

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Техносферная безопасность»

Профиль «Безопасность технологических процессов и производств»

Кафедра «Техносферная безопасность»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: «Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов на нефтеперерабатывающем предприятии».

Шифр ВКР 20.03.01.204.19 ПЗ.

Выполнил студент

подпись

Хабибуллин М.М.
Ф.И.О.

Руководитель профессор
ученое звание

подпись

Хафизов К.А.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол №__ от _____ 2019 г.)

Зав. кафедрой профессор
ученое звание

подпись

Хафизов К.А.
Ф.И.О.

Казань – 2019 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Кафедра _____

Направление _____

Профиль _____

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой

_____/_____/_____
« _____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу

Студенту _____

Тема ВКР _____

утверждена приказом по вузу от « _____ » _____ 20 ____ г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____

3. Исходные данные _____

4. Перечень подлежащих разработке вопросов _____

5. Перечень графических материалов _____

6. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант

7. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание

Студент _____ (_____)

Руководитель ВКР _____ (_____)

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Хабибулина М.М. на тему «Разработка рекомендаций по обеспечению пожарной безопасности резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов на нефтеперерабатывающем предприятии».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 77 листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, трех разделов, заключения и списка литературы.

В первом разделе представлены теоретические аспекты пожарной безопасности резервуаров.

Во втором разделе определены последствия аварии на пожаровзрывоопасных объектах. Разработка инструкции по охране труда. Экологическая безопасность. Комплекс технических и технологических мероприятий, обеспечивающих снижение уровня опасности на основном технологическом оборудовании. Физическая культура на производстве.

В третьем разделе приводятся расчет экономического ущерба при разрушении РВС 3000. Сравнительный анализ возможного причиненного ущерба и затрат на дополнительные меры по снижению материальных потерь.

ABSTRACT

The final qualifying work Khabibulina M.M. on the theme «Development of recommendations to ensure the fire safety of oil and oil products storage tanks at the refinery».

Graduation qualifying work consists of an explanatory note on 77 sheets of typescript and graphic part on 5 sheets of A1 format.

Explanatory note consists of an introduction, three chapters, conclusions and the bibliography.

The first section contains theoretical aspects of fire safety of the reservoirs.

The second section describes the consequences of the accident at the požarovzryvoopasnyh facilities. Development of labour protection instructions. Environmental safety. Complex technical and technological activities, reducing the level of danger on the main technological equipment. Physical culture in the workplace.

The third section describes the calculation of economic damage at destruction FAR 3000. A comparative analysis of the possible damages and the costs of additional measures to reduce losses.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕЗЕРВУАРОВ	
1.1 Общий обзор статистики пожаров	10
1.2 Краткая характеристика резервуарного парка	12
1.3 Анализ развития пожара в резервуарном парке	15
1.4 Причины пожаров в резервуарных парках	21
2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Определение последствий аварии на пожаровзрывоопасных объектах ...	35
2.2 Разработка инструкций по охране труда	35
2.3 Комплекс технических и технологических мероприятий, обеспечивающих снижение уровня опасности на основном технологическом оборудовании ..	48
2.4.1 Комплекс организационных мероприятий, обеспечивающих снижение уровня опасности.....	50
2.4.2 Санитарно-гигиенические условия труда работающих	51
2.4.3 Перечень мероприятий по обеспечению безопасности добровольной пожарной дружины при ликвидации пожара	52
2.5 Оценка экологического ущерба при разрушении.....	54
2.6 Рекомендации по уменьшению экологического и экономического ущерба	57
2.7 Физическая культура на производстве	63
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
3.1 Расчет экономического ущерба разрушения РВС 3000	64
3.2 Сравнительный анализ возможного причиненного ущерба и затрат на дополнительные меры по снижению материальных потерь	69
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	73
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ.....	75

ВВЕДЕНИЕ

Нефть является не только топливом для транспортных средств, но и основой чуть ли не для всех производимых товаров. Она используется практически во всех сферах производства, начиная с синтетических каучуков и ядохимикатов и заканчивая продуктами питания и лекарствами.

В настоящее время идет рост населения на нашей планете, а с ним идет и увеличение потребления нефтепродуктов, то есть увеличение количества добываемой нефти. Значит возрастает и потребность в нефтехранилищах. Основными сооружениями для хранения нефти и нефтепродуктов являются резервуарные парки.

Несмотря на обширность мероприятий по обеспечению пожарной безопасности резервуарных парков, пожары в них все же происходят как у нас в стране, так и за рубежом.

Во многих производственных сферах деятельности человека не обойтись без использования природных энергоресурсов. Для получения топлива нефть является одним из основных сырьевых материалов. Нефть и нефтепродукты, перерабатываемые в нефтяной, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности обеспечивают продукцией многие отрасли России. Современное нефтяное производство представляет собой многостадийный комплекс разнообразных по своей сложности технологических процессов. Пожароопасные свойства веществ, обращающихся в производстве, создают особую сложность при возникновении аварий, пожаров на предприятиях, что приводит к частичной остановке технологического производства и останавливает не одно, а несколько предприятий. Их простой, прямые убытки от данных пожаров увеличивает косвенный ущерб, наносимый государству.

Особую опасность представляют собой резервуарные парки, так как в них сосредоточено большое количество горючей жидкости. Резервуары для нефти и нефтепродуктов относятся к промышленным сооружениям

повышенной пожарной опасности. Пожары, возникшие на подобных объектах, принимают во многих случаях большие размеры и характеризуются сложностью их локализации и тушения.

Общепризнанным является мнение о том, что на объектах хранения нефти и нефтепродуктов небольшое число пожаров, но в подобных ситуациях они причиняют значительный материальный ущерб и в ряде случаев вызывают травмы и гибель людей.

При возникновении пожара в резервуаре в большинстве случаев автоматические установки пожаротушения выходят из строя, поэтому ликвидация пожара осуществляется при помощи передвижной пожарной техники.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕЗЕРВУАРОВ

1.1 Общий обзор статистики пожаров

Резервуарный парк – группа (группы) резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов, предназначенных для хранения нефти и нефтепродуктов и размещенных на участке территории, ограниченной по периметру обвалованием или же ограждающей стенкой при наземных резервуарах и дорогами или противопожарными проездами при подземных резервуарах, установленных в котлованах или выемках [1].

Резервуары и резервуарные парки как основные сооружения складов нефти и нефтепродуктов широко распространены в различных отраслях народного хозяйства. Они входят в технологические схемы сбора и подготовки нефти (нефтепромыслов), магистральных нефтепроводов, нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ), перевалочных и распределительных нефтебаз, предприятий автомобильного, железнодорожного, водного и воздушного транспорта, теплоэлектростанций и теплоэлектроцентралей, строительных организаций, промышленных предприятий [2].

Резервуары для нефти и нефтепродуктов относятся к промышленным сооружениям повышенной опасности [3].

Статистический анализ пожаров на объектах хранения, переработки и транспортировки нефти и нефтепродуктов, проведенных за последние 20 лет показывает, что из 200 пожаров, происшедших в этот период на объектах хранения и переработки нефти, 92% произошли в наземных резервуарах. Из них 26% пожаров на резервуарах с сырой нефтью, 50% с бензином и 24% на резервуарах с мазутом, дизельным топливом и керосином. Секторная диаграмма распределения пожаров в резервуарах по хранимым в них горючим жидкостям представлена на рисунке 1.1 [4].

Статистика свидетельствует, что в системе Главтранснефти произошло 9,7% пожаров, на нефтепромыслах – 14,2%, на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) – 28,4%, а на распределительных нефтебазах зафиксирована наибольшая доля пожаров – 47,7% [5].

