

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

кафедра Безопасность труда и инженерная экология

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ИТЭТТ

(Ф.И.О., ученая степень, звание)

« » 20 г
(подпись)

«Допущен к защите»

Заведующий кафедрой к.т.н

доцент Абикинова А.А.

(Ф.И.О., ученая степень, звание)

« 10 » 06 2019 г
(подпись)

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

На тему: Разработка декларации пожарной безопасности складского цеха ФЭЦ-2

Специальность 58073100 Безопасность жизнедеятельности

Выполнил (а) Или Владимиров Александрович ФЭЦ-15-1
(Фамилия и инициалы) группа

Научный руководитель д.т.н. профессор Приходько Н.Г.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)

Консультанты:

по экономической части:

к.э.н., доцент канд. М.П. Габдуллин М.Р.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
« 15 » 05 2019 г.
(подпись)

по безопасности жизнедеятельности:

д.т.н. профессор канд. ФЭЦ-7 Приходько Н.Г.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
« 20 » 04 2019 г.
(подпись)

Нормоконтролер: доцент канд. ФЭЦ-7 Шамаубаева С.Е.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
« 6 » июня 2019 г.
(подпись)

Рецензент: старший инженер ОЭС Шамакунов А.А.
(Фамилия и инициалы, ученая степень, звание)
« 10 » 06 2019 г.
(подпись)

Алматы 2019 г.

Некоммерческое акционерное общество
АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ

Институт институт теплотехники и тепловых машин
Специальность 5В073100 "Безопасность и надежность"
Кафедра Безопасность труда и инженерная психология

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Студент Сли Владимир Александрович
(фамилия, имя, отчество)

Тема проекта Разработка декларации пожарной безопасности мажутного цеха ТЭЦ-2

утверждена приказом ректора № 33 от «01» 03 2019 г.

Срок сдачи законченной работы «14» 06 2019 г.

Исходные данные к проекту требуемые параметры, результатов проектирования (исследования) и исходные данные объекта

1. Инструкции по эксплуатации мажутного цеха ТЭЦ-2.
2. Правила технической эксплуатации нефтяной.

Перечень подлежащих разработке дипломного проекта вопросов или краткое содержание дипломного проекта:

1. Общие сведения о мажутном цехе ТЭЦ-2
2. Анализ безопасности мажутного цеха ТЭЦ-2
3. Оценка вероятности возникновения аварии на мажутном цехе ТЭЦ-2
4. Расчет уровня пожарного риска мажутного цеха ТЭЦ-2.
5. Расчет экономического ущерба.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Схема маршрутного учета ТЭЦ - 2
2. Схема образования рабочего раствора негидроксида
3. Реферватар вертикальный V 10000 м³
4. Фланг-схема вертикального развития цилиндрической обмурки

Рекомендуемая основная литература

1. СО 03-06-АКТНП-006-2004 "Нормы пожарной безопасности. Проектирование и эксплуатация систем пожаротушения нефтепродуктов в емкостях вертикального реферватара ОАО "АК Транснефтепродукт".
2. Руководство по оценке пожарной риска для промышленных предприятий. - М.: ВНИИПТ, 2006
3. ГОСТ 121 004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ) Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением №1)
4. СНиП, 2.11.03-93 Система мерти и мертеродубов. Противопожарное нормирование

Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов

Раздел	Консультант	Сроки	Подпись
БЖД	д.т.н. профессор Приходько И.И.	13.02 - 20.04.19	[Подпись]
Экономическая часть	д.т.н. профессор Голубович И.И.	13.02 - 15.05.19	[Подпись]

Аннотация

Дипломная работа посвящена пожарной безопасности мазутного цеха ТЭЦ-2. Приведены общие сведения о декларируемом объекте. Произведены расчеты вероятности возможного возникновения тех или иных аварий, а также их последствия. Проанализированы и предложены мероприятия по улучшению обстановки пожарной безопасности мазутного цеха ТЭЦ-2. Рассчитан возможный экологический и материальный ущерб в результате возможного пожара пролива мазута из резервуара РВС-10000.

Annotation

The thesis is devoted to fire safety of the fuel oil department of CHP-2. Provides general information about the declared object. Calculations are made of the probability of the possible occurrence of certain accidents, as well as their consequences. Analyzed and proposed measures to improve the fire safety situation of the fuel oil shop of CHP-2. The possible environmental and material damage as a result of a possible fire of fuel oil spill from the RVS-10000 reservoir has been calculated.

Андатпа

Диссертациялық жұмыс ЖЭО-2 мазутының мұнай өнімдерінің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге арналған. Ұсынылған нысан туралы жалпы ақпаратты береді. Есептеулер белгілі бір апаттардың туындау ықтималдығы, сондай-ақ олардың зардаптары. ЖЭО-2 мазутты цехының өрт қауіпсіздігі жағдайын жақсарту бойынша талдау және ұсынылған шаралар. RVS-10000 резервуарынан мазут төгілуінің ықтимал алауы салдарынан ықтимал экологиялық және материалдық шығын есептелді.

Содержание

Введение.....	7
1 Общая информация.....	9
1.1 Общие сведения о мазутном цехе.....	9
1.1.1 Краткие сведения о мазутном цехе.....	9
1.1.2 Описание месторасположения мазутного цеха.....	10
1.1.3 Природно-климатические условия.....	11
1.2 Пожарные характеристики объектов.....	11
1.3 Данные о персонале работающем на мазутном цехе.....	12
1.4 Сведения о травматизме и аварийности на мазутном цехе.....	12
2 Анализ безопасности мазутного цеха.....	14
2.1 Технология и аппаратурное оформление.....	14
2.1.1 Характеристика опасного вещества.....	14
2.1.2 Технологические данные о распределении опасного вещества.....	17
2.1.3 Технические решения по обеспечению безопасности.....	17
2.2 Математический расчет последствий возможных аварий на МЦ ТЭЦ-2.....	18
2.2.1 Оценка риска аварий и ЧС.....	18
2.2.2 Вероятность возникновения пожара в резервуаре с топливом.....	19
2.2.3 Истечение жидкости.....	23
2.2.4 Растекание жидкости при квазимгновенном разрушении резервуара.....	26
2.3 Интенсивность теплового излучения.....	28
2.3.1 Пожар пролива.....	29
2.3.2. Огненный шар.....	31
3 Безопасность жизнедеятельности.....	33
3.1 Расчет последствий аварий на МЦ ТЭЦ-2.....	33
3.2 Определение количества выброса вредных веществ.....	34
3.3 Расчет экологического ущерба.....	36
4 Экономическая часть.....	39
4.1 Оценка экономического ущерба.....	39
4.1.1 Расчет прямых потерь.....	40
4.2 Затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование аварии.....	42
4.3 Расчет потерь при выбытии трудовых ресурсов.....	42
4.4 Материальные затраты.....	43
4.5 Расчет срока окупаемости мероприятия.....	45
Заключение.....	47
Список основных сокращений.....	49
Список литературы.....	50
Приложение А.....	51
Приложение Б.....	52
Приложение В.....	53
Приложение Г.....	54

Введение

Мир человека на протяжении всей истории неумолимо сталкивался с такими природными опасностями, как землетрясение, наводнение, ураганы, грозы, лесные пожары и т.п. В результате своей эволюции (овладение ремеслами, различными технологиями и процессами и т. д.) появились и новые виды опасностей, и прежде всего пожарная опасность.

Нынешние условия жизни человека содействуют росту числа пожаров и размера социально-экономического последствия от них. Из года в год, в мире регистрируется около 2 млн пожаров, из-за которых погибает почти 40 тысяч человек. Пожары в 20-ом и 21-ом веке стали настоящим горем для человечества.

Под опасностью следует понимать любое воздействие или изменившееся состояние объекта, способное нанести ущерб или вред человечеству, природе, обществу, живому существу, механизму, системе. Опасности в своей основе материальны. Поэтому в противостоянии с ними важно выделять материальные объекты, которые являются их носителями. К таким объектам можно отнести: предметы и средства труда (машины, станки, инструменты, сооружения, здания и т.д.), различные виды энергии (электрическая, химическая и др.), природно-климатическая среда, люди. Оценка фактора как безопасного или опасного зависит от интенсивности, длительности его воздействия на тот или иной объект, а также от устойчивости или чувствительности к этому воздействию со стороны самого объекта.

На практике же выясняется то, что абсолютная безопасность как таковая недостижима. Опасность всегда выражается через связь двух сторон. Одна из них – субъекты опасности (природные опасности, техногенные процессы, движущиеся или иные потенциально опасные материальные объекты, негативные или ошибочные действия и т. п.) – выступают источником и/или носителем опасности. Другая сторона – объекты опасности (люди, материальные объекты, объекты природы) – являются потенциально стороной пострадавших, которая может испытать на себе все негативное воздействие субъекта опасности. Причем обе стороны могут быть составляющими одного и того же предмета или явления. К примеру, промышленное предприятие, на котором возникла авария. В этом случае предприятие одновременно оказывается и субъектом, и объектом опасности.

Степень опасности зависит от возможной вероятности ее реализации, мощности возможных явлений или процессов, силы возможного воздействия на объект, а также от уязвимости и защищенности от них объекта опасности. Опасности носят вероятностный характер, т. е. могут быть, а могут и не быть. Опасность можно представить в двух формах – в форме вызовов и в форме угроз. Под вызовом понимается совокупность обстоятельств, порождающих гипотетическую (предположительную) опасность, которая в перспективе может превратиться в непосредственную опасность. [6]

Угрозы представляют собой непосредственную опасность возникновения тех или иных нежелательных событий, а также наличие обстоятельств, стимулирующих эти события. Такими обстоятельствами могут быть природные, общественные и техногенные закономерности, обуславливающие опасность, структурные и функциональные недостатки систем безопасности.

Возникновение пожаров, и их развитие, а также, гибель и травмы людей обусловлены двумя основными причинами: техническими и социальными. К техническим можно отнести износ технологического оборудования и инженерных коммуникаций, нарушение технологического регламента и безопасных условий эксплуатации оборудования и бытовых приборов, отсутствие систем предотвращения пожара и противопожарной защиты, снижающих тяжесть последствий и обеспечивающих уровень безопасности людей. К социальным причинам в первую очередь относится уровень образования людей в области пожарной безопасности, социальное положение, уровень жизни, состояние физического и психического здоровья.[6]

В настоящее время для оценки опасности возникновения пожара (взрыва) используются методы, которые можно разделить на две группы. К первой относятся методы оценки уровня пожарной опасности, основанные на индексации опасностей (детерминированные методы). Они позволяют определить условный уровень пожаровзрывоопасности объекта и используются в основном для их классификации.[6]

Вторая группа объединяет статистико-вероятностные методы, которые наиболее приемлемы для расчета вероятности возникновения пожара (взрыва) на объекте, так как они учитывают случайный характер событий и позволяют оценить фактический уровень пожарной опасности технологических аппаратов, процессов, а также производственных помещений и зданий.[6]

В дипломной работе сделаны расчеты по оценке пожарного риска на мазутном цехе. А также, в дипломной работе приведены сведения о пожаровзрывоопасных и физико-химических свойствах мазута и сведения о частотах реализации инициирующих пожароопасные ситуации событий и частоты возникновения пожаров.

