ-40(5557) величина амортизационных отчислений составит:

$$A_{сут2} = \frac{9}{100} \cdot \frac{3918000}{360} \cdot 5 = 4868,2 \text{ руб.}$$

Общая сумма амортизационных отчислений составит:

$$A_{сут} = A_{сут1} + A_{сут2} = 2012,5 + 4868,2 = 6880,7 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на ГСМ осуществляется с учетом норм расхода топлива и поправочных коэффициентов, утвержденных Департаментом автотранспорта Минтранс России от 14.03.2008 N АМ-23-р.

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						45
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

Нормативный расход топлив (л) для автотранспортных средств, участвующих в тушении пожара, спецавтомобилей, выполняющих основную работу в период стоянки, определяется следующим образом:

$$Q_n = (0,01 \cdot H_{sc} \cdot S + H_t \cdot T) \cdot (1 + 0,01 \cdot D),$$

где ;

H_{sc} – норма расхода топлив на пробег, л/100 км;

S – пробег спецавтомобиля к месту работы и обратно, км;

H_t – норма расхода топлив на работу специального оборудования (л/ч) или литры на выполняемую операцию (заполнение цистерны и т.п.);

T – время работы оборудования (ч) или количество выполненных операций;

D – суммарная относительная надбавка или снижение к норме, в процентах (при работе оборудования применяются только надбавки на работу в зимнее время и в горной местности).

Расход топлива для 7 автомобилей АЦ:

$$Q_{n1} = (0,01 \cdot 41,5 \cdot 0,5 + 0,33 \cdot 30) \cdot (1 + 0,01 \cdot 10) \cdot 7 = 77,7 \text{ л}$$

Расход топлива для 5 автомобилей АПТ:

$$Q_{n1} = (0,01 \cdot 39 \cdot 0,5 + 0,33 \cdot 75) \cdot (1 + 0,01 \cdot 10) \cdot 5 = 137,15 \text{ л}$$

Общий расход топлива:

Величина затрат на нормативный расход топлива определяется как:

$$H = 38,5395 \cdot 29,07 = 1120,4 \text{ руб.}$$

Затраты на оплату труда рассчитываются по формуле:

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						46
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

$$\PhiЗП_{сут} = \frac{Мес.оклад}{30} \cdot 1,15 \cdot Ч_i,$$

где ;

ФЗП сут – суточная заработная плата участников локализации пожара *i*-ой группы;

Ч_{*i*} – количество участников *i*-ой группы;

Мес. оклад – средний месячный оклад участников *i*-ой группы, руб./мес.

$$\PhiЗП_{сут} = \frac{9000}{30} \cdot 1,15 \cdot 35 = 2549 \text{ руб}$$

5.3 Определение величины возможного ущерба после реализации противопожарных мероприятий

В результате пожара в резервуаре сработает система газопорошкового тушения, которая обнаружит и потушит пожар в течение 10 секунд. Объем выгоревшей нефти составит 0,05 м³. Средняя оптовая отпускная цена нефти составляет 21886 руб. за 1 м³. Тогда потери продукции составят:

$$П_{мми} = 0,05 \cdot 21886 = 1257 \text{ м}^3$$

Повреждений или разрушения резервуара не произойдет.

Прибыль недополученная за период простоя объекта составит:

$$П_{н.п} = \frac{508757}{365} \cdot 1 = 1393 \text{ руб}$$

Для 2 автомобилей АЦ ЗИЛ-433362 величина амортизационных отчислений составит:

$$A_{сут1} = \frac{9}{100} \cdot \frac{1150000}{360} \cdot 2 = 574,8 \text{ руб.}$$

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расход топлива для автомобилей АЦ составит:

$$Q_{н1} = (0,01 \cdot 41,5 \cdot 0,5) \cdot (1 + 0,01 \cdot 10) = 0,22 \text{ л}$$

Величина затрат на нормативный расход топлива определяется как:

$$H = 0,22 \cdot 29,42 = 6,715 \text{ руб}$$

Общая сумма затрат на автомобили и технические средства составит 581,5 руб.