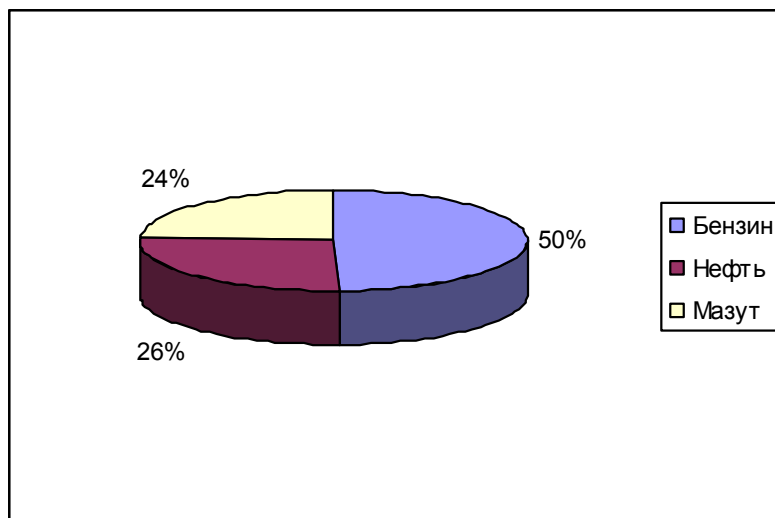


Рисунок 1.1 – Распределение пожаров в резервуарах по хранимым в них горючим жидкостям

Статистика пожаров в резервуарных парках по Республике Татарстан за период 2002–2009 г. представлена на рисунке 1.2:

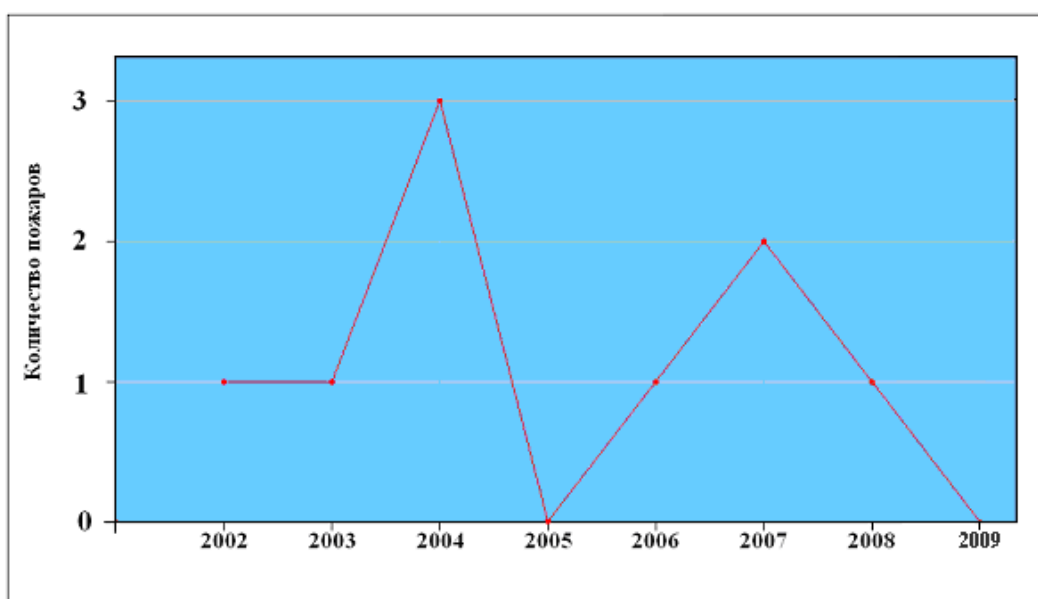


Рисунок 1.2 – Пожары на резервуарах, происшедших на территории РТ за период 2002–2009 г.

1.2 Краткая характеристика резервуарного парка

Резервуарный парк - группа резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов, предназначенных для хранения нефти и нефтепродуктов и размещенных на участке территории, ограниченной по периметру обвалованием или ограждающей стенкой при наземных резервуарах и дорогами или противопожарными проездами при подземных (заглубленных в грунт или обсыпанных грунтом) резервуарах, установленных в котлованах или выемках.

Склады нефти и нефтепродуктов в зависимости от вместимости резервуарных и вместимости отдельных резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов делятся на следующие категории (таблица 1.1) [3].

Таблица 1.1 Категории складов для хранения нефти и нефтепродуктов

Категория склада	Максимальный объем одного резервуара, м ³	Общая вместимость резервуарного парка, м ³
I	-	Св. 100000
II	-	Св. 20000 до 100000 вкл.
IIIа	До 5000	Св. 10000 до 20000 вкл.
IIIб	До 2000	Св. 2000 до 10000 вкл.
IIIв	До 700	До 2000 вкл.

Рассматриваемый парк относится к категории III а, состоит из резервуара технологического РВС-1, $V=3000\text{ м}^3$; резервуара универсального РВС-2, $V=3000\text{ м}^3$; 2 резервуара – отстойника РВС-3,4, $V=3000\text{ м}^3$ (Рисунок 1.2).

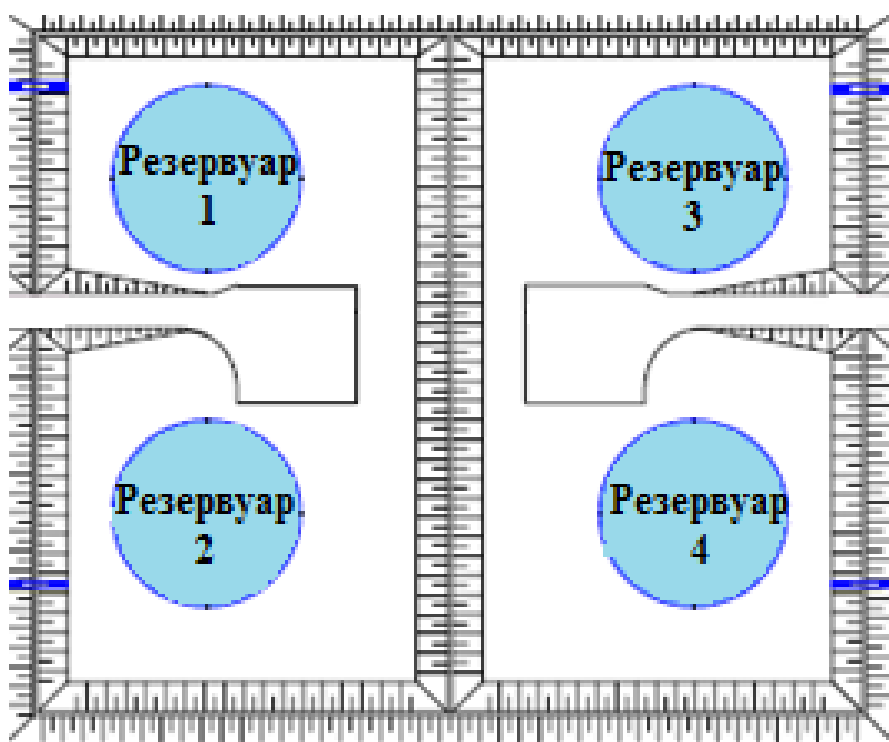


Рисунок 1.2 Резервуарный парк

Резервуары РВС-1,2 предназначены для аварийного приема потока нефти из отстойников нефти в случае нарушения технологии или остановки нефтепровода.

Резервуары РВС-3,4 предназначены для отстаивания сточной и подтоварной воды попадающей в них из отстойников нефти и нефтегазовых сепараторов, а также для отделения нефтепродуктов и взвешенных частиц.

Резервуары состоят из цилиндрического корпуса, плоского днища и стационарной крыши, имеют антикоррозионное покрытие [4].

Таблица 1.2 – Техническая характеристика РВС- 3000

Наименование параметра	Величина параметра
Номинальный объем, м ³	3000
Внутренний диаметр стенки, мм	18980
Высота стенки, мм	12000
Площадь зеркала резервуара, м ²	283
Стенка РВС- 3000:	
Количество поясов, шт	8
Толщина верхнего пояса, мм	6
Толщина нижнего пояса, мм	9
Материал	сталь

РВС-3000 оборудованы стальной стационарной лестницей, по которой можно выйти на рабочую площадку, а также на крышу для осмотра оборудования. Имеется система охлаждения. Конструктивные элементы резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов (рисунок 1.3).

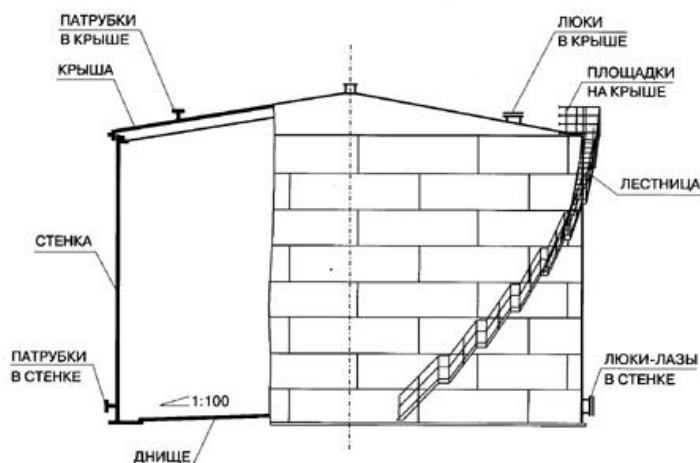


Рисунок 1.3 Резервуар стальной вертикальный

Площадки для резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов РВС-1, РВС-2 и резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов – отстойников (РВС-3, РВС-4), с целью ограничения и растекания жидкости при аварии обвалованы [5].

Замкнутое земляное обвалование выполнено шириной по верху 0,5 м и высотой 2,0 м, что на 0,2 метра выше уровня расчетного объема разлившейся жидкости наибольшего по объему резервуара [6].