1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

В разделе приведены общие сведения о декларируемом объекте, описание их месторасположения, природно-климатических условий, даны пожарные характеристики, сведения о травматизме и аварийности на мазутном цехе и мероприятия по повышению пожарной безопасности.

1.1 Общие сведения о мазутном цехе ТЭЦ-2

Мазутный цех (далее МЦ) расположен в Карасайском районе Алматинской области, в поселке Алгабас.

МЦ рассчитан на прием мазута от приемно-сливного устройства, расположенного на территории растопочного мазутного хозяйства, на хранение мазута в надземных металлических резервуарах на территории МЦ и подачу его к наливному устройству для выдачи в автоцистерны с дальнейшей транспортировкой. Кроме того предусмотрена обратная подача мазута из резервуаров МЦ в резервуары растопочного мазутного хозяйства ТЭЦ-2. Открытый склад мазута состоит из 3 мазутных резервуаров емкостью по 10000 м³ и служит для хранения мазута. Любой из этих трех резервуаров может служить расходным резервуаром. Предусматривается разогрев мазута в резервуарах циркуляционным способом с помощью специального контура через подогреватели мазута.

1.1.1 Краткие сведения о МЦ

В составе мазутного цеха:

Таблица 1.1 – Состав оборудования МЦ

№	Наименование устройств и тип оборудования	Состояние	Техническая характеристика	Примечание
1	Насос наливной 10НД 6х1-(2 шт)	Давление, горючая жидкость	P=0,5МПа Q=485м ³ /ч	Ст. 72 Закона РК «О гражданской защите», утвержденного Постановлением РК от 11.04.2014 года №188 – V ЗРК
2	Насос рециркуляции и насос перекачивающий 8 НД 6х1- (3 шт)	Давление, горючая жидкость	P=0,5МПа Q=202м ³ /ч	
3	Насос дренажного типа 12НА 9х4-(2 шт)	Давление, горючая жидкость	P=0,5МПа Q=80м ³ /ч	
4	Насос конденсатный КС-12-50 (4 шт)	Давление	P=0,5МПа Q=12м ³ /ч	

Продолжение таблицы 1.1

5	Подогреватель мазутный МПР-13-240 (3 шт)	Пар	Q=240м ³ /ч	
6	Фильтр мазутный ФМ-10-240 (4 шт)	Мазут	Q=240м ³ /ч	
7	Резервуар мазутный ПР.704-1-170.84 (3 шт)	Мазут	V=10000м ³	

Мазут топочный

Поставка мазута производится по железной дороге в цистернах.

Расстопочное мазутное хозяйство рассчитано на прием восьми 60-ти тонных железнодорожных цистерн, хранение мазута марки «100» и подачу его в котельное отделение на растопку и подсветку котлов, до 45 м³/ч, давление P – 2,2 Мпа, с учетом рециркуляции и состоит из:

1. Сливной ж/д эстакады длиной 100 м. с приемной емкостью, оснащенной четырьмя погруженными насосами
2. Склада мазута, состоящего из трех надземных металлических резервуаров по 1000 м³
3. Мазутонасосной, сблокированной с маслоаппаратной

1.1.2 Описание месторасположения мазутного цеха

МЦ АО «АлЭС» ТЭЦ 2 расположен северо-западнее г.Алматы на расстоянии 12 км., севернее поселка Алгабас Карасайского района Алматинской области. С восточной стороны расположена Боралдайская возвышенность Н=761 м. с запада – пойма р.Каргалинка.

Таблица 1.2 - Месторасположение МЦ

№	Наименование показателей	Единица измерения	Показатели
1	Площадь территории	м ²	7000
2	Средняя отметка над уровнем моря	м	748
3	Сейсмичность территории расположения объекта**	баллов	10
4	Характеристика рельефа местности		Слабонаклонная равнина

**СНиП РК 2.03-30-2006 «Строительство в сейсмичных районах».

1.1.3 Сведения о природно-климатических условиях

Климат умеренно-континентальный, и значительно мягче, чем в большинстве городов Казахстана. Средняя температура июля - 22,3 °С, января – 8°С. Климат в городе более мягкий, чем в Северном и Центральном Казахстане. Летнюю жару смягчает возвышенное положение города (650 – 950 м. выше уровня моря), предгорная местность обеспечивает прохладный ночной бриз, много зелени, а также мелких ручьев, арыков и речушек, крупнейшие из которых – Большая Алматинка, Малая Алматинка и Есентай. Зимой и осенью климат смягчен теплыми антициклонами с субтропических пустынь Средней Азии. В наиболее горных районах города зима значительно мягче, на высоте 1700 метров над уровнем моря средняя температура января -4 -5 °С, тогда как на высоте 600 метров над уровнем моря температура января -9 -10 °С. Между тем высокое расположение города над морем застывает приход весны и снегопады возможны даже в начале мая.

- Среднегодовая скорость ветра – 1,2 м/с
- Среднегодовая температура воздуха – 9 °С
- Среднегодовая влажность воздуха – 62 %

Таблица 1.3 - Среднегодовые природно-климатические показатели

№	Наименование показателей	Ед. измерения	показатели
1	Среднегодовая температура воздуха	°С	+9,8
2	Среднегодовая температура января	°С	-8
3	Среднегодовая температура июля	°С	+22,3
4	Среднегодовое количество осадков	мм	8,8
5	Преобладающее направление воздуха	направление	Юго-запад
6	Максимальная скорость воздуха	м/с	От 5 до 10

1.2 Пожарные характеристики объектов

Пожарные характеристики объектов МЦ приведены в таблице 1.4

Таблица 1.4 - Пожарные характеристики объектов МЦ

№	Назначение здания	Площадь м ²	Этажность	Степень огнеопасности здания. СНиП 21-01-97	Категория взрывопожароопасности РНТП -01 -94
1	Мазутонасосная	530	1	II	Б
2	Канализационная насосная станция	142	2	II	Д

1.3 Данные о персонале работающем на МЦ

Общая численность персонала на МЦ, составляет на момент декларирования 18 человек.

Режим работы круглосуточный. Вахта работает с 08 до 20 часов. В вахте остаются 4 человека. Административно-управленческий, технический и ремонтный персонал работает с 08 до 17 часов.

В дневное и ночное время территория охраняется сотрудниками ГУ «Управление специализированной службы охраны г. Алматы».

1.4 Сведения о травматизме и аварийности на промышленном объекте

Учет и расследование причин случаев травматизма на МЦ, и в целом на ТЭЦ 2, ведется в соответствии с требованиями Трудового Кодекса РК. По каждому несчастному случаю проводится расследование для определения причин, повлекших несчастный случай, разрабатываются мероприятия для исключения несчастных случаев на производстве.

Расследование и учет аварий производится в соответствии с требованиями Закона РК «О промышленной безопасности на опасных производственных объектах».

Таблица 1.5 - Сведения о пожарах на МЦ

№	Наименование показателей	Кол-во случаев	Число пострадавших	Число погибших	Анализ причин	основных

Продолжение таблицы 1.5

1	2004 г.- возгорание части теплоизоляции трубопровода мазутослива, идущего вдоль площадки обслуживания для слива мазута.	0	0	0	<p>Не соблюдение</p> <p>-«правил эксплуатации мазутных хозяйств ТЭС»</p> <p>-«Правил техник безопасности при эксплуатации ТМО»</p> <p>-«инструкции о мерах ПБ при проведении огневых работ»</p>
---	---	---	---	---	---

2 АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ МАЗУТНОГО ЦЕХА

Анализ безопасности промышленного объекта МЦ, выполнен с использованием данных о технологии производства и его аппаратурном оформлении, включающим характеристики опасных веществ, применяемых в технологическом процессе, технологическую схему производства с описанием технических характеристик и схем размещения технологического оборудования, в пределах которых обращается вещество, данных о распределении опасного вещества по технологическим узлам, участвующим в процессе производства, технических решениях, направленных на достижение устойчивой и безопасной работы промышленного объекта, обеспечение его взрывопожаробезопасности.

В процессе анализа опасностей и риска рассмотрены данные об отказах на МЦ ТЭЦ-2 за последние годы. Исходя из выявленных причин, определены сценарии возможных аварий и их последствий с обоснованием применяемых для оценки опасности физико-математических моделей и методов расчета. При этом определены возможные последствия аварий и чрезвычайных ситуаций, зоны действия основных поражающих факторов в зависимости от характера развития чрезвычайных ситуаций, а также оценка возможного числа пострадавших, величина возможного ущерба в случае аварии, составлена блок-схема анализа вероятных сценариев возникновения возможных аварий, включая последствия их поэтапного развития.

На основании анализа опасностей и риска сделаны выводы, содержащие перечень мер по уменьшению риска аварий.

2.1 Технология и аппаратурное оформление

Глава содержит характеристики опасного вещества, применяемого в технологическом процессе МЦ ТЭЦ – 2, данных о распределении опасного вещества по технологическим узлам, технических решениях, направленных на достижение безопасной и устойчивой работы промышленного объекта, обеспечение его взрывопожаробезопасности.

2.1.1 Характеристика опасного вещества

В производственной деятельности ТЭЦ-2 в качестве основного топлива используется уголь, резервное топливо – мазут. Мазут по своим характеристикам является пожароопасным продуктом.