Масса выгоревших веществ и материалов при времени пожара 15 секунд составит 1 тонну. Вред окружающей среде, причиненный загрязнением атмосферы составит:

$$B_{\text{э-э}} = (25752,21 \cdot 1) \cdot 2,1076 + 30000 = 84079,6 \text{ руб}$$

Таблица 5.2 Определение суммарной величины предотвращенного ущерба от реализации противопожарных мероприятий расчета предотвращенного ущерба в результате реализации противопожарных мероприятий

Вид ущерба	Величина ущерба, тыс. руб.		Предотвращенный ущерб, тыс. руб.
	До мероприятий	После мероприятий	
1. Прямые потери всего, в т.ч.	425903	1,257	424950
– потери в результате уничтожения резервуара,	31955	0	
– потери нефти.	393948	1,257	
2. Социально-экономические потери, всего	0	0	0
3. Экологический ущерб, всего	138694,139	84,079	138610,06
4. Косвенный ущерб, всего, в т.ч.			
недополученная прибыль в результате простоя	139380	1,393	139378,6
5. Затраты на ликвидацию и расследование пожара	2050	0,581	2049,4
Итого	706027	87	705939

5.4 Оценка экономической эффективности реализации противопожарных мероприятий

Критерием экономической эффективности противопожарного мероприятия (совокупности мероприятий) является получаемый от его реализации интегральный экономический эффект (И), учитывающий материальные потери от пожаров, а также капитальные вложения и затраты на выполнение мероприятия.

$$I = \left[\sum (МПУ_t - ЭР_t) \cdot \frac{1}{(1 + НД)^t} \right] - K_0$$

где ;

$МПУ_t$ – математическое ожидание предотвращенных с помощью противопожарных мероприятий потерь (ущербов) в году t , руб.;

$ЭР_t$ – эксплуатационные расходы на обеспечение противопожарных мероприятий в году t , руб.;

$НД$ – норма дисконта (в долях единицы), для расчетов рекомендуется принять равную 0,08 (ставка рефинансирования, установленная Центральным банком Российской Федерации);

K_0 – капитальные затраты (инвестиции) на осуществление противопожарных мероприятий в период планирования ($t=0$), руб.

Таблица 5.3 Капитальные затрат при установке системы АУПТ

№ п/п	Наименование оборудования	Ед. изм.	Количество	Стоимость единицы, руб.	Общая стоимость, руб.
1	УГПП Бизон -100	шт.	1	400000	400000
2	ИТОГО затрат на оборудование				400000
3	затраты на транспортно-заготовительные работы (составляют 5% от общей стоимости оборудования АУПТ)				20000
4	затраты на монтажные работы (составляют 15% от общей стоимости оборудования АУПТ)				60000
	затраты на демонтажные работы имеющейся АУПТ (составляют 15% от общей				50000

	стоимости оборудования АУПТ)				
5	ИТОГО капитальных затрат				530000

$$МПУ_t = ПУ_t \cdot \lambda,$$

где

$ПУ_t$ – предотвращенный с помощью противопожарных мероприятий ущерб в году t , руб.,

λ – частота (вероятность) возникновения пожара, $\lambda_n = 9,3 \cdot 10^{-4}$ год⁻¹,

$$МПУ_t = 705939000 \cdot 9,3 \cdot 10^{-4} = 656523 \text{ руб}$$

Расчет эксплуатационных расходов на содержание автоматической установки пожаротушения, тыс. руб./год, определяют по формуле:

$$C_2 = C_{ам} + C_{тр} + C_{с.оп} + C_{ов} + C_{эл},$$

где ;

$C_{ам}$ – амортизационные отчисления, тыс.руб./год;

$C_{тр}$ – затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание АУПТ, тыс.руб./год;

$C_{с.оп}$ – затраты на содержание обслуживающего АУПТ персонала, тыс.руб./год;

$C_{ов}$ – затраты на огнетушащее вещество, тыс.руб./год;

$C_{эл}$ – затраты на электроэнергию, тыс.руб./год.

Амортизационные отчисления на АУПТ, тыс.руб./год:

$$C_{ам} = \frac{K_2 \cdot H_{ам.нт}}{100},$$

где ;

$H_{ам.нт}$ – нормы амортизационных отчислений на АУПТ, % в год (принимается равным 6,8%);

K_2 – капитальные затраты на устройство автоматической установки пожаротушения (только сама техника без затрат на транспортировку и монтаж), тыс. руб.

						Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР

$$C_{ам} = \frac{340000 \cdot 6,8}{100} = 23120$$

Затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание АУПТ:

$$C_{тр} = \frac{K_2 \cdot H_{тр}}{100},$$

где ;

$H_{тр}$ – нормы отчислений на текущий ремонт, % в год (принимается равным 4,5%).

$$C_{тр} = \frac{340000 \cdot 4,5}{100} = 15300$$

Затраты на электроэнергию $C_{эл}$ определяют по формуле:

$$C_{эл} = C_{эл} \cdot N \cdot T_p \cdot K_{им},$$

где ;

$C_{эл}$ – тариф на 1 кВт. час электроэнергии, (1,91 руб. в 2019 году);

N – установленная электрическая мощность, кВт;

T_p – годовой фонд времени работы установленной мощности (часов);

$K_{им}$ – коэффициент использования установленной мощности.

$$C_{эл} = 1,91 \cdot 3200 \cdot 0,16 \cdot 1 = 977$$

$$C_2 = 23120 + 15300 + 61760 + 977 = 39397$$

Величина амортизационных отчислений используемого оборудования, технических средств определяется исходя из их стоимости и нормы амортизации, по следующей формуле:

$$AO = \frac{HA}{100} \cdot C_{об},$$

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						51
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

где ;

НА – норма амортизации, %;

С_{об} – стоимость оборудования, технических средств, руб.

Норма амортизации определяется упрощенно по следующей формуле:

$$НА = \frac{1}{T_{сл}} \cdot 100$$

где ;

T_{сл} – срок службы оборудования или средства, указанный в техническом паспорте, лет.

$$НА = \frac{1}{10} \cdot 100 = 10$$

$$АО = \frac{10}{100} \cdot 400000 = 40000$$

Ежегодные эксплуатационные расходы рассчитываются по формуле:

$$ЭР = АО + Э$$

$$ЭР = 40000 + 39397 = 79397$$

Таблица 5.4 Расчет показателей эффективности противопожарных мероприятий

Год осуществления затрат t	Капитальные вложения на осуществление противопожарных мероприятий К _t , руб.	Математическое ожидание предотвращения ущерба, руб./год	Эксплуатационные расходы, руб./год	Коэффициент дисконтирования Kd=1/(1+НД)t	Дисконтированный денежный доход	Накопленный дисконтированный денежный доход
0	-530000					-530000
1		656523	39397	0,93	573927,18	43927
2		656523	39397	1,17	719815,77	763742,77
3		656523	39397	1,26	777401,03	1541143,79
4		656523	39397	1,36	839593,11	2380736,90
5		656523	39397	1,47	906760,56	3287497,46
6		656523	39397	1,59	979301,40	4266798,87

					20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

7		656523	39397	1,71	1057645,52	5324444,38
8		656523	39397	1,85	1142257,16	6466701,54
9		656523	39397	2,00	1233637,73	7700339,27
10		656523	39397	2,16	1332328,75	9032668,02
Итого					9562668,20	

Вывод:

1. Суммарный дисконтированный доход за период реализации проекта 9562668,20 руб. («Итого» по столбцу б).

2. Интегральный экономический эффект равен 9032668,02 руб.

Поскольку $I > 0$, вложение средств признается эффективным.

3. Индекс доходности равен:

$$ИД = \frac{9562668,20}{530000} = 18$$

ИД=18. Т.к. ИД больше единицы, то проект признается эффективным.

4. Срок окупаемости вложенных средств:

Последний раз накопленный дисконтированный денежный доход отрицателен в 0-м году. Тогда соответственно:

$$Ток = 1 + \frac{530000}{573927} = 2 \text{ года}$$

Поскольку срок окупаемости вложенных средств меньше срока реализации проекта ($1,92 < 10$), проект признается приемлемым.

					20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

6 ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СИСТЕМ

6.1 Оценка прогнозирования экологических последствий пожаров

Пожар можно рассматривать как своего рода неуправляемый реактор, химические превращения в котором протекают с выделением в окружающую среду большого количества продуктов горения, пиролиза, окислительной деструкции, тепловой энергии и потреблением кислорода.

При тушении пожаров дополнительно привносятся огнетушащие вещества, экологическая опасность которых в ряде случаев крайне велика, при этом расходуется огромное количество воды и возникают экологические последствия, которые детально практически не исследованы.

В настоящее время разработаны немногочисленные методики оценки экологического ущерба от пожаров. Ежедневно в мире происходит до 20 тыс. пожаров, при этом погибает 150-200 человек. Методы оценки экологических и социальных последствий пожаров находятся в начальной стадии исследования. В этой связи особенно актуальна проблема разработки научных подходов к оценке прогнозирования экологических последствий пожаров, методов их ранней диагностики и способов ликвидации, а также предупреждения.