Резервуарный парк принадлежит к зоне основных технологических установок системы сбора, подготовки и транспортировки нефти (площадка входных фильтров, площадка нагревателей нефти, площадка предварительного сброса воды, резервуарный парк) с учетом пожарной, взрывной и взрывопожарной опасности основанной нормативными значениями, указанными в ФЗ № 123 от 22.07.2017, СП 4.13130.2018, СП 18.13130.2011, ПБ 08-624-03.

Минимальным расстоянием между зонами и между сооружениями внутри зон приняты в соответствии с ВНТП 3-85, ПУЭ, ПБ 08-624-03, СНиП 2.11.03-93, СП 4.13130.2018, СНиП 2.07.01-89.

Минимальное расстояние от факельной установки до резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов с нефтью и нефтепродуктами РВС-3000 не менее 100 м. Минимальное расстояние от резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов РВС-3000 до сооружений пожаротушения равно 40 м [7].

Расстояние между резервуарами отстойниками (РВС-3,4) и технологическими резервуарами (РВС-1,2) равно 30 метров. Расстояние от стенок технологических резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов до границ площадок слива, налива – не менее 20 метров, до площадки узла переключения - не менее 15 метров, до противопожарных резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов, противопожарной насосной станции, склада пенообразователя и пожинвентаря, здания операторной - не менее 30 метров, до прочих зданий и сооружений – не менее 20 метров [7].

Таким образом, размещенные сооружения на территории обеспечивают пожарную безопасность при их эксплуатации.

На резервуарном парке преобладают пары нефти и попутного газа, которые могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси, поэтому исследуемый объект УПСВ является пожаровзрывоопасным.

1.3 Анализ развития пожара в резервуарном парке

Пожар в резервуарном парке со светлыми нефтепродуктами обычно начинается, как правило, со взрыва паровоздушной смеси в газовом пространстве резервуара и срыва крыши или с горения паровоздушной смеси в газовом пространстве резервуара без срыва крыши, но с нарушением целостности ее в отдельных наиболее слабых местах рисунок 1.3 [6].

Сила взрыва оказывает влияние на характер последующего развития пожара. В зависимости от этого наблюдаются следующие случаи:

- крыша резервуара сорвана полностью и отброшена в сторону, нефтепродукт горит на всей поверхности резервуара;
- пролитый нефтепродукт горит на земле между резервуарами, вызывая угрозу их взрыва;
- крыша вертикального резервуара силой взрыва несколько приподнята, а затем частично погружена в резервуар; она задерживает активное горение на поверхности жидкости резервуара, так как экранирует горящую поверхность;
- крыша вертикального резервуара деформирована так, что образовались небольшие щели в местах крепления к стене резервуара и в сварных швах кровли, пары нефтепродукта горят лишь над образовавшимися щелями и смотровыми люками [6].

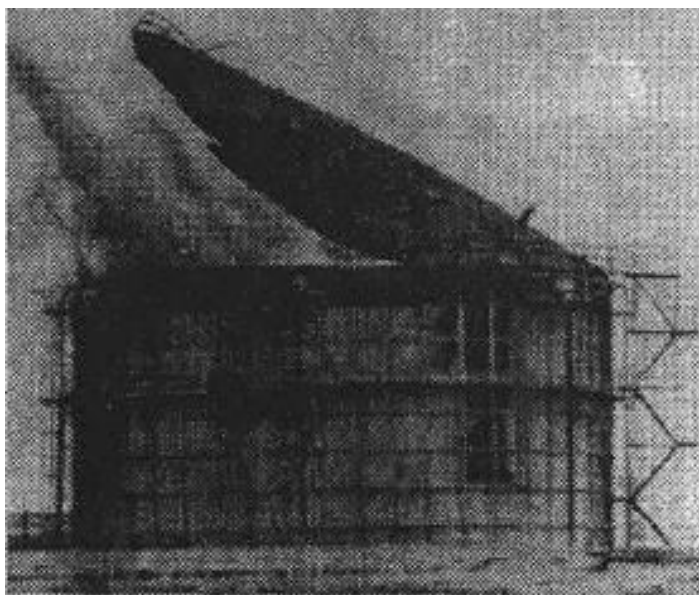


Рисунок 1.3 – Взрыв паровоздушной среды в резервуаре типа РВС

На образование взрывоопасных концентраций внутри резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов оказывают существенное влияние пожарная опасность и физико-химические свойства хранимых нефти и нефтепродуктов, конструкция резервуара, технологический режим эксплуатации, а также климатические и метеорологические условия. Пожар

может возникнуть на дыхательной арматуре, пенных камерах, в обваловании резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов вследствие перелива хранимого продукта или нарушения герметичности резервуара, задвижек, фланцевых соединений, а также в виде локальных очагов на плавающей крыше.

Развитие пожара зависит от места возникновения, размеров начального очага горения, устойчивости конструкций резервуара, наличия средств автоматической противопожарной защиты и удаленности пожарных подразделений от резервуарного парка. Свободный борт стенки резервуара при отсутствии охлаждения в течение 3–5 минут теряет свою несущую способность, т.е. появляются визуально определяемые деформации из-за прогрева конструкций пламенем [7].

Светлые нефтепродукты (бензин, лигроин, керосин, бензол и т.п.) горят на свободной поверхности интенсивнее, чем темные, и высота факела пламени достигает 20–40 м.

Пожары в резервуарах сопровождаются передачей тепловой энергии за счет излучения факела пламени и переноса потоками воздуха раскаленных частиц углерода (сажи) к близко расположенным резервуарам. Это приводит иногда к воспламенению паров нефтепродуктов, выходящих через отверстия в крыше резервуара (дыхательные клапаны, замерные устройства).

Пожары светлых нефтепродуктов часто сопровождаются деформацией наземных трубопроводов и истечением из них большого количества горючей жидкости в обвалование резервуара. Трещины в стенках резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов образуются лишь при длительных пожарах (в течение нескольких часов), когда в результате неравномерного воздействия лучистой теплоты на стенки резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов создаются недопустимые деформации.

Температура в зоне горения достигает 1100–1200 °С, в результате чего стенки выше уровня жидкости быстро прогреваются (в течение нескольких минут), теряет прочность и начинают деформироваться. При пожарах

крупных резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов с нижним уровнем нефтепродукта стенки деформируются более интенсивно [6].

Развитие пожара в обваловании характеризуется скоростью распространения пламени по разлитому нефтепродукту, которая составляет для жидкости, имеющей температуру ниже температуры вспышки, $0,05 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, а при температуре жидкости выше температуры вспышки – более $0,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. После 10–15 мин воздействия пламени наступает потеря несущей способности маршевых лестниц, выходят из строя узлы управления коренными задвижками и хлопушами, происходит разгерметизация фланцевых соединений и нарушается целостность конструкций резервуара.

При этом в зависимости от ряда факторов, проявившихся в начальной стадии (характер разрушения резервуара, площадь разлива нефтепродукта, масса испарившегося продукта, тепловой режим и т.п.), возможно цепное развитие пожара, при котором его разрушительное действие многократно (иногда в сотни раз) усиливается вследствие вовлечения в процесс взрывопожароопасных объектов предприятия. В условиях концентрации больших масс нефтепродуктов на ограниченной площадке, близости различных производств пожар, распространяясь за территорию предприятия, создает реальную угрозу и для других объектов. Если же близко расположены жилые кварталы или пожароопасные объекты, пожар может стать настоящей катастрофой [7].

Развитие пожара при хранении больших масс нефти и нефтепродуктов можно подразделить на следующие уровни :

- первый (А) – возникновение и развитие пожара в пределах одного резервуара без влияния на смежные. Статистика показывает, что с таким сценарием было зарегистрировано около 78% пожаров в резервуарных парках;

- второй (Б) – распространение пожара с одного резервуара на резервуарную группу (15% от всего числа пожаров);

– третий (В) – развитие пожара с возможным разрушением смежных резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов, зданий и сооружений на территории предприятия и за его пределами, а также поражение опасными факторами пожара персонала предприятия и населения близлежащих районов. Такой вариант пожара наблюдался в 6% случаях. Несмотря на то, что процент этих пожаров незначителен, для их тушения привлекалось большое количество сил и средств, а продолжительность тушения составляла сутки и более [8].

При горении нефти и нефтепродуктов в резервуарах может происходить вскипание и выброс.

Вскипание – процесс вспенивания горючей жидкости из-за присутствия в ней, либо попадания в неё капель воды, которые испаряются в прогретом слое горючего. Объём прогретого слоя жидкости при этом увеличивается в четыре-пять раз при прогреве горячей жидкости выше 100°C . Вскипание, например, может произойти примерно через один час горения при содержании влаги в нефтепродукте более 0,3%. Вскипание также возможно в начальный период проведения пенной атаки при подаче пены на поверхность горючей жидкости с температурой кипения выше 100°C , при этом возможен перелив нефтепродуктов через борт резервуара.