Таблица 2.1 – Характеристика опасного вещества – мазут топочный

№ п/п	Наименование параметра	Параметр	Нормативный указатель
	1	2	3

Продолжение таблицы 2.1

	1	2	3
1	Название вещества:	Топливо нефтяное	П.А. Долин, справочник по ТБ, М. Энергоиздат, 1982 г.
1.1	Химическое	Углеводород	
1.2	Торговое	Мазут топочный марки М-40 и М100	
2	Формула эмпирическая	$C_{14,511}H_{29,120}$	Теплотехнический справочник «Энергия» 1975 г.
3	Состав, % (весовой):		
3.1	Основной продукт	Углерод 85,32÷86,47 Водород – 10,47÷11,01	
3.2	Примеси (с идентификацией)	Сера 1,9÷2,67 Кислород+азот 0,62÷1,53 Ванадий 0,0057÷0,0150	Теплотехнический справочник «Энергия» 1975 г.
4	Общие данные:		
4.1	Молекулярный вес:	282	
4.2	Температура кипения °С	90	
4.3	Плотность при 20 °С, кг/м ³ (при давлении 101 кПа)	965÷982	Теплотехнический справочник «Энергия» 1975 г.
5	Данные о взрывопожароопасности:	Пожароопасен при T° вспышки 85 °С и взрывоопасен в виде паров в замкнутом объеме	
6	Данные о токсической опасности:		П.А. Долин, справочник по ТБ, М. Энергоиздат, 1982 г.
6.1	ПДК в воздухе рабочей зоны	1) Пары сероводорода – 10 мг/м ³ 2) Углеводорода – 300 мг/м ³	

Продолжение таблицы 2.1

	1	2	3
6.2	ПДК в атмосферном воздухе	1,5 мг/м ³	
6.3	Летальная токсодоза LCt 50	5000-50000 мг/кг	
6.4	Пороговая токсодоза PCt	Более 100	
7	Реакционная способность	инертен	
8	Запах	Запах нефти, резкий	
9	Коррозийное воздействие	Коррозионно не активен	
10	Меры предосторожности	Исключение доступа открытого огня, молниезащита. Огневые работы производить только по наряду допуску.	Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности РК ГГТН РК, 1994 г.
11	Воздействие на людей	Поражение ЦНС, кожи, I класс опасности	ГОСТ 12.1.007-76
12	Средства защиты	Респиратор РПГ-67А, противогазы, защитный костюм, перчатки.	П.А. Долин, справочник по ТБ, М. Энергоиздат, 1982 г.
13	Методы перевода опасного вещества в безопасное состояние	Вентиляция, пропарка емкостей, утилизация опасного вещества, хранение при T до +25 °C	ГОСТ 12.1.007-76
14	Меры первой помощи пострадавшим от воздействия опасного вещества	Вынос пострадавших из опасной зоны, обеспечить доступ свежего воздуха, искусственное дыхание	Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности РК ГГТН РК, 1994 г.

2.1.2 Технологические данные о распределении опасного вещества

В таблице 2.2 приведены сведения о распределении опасного вещества.

Таблица 2.2 – Распределение опасного вещества

Технологический блок оборудования			Кол. опасного вещества (м ³ , т)		Физические условия содержания опасного вещества		
Наименование технологического блока	Кол. Ед. Оборуд.	Ед. Изм.	В един. оборуд.	В блоке	Агрегатное состояние	Давление МПа	T °С
Мазутный цех							
Насос наливной	2	шт	485	970	жидкое	0,5	40-70
Насос рециркуляции и перекачивающий	3	шт	202	606			40-70
Насос дренажного типа	2	шт	80	160			40-70
Фильтр мазутный	4	шт	240	960			40-70
Резервуар мазутный	3	шт	10000	30000		0,02	40-80
Подогреватель мазутный	3	шт	240	720	Жидкое/газообразное		

2.1.3 Технические решения по обеспечению безопасности

В целях обеспечения безопасности при эксплуатации оборудования должны осуществляться технические решения, в том числе:

1) Решения по исключению разгерметизации оборудования и предупреждению аварийных выбросов веществ:

- наружный осмотр и гидравлические испытания мазутопроводов и арматуры 1 раз в год;
- регулярная дефектоскопия трубопроводов;
- содержание в исправном состоянии оборудования, контрольно-измерительных приборов;

- точное выполнение системы планово-предупредительных ремонтов оборудования;

- фланцевые соединения на трубопроводах должны быть закрыты кожухами;

2) Решения направленные на предупреждение развития промышленных аварий и локализацию выбросов опасных веществ:

- пар с температурой 560⁰С и под давлением 16,2 Мпа может привести к ожогам и даже гибели обслуживающего персонала, попавшего в зону действия струи пара. Для локализации поврежденного участка должны устанавливаться главные паровые задвижки с электрическим (дистанционным) управлением, отключающие поврежденный участок паропровода;

- на входе мазутопроводов в корпус на них установлены запорные отключающие задвижки. Указанные задвижки управляются по месту;

3) Решения по обеспечению взрывопожаробезопасности:

Обеспечение взрывопожаробезопасности должны быть решены посредством оснащения опасных участков производства пожарной и аварийной сигнализацией, средствами автоматической разгрузки и (или) отключения оборудования в случае аварии или взрывопожароопасности.

Снижение поражающего эффекта взрыва и сведения к минимуму зоны и размеров его действия должно быть обеспечено при проектировании и монтаже промышленных зданий путем оснащения не менее 25% площади поверхности стен окнами и легкообрасываемыми навесными конструкциями для предотвращения создания в замкнутом помещении высокого давления при взрыве.

Все здания основных производственных цехов выполнены по качеству, соответствующему категориям взрывопожаробезопасности «А» и «Б» и степени огнестойкости – 2. Кроме того, они оборудованы внутренним противопожарным проводом, имеют в необходимом количестве пожарные рукава, первичные переносные и передвижные средства пожаротушения согласно нормативам Правил пожарной безопасности. На территории мазутонасосных и мазутных резервуаров введена в действие система пенотушения возможных пожаров. В кабельных каналах установлена система обнаружения и водяного пожаротушения.

Для исключения взрывопожароопасности при выполнении ремонтных работ обязательно использовать взрывопожаробезопасные инструменты. Запрещается применение открытого огня в пожароопасных зонах. Ежегодно осуществлять проверку молниезащиты объектов, работоспособность систем пожаротушения.

2.2 МАТЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗМОЖНЫХ АВАРИЙ НА МЦ ТЭЦ-2

2.2.1 Оценка риска аварий и ЧС

За 21 год произошло 2 аварии, т.е. среднее число аварий определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{N}{\tau} \quad (2.1)$$

где λ – интенсивность аварий;
 N – количество аварий;
 τ – временной интервал (год);
Тогда по формуле 2.1 будет:

$$\lambda = \frac{2}{21} = 0,1 \text{ лет}^{-1}$$

Тогда за период $\tau=2$ года две аварии могут произойти с вероятностью Q , определяемой по формуле:

$$Q=(N;\lambda\tau)=\frac{(\lambda*\tau)^N}{N} * \exp(-\lambda * \tau) \quad (2.2)$$

Отсюда по формуле 2.2:

$$Q=(N;\lambda\tau)=\frac{(0,1*2)^2}{2} * \exp(-0,1 * 2) = 0,016,$$

а одна авария с вероятностью $Q[(1;0,1*2)] = 0,033$

Вероятность безаварийного функционирования в течении года будет равна по формуле 2.2:

$$Q(0;0,1*1) = \frac{(0,1*2)^0}{0} * \exp(-0,1 * 1) = 0,9048$$

Т.е. риск аварийных ситуаций за годовой период составит $1-0,9048=0,0952$

2.2.2 Вероятность возникновения пожара в резервуаре с топливом.

Расчет вероятности возникновения пожара в резервуаре с топливом произведен на основании методики изложенной в ГОСТе 12.1.004-91.

Расчет ведется для нормальной эксплуатации технически исправных резервуаров.

Расчет:

Так как расчетная температура поверхностного слоя мазута больше температуры верхнего концентрационного предела воспламенения ($T_{в.к.п.в.}$), то при неподвижном уровне мазута вероятность образования горючей смеси (далее ГС) внутри резервуара равна нулю $Q_B^H(\text{ГС}) = 0$, а при откачке мазута равна:

$$Q_B^{OT}(\Gamma C) = \frac{n_{об} * \tau_{отк}}{\tau_p}, \quad (2.3)$$

где τ_p – анализируемый период времени

Таким образом, вероятность образования горючей среды внутри резервуара в течении года будет равна:

$$Q_B(\Gamma C) = 1 - \prod_{i=1}^2 [1 - Q_i(\Gamma C)] = Q_B^H(\Gamma C) + Q_B^{OT}(\Gamma C) \quad (2.4)$$

Далее вычислим число попаданий молний в резервуар по формуле:

$$N_{y.m.} = (2R + 6H_p)^2 * n_y * 10^{-6} \quad (2.5)$$

где S – длина объекта, м;

R – радиус объекта, м;

H – наибольшая высота объекта, м;

n_y – среднее число ударов молний на 1 км² земной поверхности выбирают из таблицы 2.3

Таблица 2.3 - среднее число ударов молний на 1 км² земной поверхности

Продолжительность деятельности за год, ч	грозовой	20-40	40-60	60-80	80-100 и более
Среднее число ударов молнии в год на 1 км ²		3	6	9	12

Тогда вероятность прямого удара молнии в резервуар в течении года будет равна:

$$Q_p(t_2) = 1 - e^{-N_{y.m.} * \tau_p} \quad (2.6)$$

Далее вычислим вероятность отказа молниезащиты в течение года при исправности молниеотвода по формуле:

$$Q_p(t_1) = 1 - \beta_\sigma \quad (2.7)$$

где B – вероятность безотказной работы молниезащиты

($\beta = 0,995$ при наличии молниезащиты типа А и $\beta = 0,95$ при наличии молниезащиты типа Б).

Таким образом, вероятность поражения молнией резервуара будет определяться по формуле:

$$Q_p(C_1) = Q_p(t_1) * Q_p(t_2) \quad (2.8)$$

Имеющееся на резервуаре заземление находится в исправном состоянии, исходя из этого вероятность повторного воздействия молнии на резервуар и заноса высокого потенциала равна нулю.