Углеводородные системы – нефть, продукты ее переработки и газоконденсаторы оказывают отрицательное воздействие на воздух, воду и почву. Предприятия топливно-энергетического комплекса России не смотря на снижение объемов производства, остаются крупнейшими в промышленности источниками загрязнителей окружающей среды. На их долю приходится около 48 % выбросов вредных веществ в атмосферу, 27 % сброса загрязняющих сточных вод, свыше 30 % твердых отходов и до 70 % общего объема парниковых газов.

Экологические проблемы начинаются уже на стадии добычи сырья и его поставки на предприятия. Так, в процессе добычи нефти наиболее характерными за-

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						54
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

грязнителями окружающей среды являются углеводороды (44,9 % от суммарного выброса), оксид углерода (47,4 %) и различные твердые вещества (4,3 %). При этом улавливание вредных веществ составляет 2,5 %. Ежегодно происходит более 60 крупных аварий и около 20 тыс. случаев, сопровождающихся значительными разливами нефти, попаданием ее в водоемы, большими материальными потерями. На предприятия по переработке нефть поступает трубопроводным, водным и железнодорожным транспортом. Наиболее экономична транспортировка нефти по трубопроводам, но при этом виде транспортировки возникают очень серьезные экологические проблемы. Средняя дальность перекачки нефти в нашей стране составляет до 1500 км, диаметры трубопроводов составляют 300-1200 мм. При этом они подвержены коррозии, отложению смол и парафинов внутри труб. Поэтому по всей длине магистральных нефтепроводов необходимы технический контроль, современный ремонт и реконструкция. При ликвидации последствий аварий на предприятиях ТЭК часто используются приемы, которые еще больше усугубляют экологическую ситуацию.

Влияние процессов сгорания углеводородных систем приводит к резкому увеличению содержания CO, CO₂ и кислых газов в атмосфере. Сжигание нефти, газа и угля сопровождается выбросом до 5 млрд. т. в год углекислого газа.

Загрязнение атмосферы сернистыми газами приводит к выпадению кислотных дождей с pH около 5. Уместно напомнить, что при pH 5-4,5 наступает гибель рыбы в водоемах. Ежегодно в атмосферу поступает около 5 т SO₃ в час. Фоновые уровни такого опасного канцерогена, как бензапирен, в промышленных районах страны достигают 0,4-0,5 нг/м³. В целом по России больше 50 млн. человек испытывают воздействие вредных веществ, содержащихся в атмосфере в концентрациях свыше 10 ПДК.

Таким образом, продукты сгорания углеводородных систем вносят значительный вклад в загрязнение атмосферы.

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						55
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

6.2 Размер вреда, причиненный окружающей среде загрязнением атмосферного воздуха, в результате пожара на объекте

Методика определения размера вреда, причиненного окружающей среде загрязнением атмосферного воздуха в результате пожаров приведена в приложении к постановлению Правительства Москвы от 13 сентября 2005 г. № 689-ПП [6]. В данной методике оценка размера вреда окружающей среды производится по таксам. Такса для исчисления размера вреда, причиненного загрязнением атмосферного воздуха – ставка, рассчитанная исходя из затрат на восстановление нарушенного состояния окружающей среды [6].

Исходные данные для расчета приведены в таблицах 6.1 и 6.2.

Таблица 6.1 – Состав выбросов продуктов горения при пожаре

Объект пожара (вещество, материал)	Удельный выход продуктов горения m_{ij} , т/т						
	Взвешенные вещества	SO ₂	CO	NO _x	Углеводороды	Вещества 1 класса опасности	Другие вещества
Нефть	$1,7 \cdot 10^{-1}$	$2,78 \cdot 10^{-2}$	$8,4 \cdot 10^{-2}$	$6,9 \cdot 10^{-3}$	-	$7,8 \cdot 10^{-8}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$

Таблица 6.2 – Таксы для исчисления размера вреда, причиненного загрязнением атмосферного воздуха в результате пожара

Пожар	Группы загрязняющих веществ						
	Взвешенные вещества	SO ₂	CO	NO _x	Углеводороды	Вещества 1 класса опасности	Другие вещества*
Таксы, руб./т	96000	94000	62000	92000	92000	656000	61000

* к группе «Другие вещества» относятся остальные загрязняющие вещества, для которых установлены предельно допустимые концентрации или ориентировочные безопасные уровни воздействий в атмосферном воздухе населенных мест.