Выброс – интенсивный поток горючей жидкости из резервуара в результате механического вытеснения её паром, образованным при вскипании донной воды. При достижении поверхности слоя донной (подтоварной) воды гомотермическим (прогретым) слоем горючей жидкости происходит нагревание воды до температуры значительно большей, чем температура её кипения. При этом вода бурно преобразуется в пар, который выбрасывает находящуюся над ним жидкость за пределы резервуара.

Признаки, предшествующие выбросу нефтепродукта:

- усиление горения,
- изменение цвета пламени,
- усиление шума при горении,

- вибрация верхних поясов стенки резервуара,
- отдельные потрескивания (хлопки).

Время выброса определяется (ориентировочно) по (1.1)

$$T_{\text{выб.}} = \frac{H - h}{W + u \cdot K_1}; \quad (1.1)$$

где $T_{\text{выб.}}$ – время от начала пожара до момента возможного выброса нефтепродукта, ч;

H – начальная высота слоя жидкости, м;

h – высота слоя донной воды, м;

W – линейная скорость прогрева горючей жидкости, м/ч;

u – линейная скорость выгорания горючей жидкости, м/ч;

K_1 – коэффициент увеличения скорости выгорания нефти (1,3–1,5) [8].

При горении нефти и нефтепродуктов в резервуарах образуются «карманы».

«Карман» – это объем, в котором горение и прогрев жидкости, а также тепломассообмен при подаче воздушно-механической пены происходит независимо от остальной массы горючего в резервуаре [1].

«Карманы» могут иметь различную форму и площадь и образуются как на стадии возникновения, так и в процессе развития пожара. Причинами их образования в начальной стадии пожара являются подрыв стационарной крыши с провисанием или частичным ее обрушением внутрь резервуара перекосы плавающей крыши (понтон). При дальнейшем развитии пожара процесс образования «карманов» продолжается в основном из-за низкой стойкости свободной стенки резервуара [7].

1.4 Причины пожаров в резервуарных парках

Источники зажигания, характерные для резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов и резервуарных парков, а также для других объектов на предприятиях транспорта и хранения нефти и нефтепродуктов, по природе происхождения можно разделить на естественные, производственные и огневые. Происхождение естественных источников не зависит от людей и не связано с ведением технологических процессов (например, прямые удары молнии и вторичные проявления атмосферного электричества). Происхождение производственных источников связано с работой технологического оборудования и действиями людей по ведению технологических процессов (например, нарушение в электроустановках, статическое электричество, самовозгорание пирофоров, механические искры). К огневым источникам могут быть отнесены непрерывно действующие технологические огневые устройства (факелы, огневые подогреватели), временные огневые ремонтные работы (сварка, резка), неосторожное обращение с огнем (курение, костры), умышленный поджог, а также пожар или взрыв на соседнем сооружении или на прилегающей местности.

По месту возникновения и опасного проявления источники зажигания можно разделить на внутренние и внешние в зависимости от расположения рассматриваемой точки внутри или снаружи резервуара. При этом местом опасного проявления считается место поджигания горючей смеси. Места происхождения и опасного проявления источника нередко совпадают, но некоторые, внешние по происхождению, по месту опасного проявления могут быть как внешними, так и внутренними. Например, мощный удар молнии может поджечь горючую смесь в газовом пространстве резервуара [9].

Рассмотрим пожары подробнее на примерах:

1. Пожары на действующих резервуарах

Ряд пожаров на нормально действующих резервуарах произошел по причинам, не связанным с технологическими операциями резервуарного парка, в результате непредвиденных воздействий соседних объектов или преступных действий людей. Так, 5 пожаров в резервуарных парках на Улан-Уденской, Кирябской, Куйбышевской, Чаданской и Бакинской нефтебазах возникли от поджогов. Представляет интерес случай умышленного поджога резервуара с бензином с целью сокрытия следов хищения, происшедший 28.09.1985 на Куйбышевской наливной станции. Злоумышленником заранее была нарушена герметичность запорной арматуры на резервуаре, в результате чего вытекающий из технологического колодца бензин распространялся вниз по ручью до деревни, находящейся в 500 м от нефтебазы, где был совершен поджог бензиновой пленки.

23.01.1983 произошел пожар в резервуарном парке Тюменской нефтебазы. Горение началось от взрыва в газовом пространстве резервуара РВС-2000, в котором хранился мазут. В обваловании находились два резервуара РВС-2000, расстояние между которыми составляло 6 м. В первом резервуаре с топочным мазутом уровень разлива продукта составлял 4,7 м, во втором (с дизельным топливом) – 4,2 м. Резервуары нагревались внутренними теплообменниками до температуры 30°C. Температура наружного воздуха была – 12°C. В момент взрыва с первого резервуара сорвало крышу, возник пожар. Через некоторое время произошел взрыв внутри другого резервуара, с него также была сорвана крыша. Причиной взрыва и пожара, как установила экспертиза, явилось попадание искр из дымовой трубы котельной в район смотрового люка резервуара с мазутом.

Пожары, возникшие от короткого замыкания кабеля или воздушных линий электропередач, проходящих в непосредственной близости от резервуарных парков, произошли 14.02.1982 на Черемховской нефтебазе, 12.08.1983 – на Бакинской, 1.06.1985 – на Октябрьской (Пермская область). Представляет интерес пожар, происшедший 23.05.1984 на Камской нефтебазе. Во время грозы порывом сильного ветра были сорваны

высоковольтные провода ЛЭП, которые упали на деревянное ограждение нефтебазы и воспламенили его. По сухой траве и пропитанному мазутом грунту огонь перекинулся на мазутопровод и далее по теплоизоляции достиг резервуара [7, с. 53].

Из приведенных примеров можно сделать следующие выводы:

- нормы и правила предусматривают ограждения резервуарных парков или объектов, в состав которых входят резервуары, и строгий пропускной режим на них. Эти меры призваны исключить проникновение на территорию посторонних лиц (в том числе с целью поджога);

- в нормах отсутствуют указания о запрете применения в строительстве ограждений сгораемых материалов, однако эти конструкции в случаях расположения резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов в черте плотной городской застройки должны обладать свойствами противопожарной преграды;

- нормы не регламентируют расстояний от резервуарных парков до стрельбищ (случаи такого соседства крайне редки), однако безопасность должна быть обеспечена (нормами проектирования стрельбищ).

Пожары на резервуарах от воздействия смежных объектов указывают на несовершенную их противопожарную защиту. Отсюда возникает задача определения совокупности факторов возможного взаимодействия соседних объектов, а также требований к противопожарным преградам.

Пожары, произошедшие на работающих резервуарах, можно разделить на две группы:

- пожары на нормально работающих резервуарах;
- пожары при нарушении технологии операций на работающих резервуарах.

Основными источниками зажигания на нормально работающих резервуарах являются:

- самовозгорание пирофорных отложений;
- технологические искры или разряды статического электричества;

- проявление атмосферного электричества;
- искры электроустановок, самовозгорание теплоизоляции и др. [4].

Пожары от проявления атмосферного электричества. 5.08.1974 на насосной станции нефтепровода в Актюбинской области (Казахстан) в результате вторичного проявления атмосферного электричества воспламенились пары нефти, выходившие через оставленный открытым световой люк резервуара типа РВС-5000. 18.05.1975 на нефтебазе в Ставропольском крае загорелся такой же резервуар в результате удара молнии.

Крупный групповой пожар на наземных резервуарах произошел 21.06.1990 на ЛПДС «Каркатеевы» в Тюменской области. В результате попадания разряда атмосферного электричества произошел взрыв в паровоздушном пространстве резервуара с нефтью вместимостью 20000 м³, который привел к частичному разрушению и смещению крыши. Отсутствие охлаждения способствовало потере устойчивости резервуара, выходу горячей нефти в каре обвалования и быстрому распространению пожара на группу из четырех однотипных резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов. Площадь пожара составляла более 32000 м². В тушении его участвовало 216 человек личного состава пожарной охраны, 30 единиц специальной и 30 единиц вспомогательной противопожарной техники. Использовано 37 тонн пенообразователя и 13 тонн огнетушащего порошка [7, с. 23].

Таким образом, пожары, происшедшие от удара молнии, можно распределились следующим образом:

- по объектам: нефтепромыслы – 9,5%, нефтепроводы – 27%, НПЗ – 27%, нефтебазы – 36%;
- по типу резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов: подземные железобетонные – 36%, наземные вертикальные стальные – 52%, в том числе с понтоном – 12%;
- по типу жидкости: с нефтью – 50%, с нефтепродуктами – 50%.

Наибольшее число крупных пожаров от удара молнии и вторичного проявления атмосферного электричества произошло на стальных вертикальных резервуарах нефтебаз и нефтепроводов [4].