Появление фрикционных искр в резервуаре возможно только при проведении искроопасных ручных операций при измерении уровня и отборе проб. Поэтому вероятность равна:

$$Q_p(ТИ) = Q_p(ТИ_1) + Q_p(ТИ_3) \quad (2.9)$$

где $Q_p(ТИ_1)$ – вероятность применения в элементе объекта металлического, шлифовального и другого искроопасного инструмента в течение года;

$Q_p(ТИ_3)$ – вероятность использования рабочими обуви, подбитой металлическими набойками и гвоздями, в элементе объекта в течение года;

Полагая, что энергия и время существования всех источников достаточны для воспламенения горючей среды, т.е. $Q_p(B) = 1$, получим:

$$Q_p(ИС/ГС) = Q_p(ТИ) * Q_p(B) \quad (2.10)$$

Тогда вероятность возникновения пожара внутри резервуара равна:

$$Q_v(ПР) = Q_p(ИС/ГС) * Q_p(ГС) \quad (2.11)$$

Из условия задачи следует, что рабочая концентрация паров в резервуаре выше верхнего концентрационного предела воспламенения, т.е. в резервуаре при неподвижном слое мазута находится негорючая среда. При наполнении резервуара мазутом образуется горючая среда, вероятность выброса которой можно определить по формуле:

$$Q_{O.P.}(БГС) = \frac{K_{\sigma} n_{CK} \tau_{60r}}{\tau_p} \quad (2.12)$$

Во время тихой погоды около резервуара образуется взрывоопасная зона, вероятность появления которой равна:

$$Q_{O.P.}(ГС) = Q_{O.P.}(БГС) Q_{ш}(u < 1) \quad (2.13)$$

Диаметр этой взрывоопасной зоны равен:

$$D = 2R + 10H_p \left(\frac{g * C_p}{C_{н.к.п.в.} * H_p^2} \right)^{0.86} \quad (2.14)$$

Определим число ударов молний во взрывоопасную зону:

$$V_{y.m.}^{60r} = [D_3 + 6(H_p + 5)^2 * n * 10^{-6}] \quad (2.15)$$

Тогда вероятность прямого удара молнии в данную зону равна:

$$Q_{B.3.}(t_2) = 1 - e^{-N_{y.m.} * t_p} \quad (2.16)$$

Так как вероятность отказа молниезащиты $Q_p(t_1) = 5 * 10^{-2}$, то вероятность поражения молнией взрывоопасной зоны равна:

$$Q_{B.3.}(C_1) = Q_p(t_1) * Q_{B.3.}(t_2) \quad (2.17)$$

Откуда $Q_{B.3.}(TI_1) = 6 * 10^{-3}$

Вероятность появления около резервуара фрикционных искр равна:

$$Q_{B.3.}(TI_3) = Q(ОП) Q_{B.3.}(f_1) = 1,52 * 10^{-3} [1 - e^{-(N_{zy} - N_{то}) t_p}] \quad (2.18)$$

Наряду с фрикционными искрами в окрестностях резервуара возможно появление электрических искр замыкания и размыкания контактов электродвигателей. Принимаем во внимание, что задвижки на резервуаре не имеют электропривода, делаем заключение, что: $Q_{B.3.}(TI_2) = 0$.

Таким образом, вероятность появления около резервуара какого-либо теплового источника составит:

$$Q_{B.3.}(TI) = Q_{B.3.}(TI_1) + Q_{B.3.}(TI_2) + Q_{B.3.}(TI_3) \quad (2.19)$$

Вероятность возникновения взрыва в окрестностях резервуара будет равна:

$$Q_{н.}(BP) = Q_{O.P.}(ГС) * Q_{B.3.}(ИЗ/ГС) \quad (2.20)$$

Откуда вероятность возникновения в зоне резервуара либо пожара, либо взрыва будет равна:

$$Q_{(пвр)} = 1 - [1 - Q_{в.}(ПР)][1 - Q_{н.}(BP)] = Q_{в.}(ПР) + Q_{н.}(BP) = 2.1 * 10^{-4}; 1.2 * 10^{-3}$$

Результаты расчетов вероятности возникновения пожаров в резервуаре с мазутом сведены в таблицу 2.4:

Таблица 2.4 – Вероятность возникновения пожаров в резервуаре с мазутом

Вероятность поражения молнией резервуара	$4.8 * 10^{-3}$
Вероятность возникновения пожара внутри резервуара	$1.2 * 10^{-4}$

Вероятность появления взрывоопасной зоны около резервуара	$1.6 \cdot 10^{-3}$
Диаметр взрывоопасной зоны	38.22

Продолжение таблицы 2.4

Вероятность возникновения взрыва в окрестностях резервуара	$1.5 \cdot 10^{-4}$
--	---------------------

Заключение для РВС – 10000:

Вероятность возникновения в зоне резервуара пожара или взрыва составляет $2,69 \cdot 10^{-4}$ в год, что соответствует одному пожару или взрыву в год в массиве из 3717 резервуаров, работающих в условиях, аналогичных расчетном.

$$1 \div Q_{(ПВР)} = 1 \div 2,69 \cdot 10^{-4} = 3717 \text{ рез.}$$

В двух резервуарах – одна авария в массиве из 1858 рез.

$$2 \div Q_{(ПВР)} = 2 \div 2,69 \cdot 10^{-4} = 1858 \text{ рез.}$$

В трех резервуарах – одна авария в массиве из 1239 рез.

$$3 \div Q_{(ПВР)} = 3 \div 2,69 \cdot 10^{-4} = 1239 \text{ рез.}$$

2.2.3 Истечение жидкости

В данном подразделе расчет будет произведен для резервуара, который находится в обваловании (рис. 2.1.):

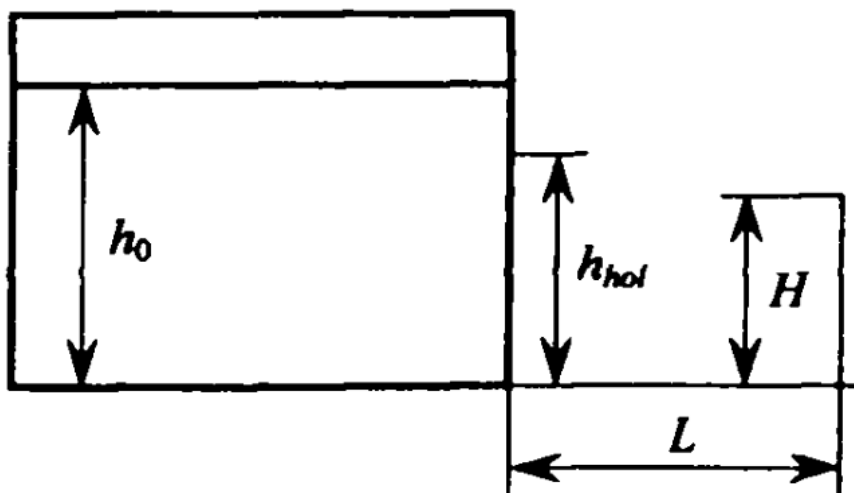


Рисунок 2.1 - Схема для расчета истечения жидкости из отверстия в резервуаре.[2]

Где h_0 - начальная высота столба жидкости в резервуаре

h_{hol} - высота расположения отверстия

H - высота обвалования

L - расстояние от стенки резервуара до обвалования

Далее введем следующие допущения;

- истечение через отверстие однофазное;
- резервуар имеет постоянную площадь сечения по высоте;
- диаметр резервуара много больше размеров отверстия,
- размеры отверстия много больше толщины стенки;
- поверхность жидкости внутри резервуара горизонтальна;
- температура жидкости остается постоянной в течение времени истечения.

Массовый расход жидкости G (кг/с) через отверстие во времени t (с) описывается соотношением:

$$G(t) = G_0 - \left(\frac{\rho g \mu^2 A_{hol}^2}{A_R} \right) t \quad (2.21)$$

где G_0 - массовый расход в начальный момент времени, кг/с, описываемый выражением

$$G_0 = \mu \rho A_{hol} * \sqrt{2g(h_0 - h_{hol})}, \quad (2.22)$$

где $\rho = 965 \text{ кг/м}^3$ - плотность жидкости;

g - ускорение свободного падения ($9,81 \text{ м/с}^2$);

$\mu = 0,62$ - коэффициент истечения;

$A_{hol} = 0,25 \text{ м}^2$ - площадь отверстия;

$h_{hol} = 2,5 \text{ м}$ - высота расположения отверстия;

$A_R = 637,6 \text{ м}^2$ - площадь сечения резервуара;

$h_0 = 16 \text{ м}$ - начальная высота столба жидкости в резервуаре.

Зависимость высоты столба жидкости в резервуаре h (м) от времени t описывается формулой

$$h(t) = h_0 - \frac{G_0}{\rho A_R} t + \frac{g \mu^2 A_{hol}^2 t^2}{2 A_R^2} \quad (2.23)$$

Условия перелива струи жидкости (при $h_0 > h_{hol}$) через обвалование может быть приближенно записано следующим образом:

$$h_{hol} \geq H + \frac{L}{\mu} \quad (2.24)$$

где $H = 2$ м. - высота обвалования;

$L = 3$ м. - расстояние от стенки резервуара до обвалования.

Количество жидкости m (кг), перелившейся через обвалование за полное время истечения, описывается выражением:

$$m = G_0 t_{pour} - \frac{g\mu^2 A_{hol}^2}{2A_R^2} t_{pour}^2 \quad (2.25)$$

где t_{pour} - время, в течение которого жидкость переливается через обвалование, с (т.е. время, в течение которого выполняется условие (2.24)).

Величина t_{pour} описывается выражением:

$$t_{pour} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (2.26)$$

где a , b , c - параметры, описываемые формулами:

$$a = \frac{g\mu^2 A_{hol}^2}{2A_R^2}, \text{ м/с}^2 \quad (2.27)$$

$$b = -\frac{G_0}{\rho A_R}, \text{ м/с} \quad (2.28)$$

$$c = h_0 - H - \frac{L}{\mu}, \text{ м} \quad (2.29)$$

Таблица 2.5 – результаты расчета

Параметр	Результат расчета
----------	-------------------

Продолжение таблицы 2.5

Массовый расход жидкости G (кг/с) через отверстие во времени t (с)	1150,15
Массовый расход в начальный момент времени, G_0 (кг/с)	2434,3
Зависимость высоты столба жидкости в резервуаре h (м) от времени t	5,51
Условия перелива струи жидкости через обвалование ($h_0 > h_{hol}$)	Данное условие не выполняется т.к. $2,5 < 6,83$
Время, в течение которого жидкость переливается через обвалование, t_{pour}	условие перелива не выполняется
Количество жидкости m (кг), перелившейся через обвалование за полное время истечения	условие перелива не выполняется

2.2.4 Растекание жидкости при квазимгновенном разрушении резервуара

Под квазимгновенным разрушением резервуара следует понимать внезапный (в течение секунд или долей секунд) распад резервуара на приблизительно равные по размеру части.[2]

При таких аварийных ситуациях часть хранимого в резервуаре продукта может перелиться через обвалование.

Ниже представлена математическая модель, позволяющая оценить долю жидкости, перелившейся через обвалование при квазимгновенном разрушении резервуара.[2]

Приняты следующие допущения:

- рассматривается плоская одномерная задача;
- время разрушения резервуара много меньше характерного времени движения гидродинамической волны до обвалования;
- жидкость является невязкой;
- трение жидкости о поверхность земли отсутствует;
- поверхность земли является плоской, горизонтальной.