6.2.1 Определение массы выгоревших веществ и материалов при пожаре

Масса выгоревших веществ и материалов M_i определяют по формуле:

$$M_i = S \cdot W_i \cdot t,$$

где ;

M_i - количество сгоревшего вещества или материала, т;

S - площадь пожара, кв. м;

W_i - массовая скорость выгорания материала, т · м⁻² х сек⁻¹ ;

t - время пожара (часы, минуты).

$W_i = 28,3 \cdot 10^{-6}$ т / (м²·с) – массовая скорость выгорания горючих материалов для нефти, определяется по таблице 3 [6].

Время пожара принимаем $t = 15$ минут = 900 секунд.

$$M_i = 2896 \cdot 28,3 \cdot 10^{-6} \cdot 900 = 73,761 \text{ тонн}$$

6.2.2 Определение приведенного удельного вреда

Приведенный удельный вред B_i рассчитывается по формуле:

$$B_i = \sum_{j=1}^Z H_j \cdot m_{ij}$$

где ;

B_i - приведенный удельный вред, который определяется размером вреда, обусловленным сгоранием единицы массы горючего материала с учетом состава выброса соответствующих загрязняющих веществ (продуктов горения) при пожаре, руб./т;

i - наименование горючего материала или вещества, сгоревшего при пожаре, безразмерный;

j - наименование загрязняющего вещества (продукта горения), безразмерный;

Z - количество загрязняющих веществ (продуктов горения), выделяющихся в

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

атмосферу во время пожара, т;

H_j - такса для исчисления размера вреда и убытков от загрязнения атмосферного воздуха j -м загрязняющим веществом (продуктом горения), определяется по таблице 1, руб./т;

m_{ij} - удельная масса j -го загрязняющего вещества (продукта горения), поступившего в атмосферный воздух при горении i -го горючего материала, участвующего в горении при пожаре, определяется по таблице 5.1, т/т.

Соответствующие данному составу продуктов горения таксы H_j определяются по таблице 5.2.

Для B_i при $Z = 1$ получим:

$$B_i = 1,7 \cdot 10^{-1} \cdot 96000 + 2,78 \cdot 10^{-2} \cdot 94000 + 8,4 \cdot 10^{-2} \cdot 62000 + 6,9 \cdot 10^{-3} \cdot 92000 + 7,8 \cdot 10^{-8} \cdot 656000 + 1,6 \cdot 10^{-2} \cdot 61000 = 25752,51 \text{ руб./т}$$

Таблица 6.3 – Определение приведенного удельного вреда

Загрязняющие вещества (продукты горения), i	Параметр		
	$m_{ij} \cdot 10^{-3}$, т/т	Такса, H_j , руб/т	$H_j \cdot m_{ij}$, тыс.руб/т
Взвешенные вещества	1700	96000	5347,2
SO ₂	2,78	94000	545,2
CO	84	62000	7911,2
NO _x	6,9	92000	160,08
Углеводороды			
Вещества 1 класса опасности	780000000	656000	1902,4
Другие вещества	16	61000	176,9
Размер вреда			25752,51

6.2.3 Определение размера вреда окружающей среде, причиненного загрязнением атмосферного воздуха в результате пожаров

Вред окружающей среде, причиненный загрязнением атмосферного воздуха в результате пожаров, рассчитывается по формуле:

$$B_{\text{э-э}} = \left(\sum_{i=1}^N M_i \cdot B_i \right) \cdot K_{\text{ин}} + Z_0$$

где ;

$B_{\text{э-э}}$ - вред окружающей среде, причиненный загрязнением атмосферного воздуха в результате пожаров;

N - количество горючих веществ и материалов, участвующих в горении при пожаре, т;

$K_{\text{ин}}$ - коэффициент индексации, определяемый уровнем инфляции, установленный Правительством Российской Федерации по отношению к году, предшествующему году оценки, безразмерный;

Z_0 - затраты на проведение оценки причиненного вреда, определяются по фактическим затратам, включая затраты на проведение лабораторных анализов, руб. Изучив рынок цен данной услуги, принимаем в расчете минимальную цену анализа, составляющую 30000 рублей [7]. Коэффициент индексации $K_{\text{ин}}$ принимаем равным 2,1076[6].

$$B_{\text{э-э}} = (25752,21 \cdot 73,761) \cdot 2,1076 + 30000 = 138694139,6 \text{ руб}$$

Количественная оценка состава выбросов загрязняющих веществ (продуктов горения) при пожарах осуществляется экспериментально аналитическими лабораториями, аттестованными и (или) аккредитованными в установленном порядке на право проведения соответствующих работ, другими специально уполномоченными органами, методом экспертных оценок.