Пожары от самовозгорания пирофоров. Пожары, зарегистрированные от самовозгорания сульфидов железа: пожары в резервуарах с бензином на нефтеперекачивающих станциях трубопроводов в Иркутской области в 1972, 1976 и 1983, 26.04.77, 22.08.78, 3.06.86 и 4.05.89 на резервуарах нефтепромыслов республики Татарстан; 27.05.73, 4.05.78, 29.06.93 и 25.07.93 на Уфимском НПЗ и 17.08.80 на нефтепромыслах Республики Башкортостан; 24.05.75 и 6.05.85 на НПЗ в Куйбышевской области; 24.04.77, и 25.05.83, на НПЗ, 15.04.85 и 17.05.88 на нефтепромыслах и 7.08.89 на нефтебазе в Оренбургской области; 18.06.77 на нефтепромыслах Сахалинской области; 05.03.94 г. на Астраханском газоперерабатывающем заводе (ГПЗ) [7].

Эти пожары можно распределить следующим образом:

- по объектам: резервуарные парки НПЗ – 54%, нефтепромыслы – 40,5%, нефтебазы – 4,5%;

- по типу резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов: все на вертикальных стальных;

Таким образом, пожары от самовозгорания пирофоров на нормально работающих резервуарах наиболее часто происходят на нефтебазах и нефтепромыслах в наземных резервуарах с нефтью и бензином, находящихся преимущественно в Поволжье и Башкортостане, где добывается нефть с высоким содержанием серы [4, с. 34].

Пожары, возникающие при замере уровня взлива продукта в резервуаре и отборе проб, как правило, начинаются со взрыва в газовом пространстве резервуара и нередко сопровождаются гибелью или травмированием людей, выполняющих работу на крыше резервуара. Об этом свидетельствуют следующие примеры: 31.03.1977 на Горьковском НПЗ при ручном отборе проб взорвался резервуар типа РВС-5000 с бензином. В результате падения с крыши погиб 1 человек и двое получили травмы.

13.05.1978 на одном из уфимских НПЗ при ручном отборе проб взорвался резервуар типа РВС-1000 с толуолом. Погиб 1 человек. 17.02.1981 на Кожевенской нефтебазе при замере уровня разлива нефтепродукта металлическим тросом произошел взрыв резервуара типа РВС-5000 с бензином (погиб 1 человек). 21.12.1984 и 5.11.1985 на Ангарской и Саорамской нефтебазах при замере уровня разлива нефтепродукта произошел подрыв крыш резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов. Травмированы два человека. 4.01.1985 на Эльдинской нефтебазе в Якутии при ручном отборе проб взорвался резервуар типа РВС-2000 с бензином [7, с. 87].

Пожары из-за загазованности. Целесообразно выделить пожары, возникающие от различных источников зажигания при повышенной загазованности территории резервуарных парков.

По типу проводимых технологических операций эти пожары можно разделить на три группы:

- при закачке в резервуары нефти, недостаточно сепарированной от газа, на нефтепромыслах;
- при перекачке из резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов нефти, имеющей высокую упругость паров, на нефтепромыслах и нефтепроводах;
- при заполнении резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов нефтепродуктами на НПЗ и нефтебазах.

В этих случаях источниками зажигания служили автомобили, движущиеся по территории резервуарных парков; технологические огневые нагреватели; факелы для сжигания сбросовых газов; искры от контактов магнитных пускателей и другого электрооборудования; открытый огонь и курение [9, с. 23].

Нормы и правила предусматривают ряд мер против опасного проявления таких источников зажигания: оборудование автомобилей искрогасителями; противопожарные разрывы до факелов и огневых печей;

взрывозащищенное исполнение электроустановок, размещаемых в пределах взрывоопасных зон.

Можно привести некоторые характерные примеры пожаров. 14.07.1983 на Иркутской нефтебазе вследствие переполнения резервуара бензином и увеличения загазованности территории резервуарного парка произошел взрыв паров бензина с последующим горением на дыхательной арматуре резервуара типа РВС-5000. Источником зажигания послужили искры контактов в электрошите, расположенном в обваловании, устроенном с нарушением нормативных расстояний. 19.09.1985 на Кушайлинской нефтебазе в Омской области во время закачки бензина в резервуар из железнодорожных цистерн образовалось газовоздушное облако, которое под действием ветра вышло за пределы территории нефтебазы. Источником воспламенения газовоздушного шлейфа стал костер, расположенный в 70 м от резервуара, в котором сжигали опавшую листву. Крупный пожар удалось предотвратить благодаря оперативным действиям обслуживающего персонала.

В усилении борьбы с пожарами, неоднократно приводившими к человеческим жертвам, возможны два направления: первое – дальнейшее увеличение противопожарных разрывов между резервуарами и опасными устройствами и снижение уровня загазованности при опасных технологических режимах; второе (более перспективное) – улучшение сепарации сырой нефти, работа резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов с неподвижным и малоподвижным уровнем разлива жидкости, смешение и измерение расходов жидкостей на потоке, внедрение резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов с плавающей крышей или понтоном, применение газоуравнительных систем [8, с. 23].

Пожары при очистке и ремонте резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов.

Пожары на очищаемых и ремонтируемых резервуарах можно разделить на следующие группы:

- пожары при очистке резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов перед осмотром и ремонтом;
- пожары при проведении ремонтных, в том числе огневых, работ на предварительно очищенных резервуарах;
- пожары при ремонте и обслуживании резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов без их предварительной очистки [2, с. 12].

Пожары при очистке резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов произошли: 3.08.1972 в Иркутской области на нефтебазе из-за вспышки паров бензина от выхлопной трубы топливозаправщика при очистке резервуара от тяжелых донных отложений бензина; 8.08.1974 на нефтебазе в Орловской области на резервуаре с керосином от искр магнитного пускателя при откачке продукта насосом, установленным в обваловании, 2 человека получили ожоги; 3.08.1977 на нефтебазе в Тамбовской области при откачке мертвого остатка бензина из резервуара типа РВС-700 насосом, установленным в обваловании (агрегат располагался в 2,5 м от люка-лаза и имел электрооборудование в открытом исполнении); 29.11.1977 на нефтебазе в Мурманской области при очистке резервуара с откачкой мертвого остатка жидкости электронасосом через открытый люк-лаз (пожар продолжался 1 ч 23 мин); 10.10.1979 на нефтебазе в Псковской области при удалении донного остатка бензина через открытый нижний люк-лаз (1 человек получил ожоги).

Как видно из примеров, типичными являются пожары при очистке резервуара от донного остатка легковоспламеняющегося нефтепродукта (бензина) или от тяжелого остатка с помощью легковоспламеняющейся жидкости. Все пожары произошли на нефтебазах системы нефтепродуктообеспечения [8, с. 54].

Пожары при ремонтных огневых работах на предварительно очищенных резервуарах. 12.05.1972 на Угорской нефтебазе в Красноярском крае при опрессовке (гидравлических испытаниях) очищенного резервуара производились сварочные работы, в процессе которых произошел взрыв с последующим горением (2 человека получили ожоги). 15.07.1976 на

нефтебазе в Тамбовской области при пожаре во время огневых работ на предварительно очищенном резервуаре погибло 2 человека. 23.08.1977 на НПЗ в Пермской области на реконструируемом резервуаре возник пожар по аналогичной причине (1 человек получил ожоги).

Статистические данные свидетельствуют о неэффективности существующих методов очистки и контроля степени ее, о повышенной пожарной опасности огневых работ на предварительно очищенных и разгерметизированных резервуарах [7, с. 23].

Пожары при ремонте резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов без их очистки.

28.02.1975 на насосной станции нефтепровода в Челябинской области взорвался при внутреннем осмотре без очистки резервуар типа РВС-20000 с понтоном. 26.02.1985 на Волгоградской нефтебазе произошло загорание остатков мазута внутри резервуара типа РВС-5000 при производстве огневых работ по замене пароподогревательной системы. 26.06.1986 на Никитовской нефтебазе в Донецкой области во время при варки перил к резервуару типа РВС-5000, заполненному 1750 м^3 смеси дизельного топлива и бензина, произошел взрыв с последующим горением. 23.12.1986 на нефтебазе «Красный нефтяник» при сварке в резервуаре типа РВС-5000 произошло загорание метрового остатка мазута [17, с. 23].

Групповые пожары в резервуарных парках

Групповыми принято называть пожары с распространением огня на группу из двух и более резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов. Такие пожары условно можно разделить на три основные группы:

- пожары на заглубленных железобетонных резервуарах;
- пожары на наземных стальных вертикальных резервуарах со стационарной крышей без понтона;
- пожары на таких же резервуарах с плавающей крышей или понтоном [19, с. 30].