Система уравнений, описывающих движение жидкости, имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} [(h - h_G)u] = 0 \\ \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{u^2}{2} - gh \right) = 0 \end{cases}$$

где h - высота столба жидкости над фиксированным уровнем, м;
 h_G - высота подстилающей поверхности над фиксированным уровнем, м;
 u - средняя по высоте скорость движения столба жидкости, м/с ;
 x - координата вдоль направления движения жидкости, м;
 t - время, с;
 g - ускорение свободного падения (9,81 м/с²).

Массовая доля жидкости Q (%), перелившейся через обвалование к моменту времени T , описывается выражением[2]:

$$Q = 100 * \frac{\int_0^T u_N (h_N - a) dt}{h_0 R} \quad (2.30)$$

где $u_N = 8$ м/с - средняя по высоте скорость движения столба жидкости при $x = b$;;
 $h_N = 15$ м. - высота столба жидкости при $x = b$;;
 $h_0 = 16$ м. - начальная высота столба жидкости в резервуаре, м;
 $R = 14,25$ м. - ширина резервуара;
 $a = 2$ м. – высота обвалования.

Таблица 2.6 – результаты расчета.

Параметр	Результат расчета
Массовая доля жидкости Q (%), перелившейся через обвалование к моменту времени T	45%

Далее будет приведен рисунок с типичной картиной движения жидкости в обваловании при квазимгновенном разрушении резервуара.

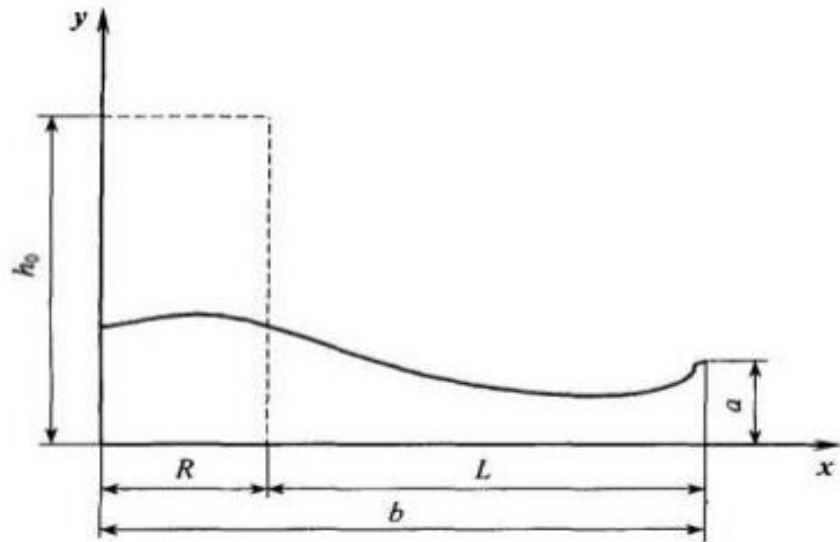


Рисунок 2.2 - Картина движения жидкости в обваловании при квазимгновенном разрушении резервуара:[2]

----- уровень начального столба жидкости;

—————уровень жидкости в промежуточный момент времени

График данной функции вместе расчетными данными представлен на рисунке 2.3. Для практических целей представляется достаточным использование этого графика.

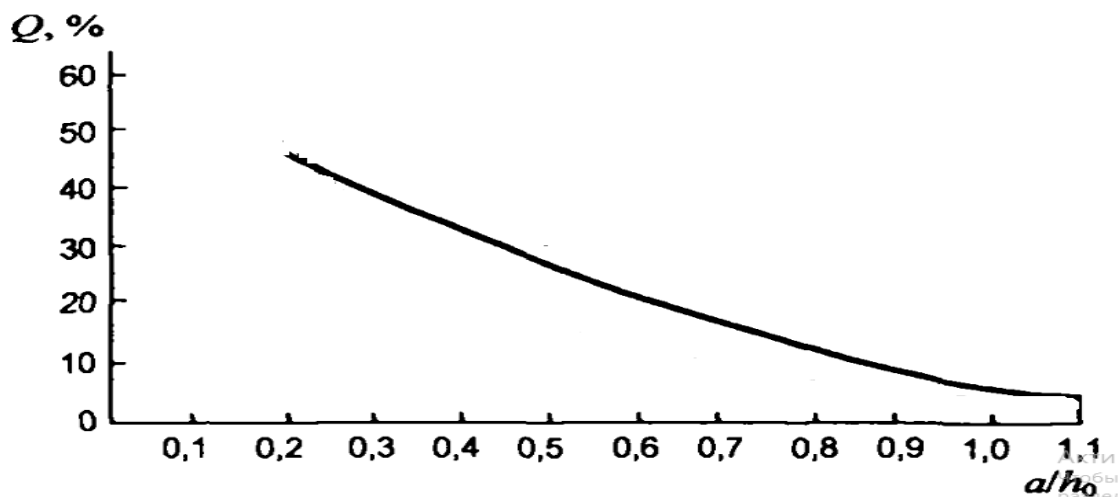


Рисунок 2.3 - Зависимость доли перелившейся через обвалование жидкости Q от параметров a/h_0 [2]

2.3. Интенсивность теплового излучения

В этом подразделе приводятся методы расчета интенсивности теплового излучения от пожара пролива и огненного шара, а также радиуса

воздействия продуктов сгорания паровоздушного облака в случае пожара-вспышки.[2]

2.3.1. Пожар пролива

Интенсивность теплового излучения q , кВт/м², для пожара пролива ЛВЖ, ГЖ или СУГ вычисляется по формуле:[2]

$$q = E_f * F_q \tau, \quad (2.31)$$

где E_f - среднеповерхностная интенсивность теплового излучения пламени, кВт/м²;

F_q - угловой коэффициент облученности;

τ - коэффициент пропускания атмосферы.

Значение E_f принимается на основе имеющихся экспериментальных данных. Принимаю величину E_f равной 40 кВт / м²

Угловой коэффициент облученности F_q определяется по формуле:

$$F_q = \sqrt{F_V^2 + F_H^2} \quad (2.32)$$

где F_V , F_H - факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок соответственно, определяемые с помощью выражений:

$$F_V = \frac{1}{\pi} \left[\frac{1}{S} \arctg \left(\frac{h}{\sqrt{S^2-1}} \right) - \frac{h}{S} * \left\{ \arctg \left(\sqrt{\frac{S-1}{S+1}} \right) - \frac{A}{\sqrt{A^2-1}} \arctg \left(\sqrt{\frac{(A+1)(S-1)}{(A-1)(S+1)}} \right) \right\} \right] \quad (2.33)$$

$$F_H = \frac{1}{\pi} \left[\frac{B-1}{\sqrt{B^2-1}} \arctg \left(\sqrt{\frac{(B+1)(S-1)}{(B-1)(S+1)}} \right) - \frac{A-1}{\sqrt{A^2-1}} \arctg \left(\sqrt{\frac{(A+1)(S-1)}{(A-1)(S+1)}} \right) \right] \quad (2.34)$$

где

$$A = \frac{h^2+S^2+1}{2S} \quad (2.35)$$

$$B = \frac{1+S^2}{2S} \quad (2.36)$$

$$S = \frac{2r}{d} \quad (2.37)$$

$$h = \frac{2H}{d} \quad (2.38)$$

где $r = 150$ м. - расстояние от геометрического центра пролива до облучаемого объекта;

d - эффективный диаметр пролива, м;

H - высота пламени, м.

Эффективный диаметр пролива d , м, рассчитывается по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \quad (2.39)$$

где $F = 2000 \text{ м}^2$ - площадь пролива.

Высота пламени H , м, вычисляется по формуле:

$$H = 42d \left[\frac{m}{\rho_a \sqrt{gd}} \right]^{0,61} \quad (2.40)$$

где m - удельная массовая скорость выгорания топлива, $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$);

$\rho_a = 1,1839 \text{ кг/м}^3$ - плотность окружающего воздуха;

g - ускорение свободного падения, принимаемое равным $9,81 \text{ м/с}^2$.

Коэффициент пропускания атмосферы τ для пожара пролива определяется по формуле

$$\tau = \exp[-7 \cdot 10^{-4}(r - 0,5d)]. \quad (2.41)$$

Таблица 2.7 – результаты расчета.

Параметр	Результат расчета
Интенсивность теплового излучения q .	2 кВт/м ²
Угловой коэффициент облученности F_q	0,0547
Коэффициент пропускания атмосферы τ для пожара пролива	0,9162
F_v, F_H - факторы облученности для вертикальной и горизонтальной площадок соответственно	$F_v = 0,0134$ $F_H = 0,0531$
A	115,9
B	3,083
S	6
h	1,472

Продолжение таблицы 2.7

Эффективный диаметр пролива d.	50 м.
Высота пламени Н.	36,8 м.

2.3.2. Огненный шар

Интенсивность теплового излучения q (кВт /м²) для огненного шара вычисляется по формуле 2.31:

$$q = E_f * F_q \tau,$$

Допускаем принятие E_f равной 450 кВт /м². Значение F_q определяется по формуле:

$$F_q = \frac{\left(\frac{H}{D_s} + 0,5\right)}{4 \left[\left(\frac{H}{D_s} + 0,5\right)^2 + \left(\frac{r}{D_s}\right)^2 \right]^{1,5}} \quad (2.42)$$

где Н - высота центра огненного шара, м;
 D_s - эффективный диаметр огненного шара, м;
 r - расстояние от облучаемого объекта до точки на поверхности земли непосредственно под центром огненного шара, м.

Эффективный диаметр огненного шара D_s определяется по формуле:

$$D_s = 5,33m^{0,327} \quad (2.43)$$

где m - масса продукта, поступившего в окружающее пространство, кг.

Величину H допускается принимать равной $D_s/2$.

Время существования огненного шара t_s , с, определяется по формуле

$$t_s = 0,92m^{0,303} \quad (2.44)$$

Коэффициент пропускания атмосферы τ для огненного шара рассчитывается по формуле

$$\tau = \exp \left[-7 * 10^{-4} \left(\sqrt{r^2 + H^2} - \frac{D_s}{2} \right) \right] \quad (2.45)$$

Таблица 2.8 – результаты расчета.

Параметр	Результат расчета
Интенсивность теплового излучения q (кВт /м ²) для огненного шара	104,076

Продолжение таблицы 2.8

F_q - угловой коэффициент облученности	0,236
Эффективный диаметр огненного шара D_S	766 м.
Время существования огненного шара t_S , с.	69
Коэффициент пропускания атмосферы τ для огненного шара	0,980
H - высота центра огненного шара, м;	383 м.