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						59
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ статистических данных показывает пожарную опасность процессов хранения и перекачки нефти и нефтепродуктов, при которых в нормально работающих аппаратах, емкостях и вне их могут образовываться взрывоопасные, а так же при разгерметизации трубопроводов, износе оборудования, авариях, и других отклонениях от технологического регламента.

В качестве объекта исследования был выбран ООО «Специализированный морской нефтеналивной порт Приморск», который представляет собой комплекс сооружений и устройств, предназначенных для приема нефти из магистральных нефтепроводов «Кириши – Приморск» и «Палкино – Приморск», хранения и отгрузки нефти в танкера. Для повышения уровня пожарной безопасности одного из резервуаров комплекса была подобрана система газопорошкового тушения с использованием модулей газопорошкового тушения «ViZone». Расчет показал, что для защиты резервуара РВС – 20000 необходимо 34 модуля газопорошкового тушения «ViZone».

Проведенный расчет сил и средств показал, что для тушения пожара в резервуаре потребуется 48 человек личного состава (10 отделений), а для тушения пожара в обваловании – 63 человека (13 отделений).

Экономический расчет предложенных противопожарных мероприятий подтвердил эффективность проекта. Предотвращенный материальный ущерб составил 705 939 тыс. руб. при капитальных затратах 530 000 руб. Срок окупаемости вложенных средств составляет 2 года.

Загрязнение атмосферы сернистыми газами приводит к выпадению кислотных дождей с рН около 5. Уместно напомнить, что при рН 5-4,5 наступает гибель рыбы в водоемах. Ежегодно в атмосферу поступает около 5 т SO₃ в час. Фоновые уровни такого опасного канцерогена, как бензапирен, в промышленных районах страны достигают 0,4-0,5 нг/м³. Определен размер вреда окружающей среде, причиненного загрязнением атмосферного воздуха в результате пожаров на исследуемом объекте, который составил 138 694 тыс. руб.

					20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР	Лист
						60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В.В. Яковлев. Экологическая безопасность, оценка риска. Международный центр экологической безопасности региона Балтийского моря, СПб, 2007;
2. Официальный сайт МЧС России: <http://www.mchs.gov.ru/>
3. СНИП 2.11.03-93 Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы;
4. Приказ Министерства энергетики РФ от 13 января 2003 г. № 6 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
5. Свод правил СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (с Изменением № 1);
6. Постановление Правительства Москвы от 13 сентября 2005 г. № 689-ПП «Об утверждении Методики определения размера вреда, причиненного окружающей среде загрязнением атмосферного воздуха в результате пожаров на территории города Москвы»;
7. Электронный ресурс: «РИАНовости» <http://ria.ru/len/20130808/955151154.html> (07.06.19);
8. Электронный ресурс: «Экологические штрафы». http://www.eco-plata.ru/k_indeksacii_2012;
9. Электронный ресурс: «Судебная экспертиза». <http://sud-expertiza.ru/prices>
10. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
11. Электронный ресурс: «Пожарное дело». <http://www.1sn.ru/34351>;
12. Приказ МЧС России от 30.06.2009 № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности»;
13. Терещев В.В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. – М.: ПожКнига, 2004. – 248 с.

					<i>Лист</i>
					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	61

14. С. В. Пузач, В. В. Андреев, О. С. Лебедченко, М. Н. Горячева, А. А. Копылов, А. В. Смагин. П78 Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. Методические указания по выполнению курсовой работы: Учебно-методическое пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 73 с.

15. Лебедев В.С. Справочник инженера пожарной охраны: Учебно-практическое пособие. – М.: Инфра - Инженерия», 2005. – 768 с;

16. Электронный ресурс: «Консультант Плюс». www.consultant.ru/law/

17. Исаева Л.К. Экология пожаров, техногенных и природных катастроф: Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 301 с.

18. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»;

19. Правила противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденные Постановлением правительства РФ от 25.04.2012 г. № 390 «О противопожарном режиме» (с изменениями на 18 ноября 2017 года).

					<i>20.05.01.2019.362 ПЗ ВКР</i>	<i>Лист</i>
						62
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		