Пожары на заглубленных железобетонных резервуарах. 20.06.1976 в 2 ч 35 мин в резервуарном парке Тихорецкой нефтебазы в Краснодарском крае произошел взрыв газовоздушной смеси в районе насосной станции с распространением пламени на дыхательную арматуру двух резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов. К моменту возникновения пожара прием нефти на нефтебазе производился с нефтепровода Куйбышев – Тихорецк с подачей $3100 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ (допустимая $3300 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$). Резервуарный парк состоял из 16 заглубленных железобетонных резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов, оборудованных газоуравнительной системой диаметром 325 мм с огнепреградителями. В одном из горевших резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов при переключении задвижек произошел слабый взрыв, на другом резервуаре горение локализовалось на дыхательных клапанах. Характер горения свидетельствовал, что паровоздушная смесь внутри наполняемых продуктом резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов к моменту воспламенения оказалась переобогащенной парами углеводородов и поэтому была невзрывоопасной [7].

Пожары, на наземных, стальных вертикальных резервуарах со стационарной крышей. В 1973 в резервуарном парке Самотлорского месторождения (Тюменская область) из-за повышенной загазованности территории произошло три пожара со стабилизированным горением нефтяных газов у дыхательных клапанов. На всех пожарах одновременно горело 2–3 резервуара без перехода пламени на зеркало нефти.

В 1982 на Тюменской распределительной нефтебазе вследствие перелива из резервуара 160 тонн бензина и повышения загазованности территории парка произошел пожар, который распространился на 6 резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов.

Таким образом, групповые пожары на резервуарах без понтона связаны с загазованностью территории или вызваны распространением пожара на группу резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов в результате аварийного растекания нефтепродукта из разрушенного (взорвавшегося)

резервуара или при его вскипании и выбросе. В связи с этим актуальными являются вопросы:

- сохранения устойчивости стенок и днища резервуара при взрыве со срывом его крыши. В резервуарных парках с нефтью и бензином пожары, начинающиеся со взрыва в одном из резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов, неоднократно сопровождалось горением дыхательных устройств на соседних резервуарах, но далее не развивались;

- ограничения площади растекания горячей жидкости при аварийном разрушении резервуара [14, с. 43].

Пожары на наземных стальных вертикальных резервуарах с плавающей крышей или понтоном.

Пожар, происшедший 23.07.1974 на нефтебазе в Куйбышевской области в результате обрушения зависшего понтона, в самой начальной стадии распространился на три соседних. В резервуарах находилось подогретое дизельное топливо. Взрывами и пожаром группа из четырех резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов типа РВСП-700 была уничтожена.

15.04.1979 аналогичный пожар возник в резервуарном парке НПЗ Иркутской области. Он распространился на два резервуара типа РВСП-1000 с бензином. Пожар продолжался 5 ч.

9.03.1980 подобный пожар произошел на насосной станции нефтепровода в Волгоградской области. Огонь охватил два резервуара типа РВСП-2000 с бензином.

27.05.1981 такой же пожар – на Кременчугском НПЗ. Он распространился на два резервуара типа РВСП-10000 с бензином и продолжался 22 ч 30 мин.

Описанные пожары свидетельствуют о повышенной опасности перехода пожара с одного резервуара на другой при наличии в них понтонов [21, с. 74].

Пожары от аварийных разрушений резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов и утечек нефтепродуктов.

Зарегистрированы пожары, связанные с частичным или полным разрушением резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов. В 50% это крупные или катастрофические пожары, которые составляют около 9% всех пожаров, происшедших на резервуарах. 24% разрушений резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов с нефтепродуктами сопровождалось пожаром и квалифицировались как аварии 1-й и 2-й категорий, остальные разрушения произошли при гидравлических испытаниях резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов. Наиболее частому разрушению (30,4%) подвергаются резервуары типа РВС-5000.

Анализ случаев разрушения резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов показал, что наиболее опасным фактором возникающего при этом пожара является гидродинамическое истечение горючей жидкости (нефтепродукта), хранимой в резервуаре. Причем характер истечения и воздействия возникающей в этом случае волны прорыва в обваловании таков, что в 47,8% случаях поток разрушал или промывал защитное обвалование, а в 26,1% случаях «перехлестывал» через него. Это объясняется тем, что по действующим нормам обвалование рассчитывается на статическое удержание пролитой жидкости и не способно выполнить защитные функции при ее гидродинамическом истечении.

Только в 17,4% обвалование сохранилось, так как истечение жидкости происходило из частично заполненных резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов, разрушившихся от внутреннего взрыва [4].

В Армении во время землетрясения 7.12.1988 на нефтебазах в Спитаке и Ленинакане было разрушено 16 частично заполненных нефтепродуктом резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов различной вместимости. Из них 10 резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов типа РВС и 6 наземных горизонтальных. Эпицентр землетрясения находился на расстоянии 1–70 км от нефтебаз. Разрушение резервуаров хранения нефти и

нефтепродуктов произошло во время основной ударной волны. Характерной особенностью явилось начальное повреждение или разрушение оснований под резервуарами, выполненных из каменных блоков по бетону, следствием этого была деформация днища и стенок резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов с разрывом сварных швов [13, с. 34].

Пожары от утечки нефтепродуктов.

В одном из филиалов Саратовской нефтебазы, расположенном в черте плотной городской застройки и состоящем из двух наземных вертикальных резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов вместимостью по 1000 м² и двух групп заглубленных в землю небольших горизонтальных резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов с разрывом 3–4 м между ними, хранился автомобильный бензин. Раздача нефтепродукта производилась через расходный горизонтальный резервуар вместимостью 50 м³. На территории нефтебазы, имеющей проволочное ограждение и охраняемой пожарно-сторожевым постом, располагались также насосная станция, пожарное депо и другие здания. Площадка нефтебазы не асфальтирована, и песчаный грунт имеет уклон в сторону шоссе и протекающего параллельно ему ручья, являющегося источником воды на случай пожара. Расстояние от ручья до резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов нефтебазы составляет 150 м, от жилого дома четвертой степени огнестойкости 20 м. Происшедшему в июне 1976 пожару предшествовали следующие события: у резервуара типа РВС-1000 в нижнем поясе была обнаружена трещина, исключаящая дальнейшую его эксплуатацию без ремонта. Его освободили от бензина и оставили на шесть дней для проветривания, после чего, без согласования с пожарной охраной, приступили к выполнению ремонтных газосварочных работ. Во время сварки произошел взрыв внутри резервуара. Взрывной волной были разрушены кровля соседнего резервуара, где вспыхнул пожар, а также трубопровод, соединяющий расходный резервуар с насосной станцией нефтебазы. К моменту прибытия первого пожарного подразделения (через 5 мин) горел резервуар типа РВС-1000. Вытекавший из расходного

резервуара бензин образовал розлив на площади 50–60 м², который двигался по естественному уклону в сторону насосной станции, наливной эстакады и шоссе. Сильный ветер отклонял пламя от горящего резервуара в сторону раздаточной емкости. От теплового излучения отклоняемого ветром факела пламени загорелись: бензин, разлитый на площади 150 м², здание насосной станции, деревянная наливная эстакада и находящийся за оградой нефтебазы жилой дом. Пожар продолжался 6,5 ч. [15, с. 23].

2. СПЕЦИАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1 Определение последствий аварии на пожаровзрывоопасных объектах

Для данного расчета используется методика «Прогнозирование возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в РСЧС» [13].

Методика предназначена для оценки последствий аварий на объектах по хранению, переработке и транспортировки сжиженных углеводородных газов (СУГ), сжатых углеводородных газов (СЖУГ), легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ).

Под «резервуарами» в Методике понимают резервуары для хранения и транспортировки перечисленных выше веществ, а также технологические установки, содержащие эти вещества.

В качестве поражающих факторов рассматриваются:

- Воздушно-ударная волна,
- Тепловое излучение огненных шаров и горящих разлитий,
- Осколки и обломки оборудования.

Расчеты проводились исходя из предположения, что взрыв произойдет в технологическом резервуаре РВС-1 (рисунок 3.1).

Масса вещества в облаке ТВС взята для наихудшего сценария (полная разгерметизация резервуара, после взрыва). При мгновенной разгерметизации резервуара масса вещества (М) в облаке равняется полной массе ЛВЖ находящегося в резервуаре. Для выбранного резервуара масса будет равна 6, 94 тонны (данные взяты из технологического регламента).