3 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В настоящее время техногенные катастрофы и аварии являются одним из основных источников экологической опасности. Пожары и аварии в нефтяной отрасли, причиняли значительный ущерб не только человеку, но и природной среде окружающей его, а также экосистемам ряда регионов и территорий.

Ежегодно в мире происходит более 60 аварий только на объектах нефтепродуктообеспечения и каждая из них сопровождается не только гибелью людей, но и наносит значительный ущерб экологии.

Во многих случаях техногенные аварии сопровождаются крупными пожарами с разливом нефтепродукта при разрушении технологического оборудования. Возникают взрывы, «огненные штормы», сильное тепловое излучение, выбросы токсических веществ, образуются паровые и газовые облака.

3.1 Расчет последствий аварий на МЦ ТЭЦ-2

Расчет произведен по методике, разработанной сотрудниками ВНИИ ГОСЧ Бодриковым О.В., Елохиным А.П. и опубликованной в Сборнике методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф и стихийных бедствий в РСЧС.

При разрушении резервуара объем вытекшей жидкости принимается равным 80% от общего объема.

Этот расчет производится для резервуара РВС-10000 объемом 10000м³.

Линейный размер разлива зависит от объема жидкости и условий растекания. При свободном растекании диаметр разлива определяется по формуле:

$$d = \sqrt{25,5 * V} \quad (3.1)$$

где V – объем жидкости, м³

Величина теплового потока на заданном расстоянии R от горящего разлива вычисляется по формуле:

$$g = 0,8 * Q^{-0,03x}, \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2} \quad (3.2)$$

где Q – тепловой поток на поверхности факела (для мазута Q = 60 кВт/м²
x – расстояние до фронта пламени, м.

Принято считать, что без ощущения боли кожа человека может выдержать тепловой поток интенсивностью g = 21 кВт/м² в течении 2-х секунд.

При интенсивности теплового потока g = 7 кВт/м² через 20 секунд, человек получает ожог 1-ой степени, а через 16 секунд – второй степени. Без последствий человек может выдержать тепловой поток g = 1,4 кВт/м² в течении длительного времени.

Расстояние, на котором будет тепловой поток величиной равной $g = 21$ кВт/м², можно определить по формуле:

$$x = 33 \ln \left(\frac{1,25 * Q}{g} \right) = 33 \ln \left(\frac{1,25 * 60}{21} \right) = 42 \text{ м.} \quad (3.3)$$

Т.е. данный тепловой поток будет ощущаться на расстоянии 42 м. от фронта пламени.

Таблица 3.1 – результаты расчетов.

№ п/п	Интенсивность теплового излучения, g (кВт/м ²)	Расстояние от фронта пламени x , (м).
1	21	42
2	7	78
3	1,4	131

3.2 Определение количества выброса вредных веществ

Далее для определения количества вредных веществ, которые выделяются в атмосферу при горении нефтепродуктов в резервуарах и обваловании, применяется методика «Расчет выбросов вредных веществ в атмосферу при свободном горении нефтепродуктов», утвержденной Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, 1996 г.

Основная формула для расчета выброса вредных веществ в атмосферу при открытом горении:

$$П_i = K_i * m_j * S_{cp}, \text{ кг/час.} \quad (3.4)$$

где $П_i$ – количество конкретного i -го вредного вещества, выброшенного в атмосферу при сгорании (j) продукта в единицу времени;

K_i – удельный выброс конкретного i -го вредного вещества на единицу массы сгоревшего нефтепродукта, (кг _{i} / кг _{j});

S_{cp} – средняя поверхность зеркала жидкости, при наличии обвалования принимается равным площади обвалования; $S_{cp} = 2000 \text{ м}^2$.

m_j – скорость выгорания продукта, для мазута $m_j = 72$ (кг _{j} /м² * час)

Таблица 3.2 - K_i – удельный выброс конкретного i -го вредного вещества на единицу массы сгоревшего нефтепродукта, (кг _{i} / кг _{j});

Компонент	Химическая формула	Удельный выброс вредного вещества, (кг _{i} / кг _{j})

Продолжение таблицы 3.2

Диоксид углерода	CO ₂	1.0000
Оксид углерода	CO	0.0840
Сажа	C	0.1700
Оксиды азота (в пересчете на NO ₂)	NO ₂	0.0069
Сероводород	H ₂ S	0.0010
Оксиды серы (в пересчете на S O ₂)	SO ₂	0.0278
Синильная кислота	HCN	0.0010
Формальдегид	HCHO	0.0010
Органические кислоты (в пересчете на CH ₃ COOH)	CH ₃ COOH	0.0150

Таблица 3.3 – результат расчета количества вредных веществ, выделяющихся при горении нефтепродукта.

Загрязняющий атмосферу компонент	Химическая формула	Кол-во ВВ, выброшенного при горении (j) продукта в час при разрушении резервуара
		РВС 10000
Диоксид углерода	CO ₂	144 000
Оксид углерода	CO	12 096
Сажа	C	24 480
Оксиды азота (в пересчете на NO ₂)	NO ₂	993,6
Сероводород	H ₂ S	144

Продолжение таблицы 3.3

Оксиды серы (в пересчете на S O ₂)	SO ₂	4003,2
Синильная кислота	HCN	144
Формальдегид	HCHO	144
Органические кислоты (в пересчете на CH ₃ COOH)	CH ₃ COOH	2160

3.3 Расчет экологического ущерба

В силу того, что разлитие нефтепродуктов при аварии было ограничено размерами обвалования, то экологический ущерб, $\Pi_{\text{экол}}$, будет определяться главным образом размером взысканий за вред, причиненный продуктами горения мазута.

$$\Pi_{\text{экол}} = \Pi_{\text{а}} + \Pi_{\text{в}} + \Pi_{\text{п}} \quad (3.5)$$

где $\Pi_{\text{а}}$ – ущерб от загрязнения атмосферы, тг.;

$\Pi_{\text{в}}$ – ущерб от загрязнения водных ресурсов, тг.;

$\Pi_{\text{п}}$ – ущерб от загрязнения почвы, тг..

1) Потери (ущерб) от выброса загрязняющих веществ в атмосферу $\Pi_{\text{а}}$ при пожаре разлития и горении резервуаров с нефтепродуктами рассматривается как сумма по всем загрязняющим веществам:

$$\Pi_{\text{а}} = 5 \sum (H_{\text{бaи}} M_{\text{иi}}) K_{\text{и}} K_{\text{эa}}, \text{ тг.} \quad (3.6)$$

где $H_{\text{бaи}}$ - базовый норматив платы за выброс в атмосферу продуктов горения нефти и нефтепродуктов за одну тонну: 0,32 МРП диоксид углерода (CO₂) и оксида углерода (CO), 20 МРП оксиды азота (NO₂), 20 МРП оксиды серы (SO₂), 124 МРП сероводорода (H₂S), 24 МРП сажи (C), 3 МРП синильная кислота (HCN), 10 МРП дыма (ультрадисперсные частицы SiO₂), 332 МРП формальдегида (HCHO) и органических кислот в пределах установленных лимитов. 1 МРП = 2525 тг.;

$M_{\text{иi}}$ - масса i -го загрязняющего вещества, выброшенного в атмосферу при аварии (пожаре), т.;

$K_{и}$ - коэффициент индексации платы за загрязнение окружающей природной среды. $K_{и}$ принимался равным 94;

$K_{эа}$ - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха экономических районов Республики Казахстан, $K_{эа} = 1,2$

Тогда по формуле 3.6:

$$П_{CO_2} = 5 \cdot (0,32 \cdot 2525 \cdot 144) \cdot 94 \cdot 1,2 = 65\,622\,528 \text{ тг.}$$

$$П_{CO} = 5 \cdot (0,32 \cdot 2525 \cdot 12,096) \cdot 94 \cdot 1,2 = 5\,512\,292 \text{ тг.}$$

$$П_{NO_2} = 5 \cdot (20 \cdot 2525 \cdot 0,9936) \cdot 94 \cdot 1,2 = 28\,299\,715 \text{ тг.}$$

$$П_{SO_2} = 5 \cdot (20 \cdot 2525 \cdot 4,0032) \cdot 94 \cdot 1,2 = 114\,019\,142 \text{ тг.}$$

$$П_{H_2S} = 5 \cdot (124 \cdot 2525 \cdot 0,144) \cdot 94 \cdot 1,2 = 25\,428\,730 \text{ тг.}$$

$$П_{C} = 5 \cdot (24 \cdot 2525 \cdot 24,480) \cdot 94 \cdot 1,2 = 836\,687\,232 \text{ тг.}$$

$$П_{HCN} = 5 \cdot (3 \cdot 2525 \cdot 0,144) \cdot 94 \cdot 1,2 = 615\,211 \text{ тг.}$$

$$П_{HCHO} = 5 \cdot (332 \cdot 2525 \cdot 0,144) \cdot 94 \cdot 1,2 = 68\,083\,372 \text{ тг.}$$

$$П_{CH_3-COOH} = 5 \cdot (7700 \cdot 2,16) \cdot 94 \cdot 1,2 = 9\,380\,448 \text{ тг.}$$

Исходя из расчета суммарно получаем:

$$П_{атм} = 1\,153\,648\,670 \text{ тг.}$$

2) Ущерб от загрязнения водного объекта $П_{в}$ рассчитывается как плата за сверхлимитный сброс путем умножения массы $M_{вод}$ загрязняющих веществ, поступивший в водный объект, на базовые нормативы НБВ = 1 240 000 тг. За сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты в пределах установленных лимитов с применением коэффициентов индексации $K_{и}=94$, экологической ситуации $K_{эв}=1,2$ и повышающего коэффициента:

$$П_{в} = 5 \times K_{и} \times K_{эв} \times НБВ \times M_{вод} \times 10^{-3} \quad (3.7)$$

$$П_{в} = 5 \cdot 94 \cdot 1,2 \cdot 1\,240\,000 \cdot 10^{-3} = 699\,360 \text{ тг.}$$

3) Ущерб от загрязнения почвы $П_{п}$ определяем на основе утвержденных указаний в соответствии с порядком определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами и экспертной оценки стоимости потерь, связанных с деградацией земель в результате вредного воздействия.

Оценка ущерба от загрязнения земель нефтепродуктами Π_3 рассчитывается по формуле:

$$\Pi_3 = H_{бз} * S_3 * K_{вз} * K_{эз} * K_3 * K_{г} * K_{и} * 10^{-3} \quad (3.8)$$

где $H_{бз}$ - норматив стоимости земель по республике Казахстан, $H_{бз}=206$ млн.тг./га;

$K_{вз}$ - коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных земель $K_{вз}=10$;

S_3 - площадь загрязненных земель, $S_3=2000$ м²;

$K_{эз}$ - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории рассматриваемого экономического района, $K_{эз}=0,062$;

K_3 - коэффициент пересчета в зависимости от степени загрязнения земель, $K_3=2$;

$K_{г}$ - коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель, $K_{г}=1$.

Исходя из этого имеем по формуле 3.8:

$$\Pi_3 = 206 * 2000 * 10 * 0,062 * 2 * 1 * 94 * 10^{-2} = 4\ 802\ 270 \text{ тг.}$$

Из расчета имеем, что экологический ущерб по сумме оценки ущерба нанесенного атмосфере, почве и воде будет по формуле 3.5:

$$\Pi_{экол} = 1\ 153\ 648\ 670 + 699\ 360 + 4\ 802\ 270 = 1\ 159\ 150\ 300 \text{ тг.}$$

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Согласно требованиям инструкции по техническому расследованию и учету аварий на предприятиях, подконтрольных Комитету по гос. Контролю за ЧС и ПБ МЧС РК, учитывается лишь непосредственный ущерб, нанесенный производственным зданиям и оборудованию; выплаты пострадавшим; непредусмотренные выплаты заработной платы за все работы по ликвидации аварии; затраты на ремонт и восстановление оборудования и прочие расходы.

Структура ущерба от аварий на опасных производственных объектах складывается из

- прямых потерь:

- потери предприятия в результате уничтожения основных фондов оцениваются затратным методом по остаточной балансовой стоимости сооружений с учетом степени их повреждения от воздействия поражающих факторов при взрывах облаков ТВС, горении разлитий и взрывов резервуаров;

- потери предприятия в результате уничтожения товарно-материальных ценностей (продукции, сырья и т.п.);

- потери в результате уничтожения имущества третьих лиц.

- затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование аварии:

- расходы, связанные с локализацией и ликвидацией последствий аварии;

- расходы на расследование аварии.

- социально-экономические потери:

- затраты на компенсацию и мероприятия вследствие гибели персонала;

- затраты на компенсацию и мероприятия вследствие гибели третьих лиц;

- затраты на компенсацию и мероприятия вследствие травмирования персонала;

- затраты на компенсацию и мероприятия вследствие травмирования третьих лиц.

- экологический ущерб:

- ущерб от загрязнения атмосферы;

- ущерб от загрязнения почвы;

- ущерб от загрязнения воды;

4.1 Оценка экономического ущерба

Целью данной экономической части дипломной работы является:

- расчет экономического ущерба предприятию в случае пожара пролива мазута из резервуара РВС-10000;

- расчет затрат на монтаж железобетонного обвалования

- расчет эксплуатационных затрат на обслуживание железобетонного обвалования.

4.1.1 Расчет прямых потерь.

Определим ущерб по основным фондам (резервуару).

При уничтожении основных фондов (резервуара) потери ($\Pi_{\text{оф}}$) определяем из выражения:

$$\Pi_{\text{оф}} = C_{\text{п}} * \left(1 - \frac{H_{\text{а}} * T}{100}\right) - C_{\text{ост}} \quad (4.1)$$

где $C_{\text{п}}$ - первоначальная стоимость резервуара, $C_{\text{п}} = 250$ млн.тг.;

$H_{\text{а}}$ - норма амортизационных отчислений на полное восстановление (реновацию), $H_{\text{а}} = 2,8\%$ /год;

T - период времени от начала эксплуатации до возникновения пожара, год, $T = 20$ лет;

$C_{\text{ост}}$ - остаточная стоимость резервуара после его уничтожения, определяемая как стоимость остатков (металлолома), $C_{\text{ост}} = 20$ млн. тг.

По состоянию на 2014 год стоимость резервуара РВС-5000 м³ со стационарной крышей с учетом монтажных работ, стоимости оборудования (арматуры), накладных расходов, плановых накоплений (сметной прибыли строительно-монтажных организаций) и проектных работ составляет порядка 250 млн. тг. Норма амортизационных отчислений для металлических резервуаров составляет 2,8-5 %/год.

Согласно статистическим данным частота возникновения пожара на РВС-10000 со стационарной крышей $\lambda = 1,2 \cdot 10^{-4}$ 1/год.

Следовательно, если пожар возникнет в начальный период эксплуатации резервуара, то ущерб при его уничтожении будет определяться величиной: $250 \cdot 10^6 - 20 \cdot 10^6 = 230 \cdot 10^6$ тг.

А если пожар возникнет в конце срока его службы, то потери будут минимальными (близки к нулю, смотри рис. 4.1). При этом предполагается, что поток пожаров является стационарным.

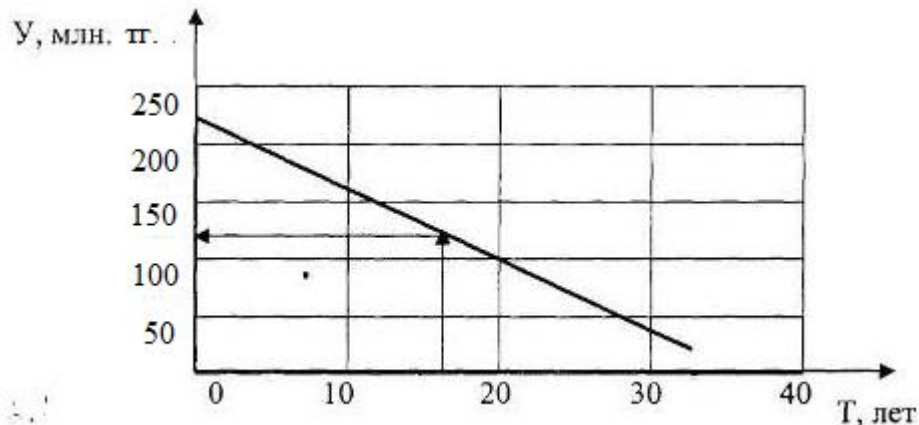


Рисунок 4.1 – График зависимости ущерба резервуара от его срока службы

При такой неопределенности, возникающей из-за очень больших интервалов между пожарами (обратная величина частоты пожаров), принято принимать величину износа основных фондов до периода математического ожидания пожара, соответствующего половине срока службы, то есть величина ущерба по резервуару принимается равной по формуле 4.1:

$$P_{оф} = 250 * \left(1 - \frac{2,8*20}{100}\right) - 20 = 90 \text{ млн. тг.}$$

Определим ущерб по оборотным средствам (нефти):

При аварийном разрушении РВС-10000 м³ уничтожается все содержимое резервуара (нефть).

В этом случае, с учетом 80 % степени заполнения резервуара, ущерб определяется из выражения:

$$P_{ос} = 10000 * \frac{80}{100} * \rho * Ц \tag{4.2}$$

Где:

ρ - плотность мазута, равная 0,965 т/м³;

$Ц$ - цена нефтепродукта, ориентировочно 111 000 тг./т.

Расчетное значение ущерба составит по формуле 4.2:

$$P_{ос} = 10000 * \frac{80}{100} * 0,965 * 111 000 = 856 920 000 \text{ тг.}$$

Общий ущерб от разрушения одного резервуара объемом 10000 м³, с учетом ущерба нанесенного природной среде составит по формуле:

$$P_{об} = P_{оф} + P_{ос} + P_{экол} \tag{4.3}$$

$$P_{об} = 90 + 856,92 + 1159,1503 = 2106,0703 \text{ млн. тг.}$$

Следовательно, прямые потери, $P_{пр}$, в результате уничтожения, при аварии основных производственных фондов составят:

- по РВС-10000 м³:

$$P_{офу} = 90 + 856,92 = 946,92 \text{ млн. тг.}$$

Потери предприятия в результате повреждения при аварии основных производственных фондов, $P_{о.ф.п.}$:

- стоимость ремонта и восстановления оборудования - 250 млн. тг.;

Таким образом:

$$P_{\text{офп}} = 250 \text{ млн. тг.}$$

Повреждения материальных ценностей незначительны, ущерб имуществу третьих лиц не нанесен - остальные составляющие прямого ущерба не учитываются.

следовательно, потери продукции составила:

$$P_{\text{п.п}} = 946,92 + 250 = 1\,196,92 \text{ млн. тг.}$$

4.2 Затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование аварии

Расходы, связанные с ликвидацией и локализацией аварии, $P_{\text{л}}$, составят:

- непредусмотренные выплаты заработной платы (премии) персоналу при ликвидации и локализации аварии - 500 тыс. тг.;
- стоимость материалов, израсходованных при локализации (ликвидации) аварии – 1,5 млн. тг.

Исходя из этого, потери при локализации и ликвидации аварии:

$$P_{\text{л}} = 1,5 + 0,5 = 2 \text{ млн. тг.}$$

Расходы на мероприятия, связанные с расследованием аварии:

а) оплату труда членов комиссии по расследованию пожара (в т.ч. командировочные расходы) – 200 000 тг;

б) затраты на научно-исследовательские работы и мероприятия, связанные с рассмотрением технических причин разлива мазута – 100 000 тг;

в) стоимость услуг экспертов, привлекаемых для расследования технических причин пожара – 150 000 тг.

Расходы на мероприятия, связанные с расследованием причины пожара:

$$P_{\text{рас}} = 200\,000 + 100\,000 + 150\,000 = 450\,000 \text{ тг.}$$

Таким образом, расходы на локализацию (ликвидацию) и расследование причин аварии составят:

$$P_{\text{л.а}} = 2 + 0,45 = 2,45 \text{ млн. тг}$$

4.3 Расчет потерь при выбытии трудовых ресурсов

Потери при выбытии трудовых ресурсов, $P_{\text{в.т.р.г}}$, в результате гибели одного работающего составят:

Из расчета регионального дохода (в среднем по промышленности) для данной области $489,5 \cdot 10^9$ тг. и числа населения, занятого в промышленности, порядка 2500 тыс. человек.

$$П_{в.т.р} = 6000 \cdot (489,5 \cdot 10^9 / 2500 \cdot 10^3) / (52 \cdot 5) = 4\,518\,461 \text{ тг.}$$

где 6000 - потеря рабочих дней в результате гибели одного работающего;
52 – количество недель в году;
5 – число рабочих дней в неделю.