Класс пространства, окружающего место воспламенения относится к 3-му классу, таблица 4.1

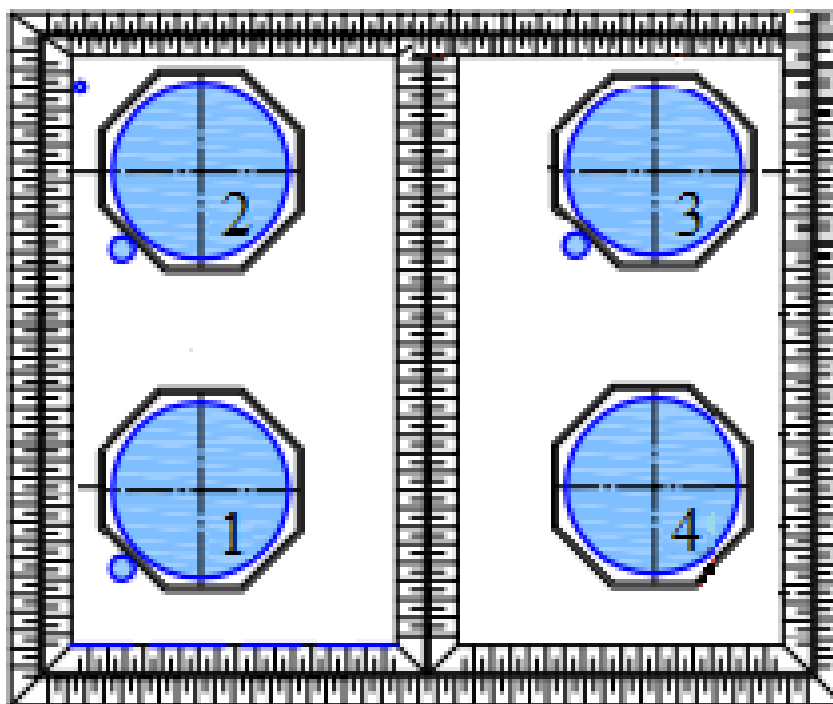


Рисунок 2.1 Схема расположения резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов в резервуарном парке:

- 1 – Резервуар технологический РВС-1;
- 2 – резервуар универсальный РВС-2;
- 3 – резервуар отстойник РВС-3;
- 4 – резервуар отстойник РВС-4.

Таблица 2.1 Характеристики классов пространства, окружающего место потенциальной аварии

N класса	Характеристика пространства
1	Наличие труб, полостей и т.д.
2	Сильно загроможденное пространство: наличие полузамкнутых объемов, высокая плотность размещения технологического оборудования, лес, большое количество повторяющихся препятствий
3	Средне загроможденное пространство: отдельно стоящие технологические установки, резервуарный парк
4	Слабо загроможденное и свободное пространство

Взрывопожароопасным веществом в парке являются пары нефти. Нефть относится к первому классу. Классы взрывоопасности приведены в таблице 2.2.

Режим взрывного превращения облака ТВС равен 2, таблица 2.3.

Таблица 2.2 Классификация взрывоопасных веществ

Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
Ацетилен	акрилонитрил	ацетальдегид	бензол
Винилацетилен	акролеин	ацетон	декан
Водород	аммиак	бензин	дизтопливо
Гидразин	бутан	винилхлорид	дихлорбензол
Метилацетилен	бутилен	гексан	керосин
Нитрометан	пропан	генераторный газ	метан
Окись пропилена	пропилен	кетон	метилбензол
Окис этилена	сероуглерод	метилпропил	метилмеркаптан
Этилнетрат	этан	сероводород	нафталин
	эфиры	этилохлорид	фенол

Таблица 2.3: Режимы взрывного превращения облаков ТВС.

Класс топлива	Класс окружающего пространства			
	1	2	3	4
1	1	1	2	3
2	1	2	3	4
3	2	3	4	5
4	3	4	5	6

Оценка последствий аварии

В соответствии с выбранным режимом взрывного превращения, а также в зависимости от массы топлива содержащегося в облаке интересующегося расстояния по графикам, определены границы полных, сильных, средних и слабых степеней разрушения сооружений, рис. 2.2.

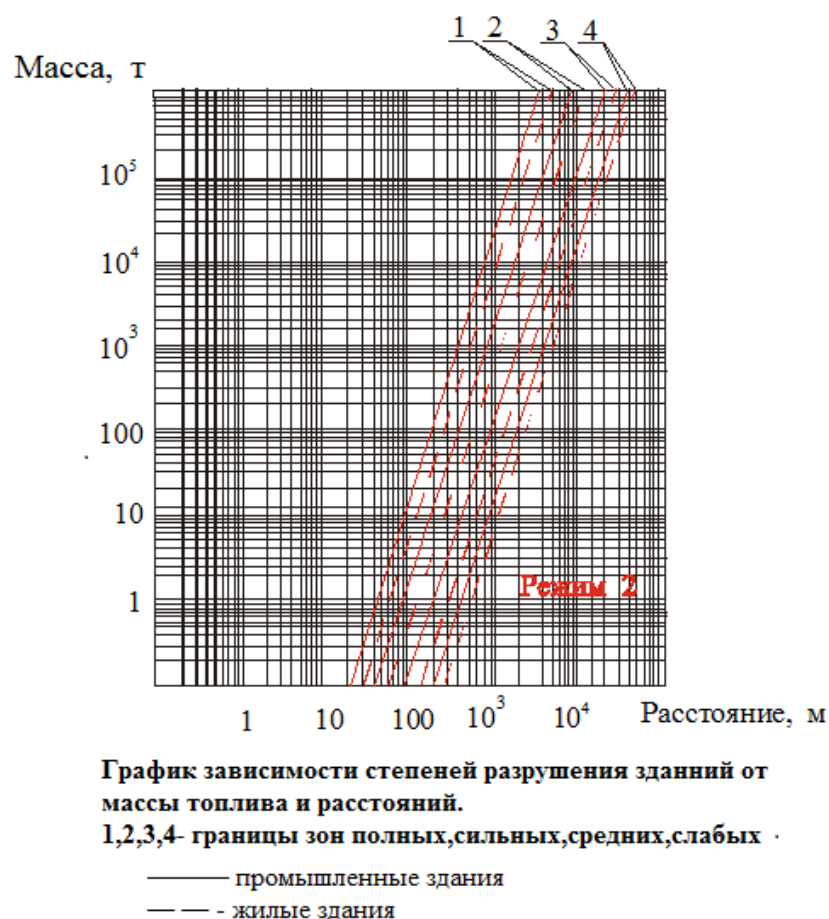


Рисунок 2.2 График зависимости степеней разрушения

Согласно графику разрушений, рис. 2.2, для нефти граница полной степени разрушения составляет 70 метров, граница сильных разрушений составляет 200 метров, граница средних разрушений составляет 250 метров, граница слабых сооружений составляет 700м.

Распределение зон разрушения предоставлено на рисунке 2.3.

Границы поражения людей при взрыве ТВС составляют: граница порога поражения равна 92 метра, граница с 1% пораженных составляет 75 метров, граница с 10% составляет 64 метра, граница с 50% пораженных составляет 57 метров, граница с 90% пораженных составляет 48 метров, граница с 99% пораженных составляет 33 метра, график на рисунке 4.4.

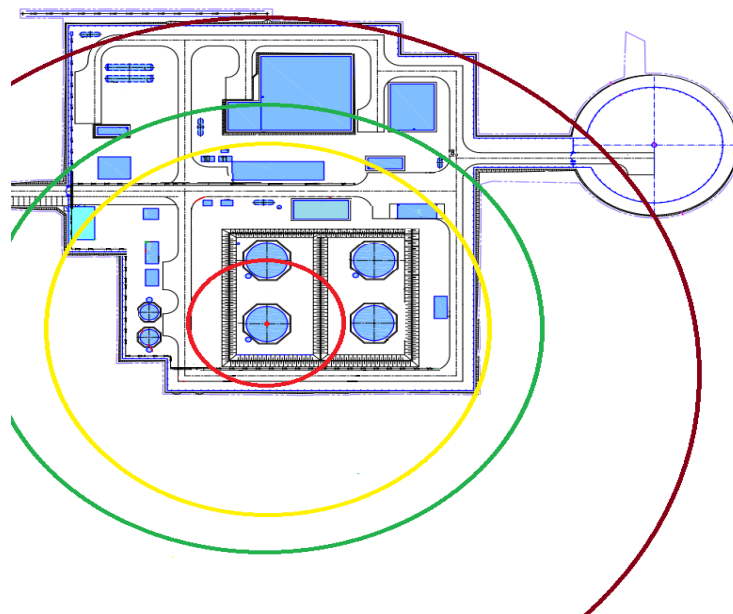


Рисунок 2.3 Распределение зон разрушения на предприятии: красный круг - зона полных разрушений; желтый круг – зона сильных разрушений; зеленый круг – зона средних повреждений; бардовый круг – зона слабых повреждений.