Исходя из проведенного расчета суммарный ущерб нанесенный пожаром и разрушением одного резервуара РВС-10000 на мазутном цехе ТЭЦ-2 составляет по формуле:

$$П_a = П_{п.п} + П_{л.а} + П_{экол} + П_{в.т.р} \quad (4.4)$$

$$П_a = 1\,196,92 + 2,45 + 1159,1503 + 4,518461 = 2\,363,03876 \text{ млн. тг.}$$

4.4 Материальные затраты

В качестве базового варианта принимается вариант защиты с земляным обвалованием.

В качестве проектируемого варианта принимается вариант защиты с железобетонным обвалованием.

Произведем расчет капитальных затрат по вариантам защиты

Земляное обвалование:

- периметр - 2000 м²;
- высота - 2 м;
- количество грунта на 1 м/п - 3 м³;
- цена за 1 м³ - 500 тг.;
- общая стоимость обвалования - 2000 · 1500 = 3 000 000 тг.;
- общая стоимость с учетом строительно-монтажных работ:

$$K_1 = 3 \cdot 1,8 = 5,4 \text{ млн. тг.}$$

здесь, 1,8 - коэффициент, учитывающий стоимость строительно-монтажных работ, накладных расходов, плановых накоплений и транспортно-заготовительных расходов.

Определим эксплуатационные расходы.

$$C_i = C_{ам} + C_{тр}, \quad (4.5)$$

где $C_{ам}$ - амортизационные отчисления:

$$C_{ам} = K_i \cdot N_{ами} / 100 \quad (4.6)$$

здесь: $N_{ами}$ - норма амортизационных отчислений для соответствующего варианта защитной преграды: $N_{ами} = 10\%$;

$C_{тр}$ - затраты на текущий ремонт и обслуживание:

$$C_{\text{тр}} = K_i \cdot N_{\text{тp}i} / 100 \quad (4.7)$$

здесь: $N_{\text{тp}i}$ - норма отчислений на текущий ремонт и техобслуживание для соответствующего варианта защитной преграды: $N_{\text{тp}1} = 3\%$;

Тогда:

$$C_{\text{ам}1} = 5\,400\,000 \cdot 10 / 100 = 540\,000 \text{ тг./год};$$

$$C_{\text{тp}1} = 5\,400\,000 \cdot 3 / 100 = 162\,000 \text{ тг./год};$$

Эксплуатационные расходы на содержание и ремонт защитных ограждений составят:

$$C_1 = 540\,000 + 162\,000 = 702\,000 \text{ тг./год};$$

Железобетонное обвалование:

- периметр - 2000 м^2 ;
- количество бетона 1 м^3 при высоте стяжки в 10 см . - 10 м^2 ;
- цена за 1 м^3 (М:400) - 8500 тг. ;
- цена за сетку для бетонной стяжки – 312 тг. за 1 м^2 ;
- общая стоимость обвалования - $200 \cdot 8500 + 624\,000 = 2\,324\,000 \text{ тг.}$;
- общая стоимость с учетом строительно-монтажных работ:

$$K_2 = 2\,324\,000 \cdot 1.8 = 4\,183\,200 \text{ тг.}$$

здесь, 1.8 - коэффициент, учитывающий стоимость строительно-монтажных работ, накладных расходов, плановых накоплений и транспортно-заготовительных расходов.

Определим эксплуатационные расходы по формуле 4.5:

$$C_i = C_{\text{ам}} + C_{\text{тp}}$$

где $C_{\text{ам}}$ - амортизационные отчисления по формуле 4.6:

$$C_{\text{ам}} = K_i \cdot N_{\text{ам}i} / 100$$

Здесь: $N_{\text{ам}i}$ - норма амортизационных отчислений для соответствующего варианта защиты : $N_{\text{ам}2} = 1\%$;

$C_{\text{тp}}$ - затраты на текущий ремонт и обслуживание по формуле 4.7:

$$C_{\text{тp}} = K_i \cdot N_{\text{тp}i} / 100$$

здесь: $N_{\text{тp}i}$ - норма отчислений на текущий ремонт и техобслуживание для соответствующего варианта защитной преграды: $N_{\text{тp}2} = 2\%$;

Тогда:

$$C_{ам2} = 4\,183\,200 * 1/100 = 41\,832 \text{ тг./год.}$$

$$C_{тр2} = 4\,183\,200 * 2/100 = 83\,664 \text{ тг./год.}$$

Эксплуатационные расходы на содержание и ремонт защитных ограждений составят:

$$C_2 = 41\,832 + 83\,664 = 125\,496 \text{ тг./год.}$$

Определение годового экономического эффекта производится по формуле:

$$\mathcal{E} = (E_n * K_1 + C_1 + \Pi_1) - (E_n * K_2 + C_2 + \Pi_2), \quad (4.8)$$

где \mathcal{E} - годовой экономический эффект или годовая экономия, тг.;

C_1 - эксплуатационные расходы на содержание и ремонт защитных ограждений;

C_2 - эксплуатационные расходы на содержание и ремонт защитных ограждений;

Π_1 - общая потеря до внедрения проекта, 1 159 150 300 тг.;

Π_2 - то же, после проведения мероприятия 1 153 648 670 тг.;

K_1 - капиталовложения или производственные фонды до проведения мероприятия в тг.;

K_2 - то же, после проведения мероприятий;

E_n - нормативный отраслевой коэффициент экономической эффективности.

По формуле 4.8 рассчитаем годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E} = (0.12 * 5\,400\,000 + 702\,000 + 1\,159\,150\,300) - (0.12 * 4\,183\,200 + 125\,496 + 1\,153\,648\,670) = 6\,224\,150 \text{ тг./год}$$

4.5 Расчет срока окупаемости мероприятия.

Определить срок окупаемости мероприятия в месяцах можно исходя из формулы:

$$P_{окуп} = 12 * \frac{Z_{разработка}}{\mathcal{E}_{годовая}} \quad (4.9)$$

где $P_{окуп}$ — период окупаемости в месяцах;

$Z_{разр.}$ — затраты на разработку программы;

$\mathcal{E}_{годовая}$ — годовая экономия.

Исходя из формулы 4.9 имеем:

$$P_{\text{окуп}} = 12 * \frac{4\,183\,200}{6\,224\,150} = 8 \text{ месяцев.}$$

Из расчета видно, что применение железобетонного обвалования не только экономически выгодно, но и целесообразно с точки зрения экологии. Срок окупаемости железобетонно будет составлять 8 месяцев.

Заключение

1) Основные результаты анализа опасностей и риска

Основные результаты анализа опасностей и риска на мазутном цехе позволяют сделать следующие выводы:

1. Основной опасностью при производстве тепловой и электрической энергии является загрязнение окружающей среды: атмосферного воздуха, грунтов, подземных вод в результате:

- Возможных аварий резервуаров с мазутом;
- Возможных аварий на трубопроводах подачи мазута;

Согласно расчетам обобщенные показатели риска на производственных объектах следующие:

Вероятность возникновения в зоне резервуара пожара или взрыва составляет $2,69 \cdot 10^{-4}$ в год, что соответствует одному пожару или взрыву в год в массиве из 3717 резервуаров, работающих в условиях, аналогичных расчетному, в двух резервуарах – одна авария в год в массиве из 1858 резервуаров, в трех резервуарах – одна авария в год в массиве из 1239 резервуаров.

В случае разгерметизации емкости с нефтепродуктом (мазут) зоной действия поражающих факторов является территория технологической площадки, где установлены емкости.

В случае аварии на мазутном цехе при разрушении резервуара РВС-10000, проливе и последующем возгорании разлития опасной зоной действия поражающих факторов (тепловой поток $g > 1,4 \text{ кВт/м}^2$) будет являться территория, ограниченная $R=356,8 \text{ м}$. для $V10000 \text{ м}^3$.

В ситуации с аварийной разгерметизацией резервуара в зону действия поражающих факторов попадает обслуживающий персонал до 2-х человек.

В случае пожара пролива при разрушении резервуара с мазутом, опасности поражения тепловым потоком может подвергнуться персонал мазутного цеха общей численностью до 4 человек, в том числе с летальным исходом до 50%.

2) Перечень разработанных мер по уменьшению риска аварий

Мероприятия по уменьшению риска аварийных ситуаций в резервуарном парке хранения мазута:

- расположение и расстояние между отдельно стоящими резервуарами должно соответствовать требованиям СНиП 2.11.03-93 и Правил технической эксплуатации нефтебаз;

- обязательно предусмотрена обваловка резервуаров в соответствии с требованиями СНиП;

- резервуары должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения: резервуар РВС-10000 – должен быть оборудован автоматической стационарной системой пенного тушения;

- для обеспечения охлаждения резервуаров при пожаре предусмотрены стационарные установки охлаждения и кольцевой противопожарный трубопровод;
- с территории, на которой расположены резервуары с мазутом, предусмотрен отвод сточных вод в производственно-дождевую канализацию;
- обязательный систематический контроль герметичности клапанов, сальников, фланцевых и муфтовых соединений;
- для обеспечения безаварийной работы технологических трубопроводов резервуарного парка проводить систематический надзор на состоянием трубопроводов, их арматуры и деталей;
- производить своевременный ремонт в объеме, определенном при осмотре или ревизии, и обновление всех элементов трубопровода по мере их износа и структурного изменения металла;
- резервуары оборудованы устройствами молниезащиты;

Список основных сокращений

МЦ – мазутный цех

ТЭЦ – теплоэлектроцентраль

РВС – резервуар вертикальный стальной

ЧС – чрезвычайная ситуация

СНиП - Строительные нормы и правила

Список литературы

1. СО 03-06-АКТНП-006-2004 «Нормы пожарной безопасности. Проектирование и эксплуатация систем пожаротушения нефтепродуктов в стальных вертикальных резервуарах системы ОАО \АК \Транснефтепродукт\»
2. Руководство по оценке пожарного риска для промышленных предприятий. – М.:ВНИИПО, 2006.
3. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)
4. https://gazovik-neft.ru/catalogue/04/pjc_10000
5. <https://lektsii.com/2-100099.html>
6. Оценка пожарного риска на производственных объектах: учебное пособие / сост. Ю.И. Иванов, В.А. Зубарева, Д.А. Беспёрстов, Н.А. Пашкевич; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2013.
7. Рекомендации по проектированию систем подслоного тушения пожаров нефтепродуктов в стальных вертикальных резервуарах РВС-5000 и РВС-10000 ОАО "Сибтранс нефтепродукт", М.: ФГУ ВНИИПО МВД РФ, 2000 г.
8. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПРИ СВОБОДНОМ ГОРЕНИИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ. – САМАРА, 1996.
9. СНиП 2.11.03-93 Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы
10. Правила технической эксплуатации нефтебаз