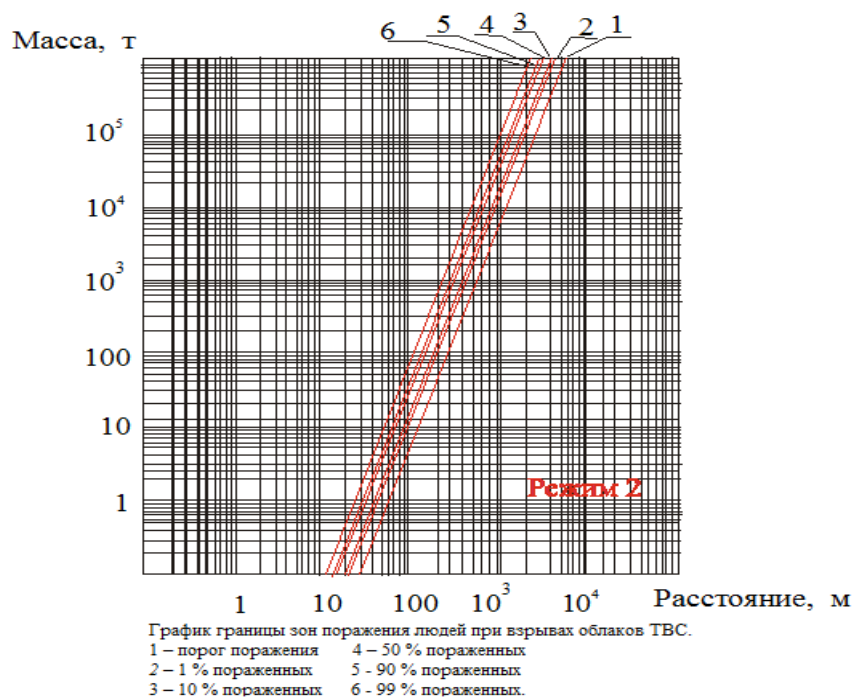


Рисунок 2.4 График границ зон поражения людей при взрыве облака ТВС

Распределение зон поражения людей предоставлено на рисунке 3.5
Расчет огневого шара

Расчет огневого шара не производился, поскольку горение в соответствии с существующей моделью исследуемого объекта маловероятно, из-за отсутствия оборудования со сжиженным газом.

Расчет осколков оборудования

Конструктивная особенность резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов хранения нефти заключается в том, что сварочный шов соединяющий крышу со стенкой резервуара выполняется ослабленным для того, чтобы во время взрыва произошел отрыв крыши от резервуара. Расстояние отлета крыши будет незначительным в связи с ее большой массой.

Следовательно, при взрыве резервуара разлета осколков не произойдет.

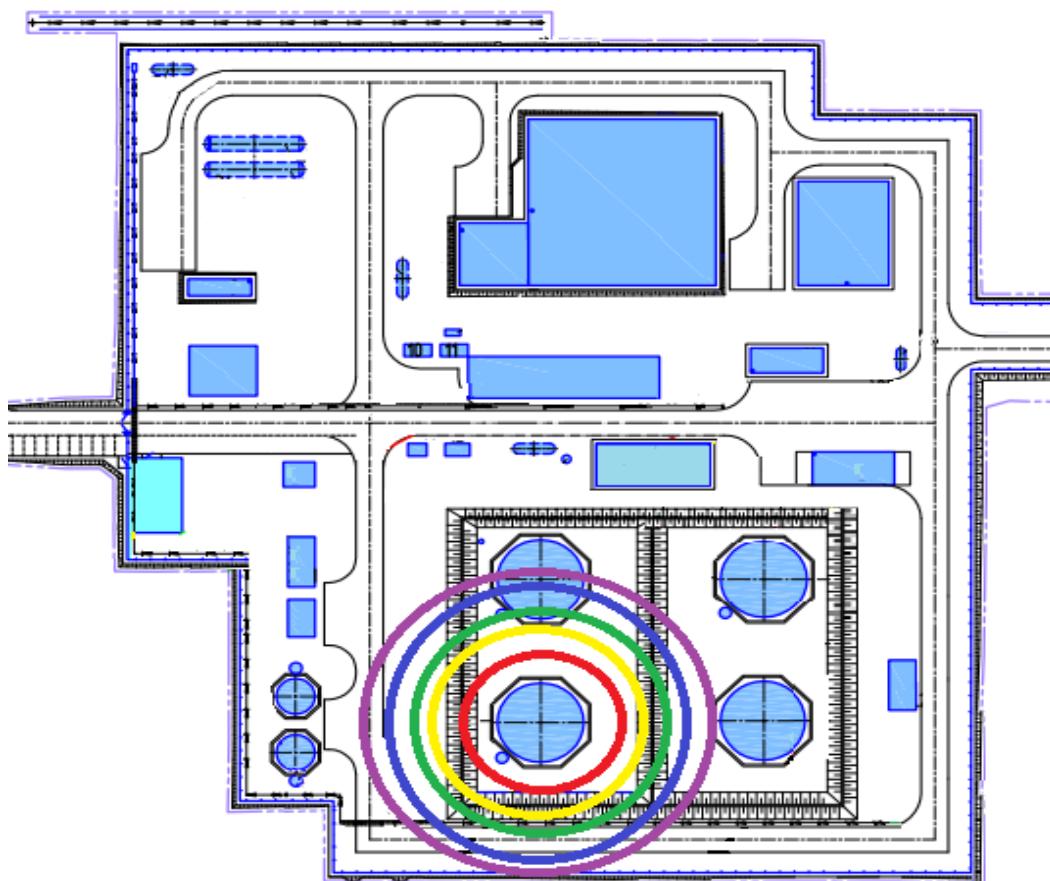


Рисунок 2.5 Зоны поражения людей: красный круг - зона с 99 % пораженных; желтый круг – зона с 90 % пораженных; зеленый круг-зона с 50 % пораженных; синий круг – зона с 10 % пораженных; фиолетовый круг – зона с 1 % пораженных.

Расчет теплового потока факельного горения при вытекании жидкости из разрушенного резервуара

При разрушении резервуара разлитие происходит в обвалование, объем вытекшей жидкости принимается равным 80 % от общего объема резервуара.

Предполагаем, что дно обвалования будет полностью закрыто слоем жидкости. Условие для закрытия является наличие слоя жидкости толщиной более 0.02 м, определяется по формуле:

$$V/S > 0.02, (2.1)$$

где V- объем вытекшей жидкости (равная 2400 м³); S - площадь обвалования (равна 1741м²).

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

$$q = 0,8 Q_0 e^{-0,03x}, (2.2)$$

где Q₀ - тепловой поток на поверхности факела, кВт/м², значения которого приведены в табл. 4.3; x - расстояние до фронта пламени, 30 м (расстояние до соседнего резервуара).

Получается

$$q = 0,8 \times 80 \times e^{-0,03 \times 30} = 26 \text{ кВт/м}^2.$$

Расстояние, на котором будет наблюдаться тепловой поток с заданной величиной q, определяется по формуле:

$$x = 33 \ln(1.25 Q_0 / q) (2.3)$$

таким образом: $x = 33 \ln(1.25 \cdot 80 / 26) = 44,37$ метров.

Таблица 2.4: Тепловой поток на поверхности факела от горящих разливов

Вещество	Тепловой поток, КВт/м ²
Ацетон	80
Бензин	130
Дизельное топливо	130
Гексан	165
Метанол	35
Метилацетат	50
Винилацетат	60
Аммиак	30
Керосин	90
Нефть	80
Мазут	60

Вывод: При реализации наихудшего из сценариев аварии, произойдет разрушение только одного резервуара. Основная энергия при взрыве высвободится вверх и будет затрачена на срывание крыши. Следовательно, образовавшейся ударной волной соседние резервуары повреждены не будут.

2.2 Разработка инструкций по охране труда

«СОГЛАСОВАНО»
 Председатель профкома
 _____/_____
 « ____ » _____ 2018г

«УТВЕРЖДАЮ»
 Директор
 _____/_____
 « ____ » _____ 2018г

ИНСТРУКЦИЯ

по охране труда при эксплуатации резервуарных
 парков

1. Общие требования безопасности

1.1. Настоящая Инструкция предусматривает основные требования по организации безопасного проведения работ в резервуарных парках на предприятиях нефтепродуктообеспечения.

1.2. При производстве работ в резервуарных парках, кроме требований, изложенных в настоящей Инструкции, должны выполняться также требования инструкций по охране труда при проведении сливо - наливных операций в резервуарном парке, зачистке резервуаров, проведении огневых и газоопасных работ, при работе на высоте и требования других инструкций по профессиям и видам работ в резервуарном парке.

1.3. Технологические трубопроводы, сети теплоснабжения, канализации, кабельные и другие коммуникации, сооружения и колодцы должны иметь на поверхности земли указатели в соответствии с технологической схемой. На стенках резервуаров с этилированным бензином должны быть нанесены надписи несмываемой краской "ЭТИЛИРОВАННЫЙ БЕНЗИН - ЯД".

1.4. Работники, обслуживающие резервуарные парки, должны знать схему расположения трубопроводов и назначение всей запорной арматуры, чтобы в процессе эксплуатации, а также при аварии или пожаре быстро и безошибочно производить необходимые переключения.

1.5. Дороги и проезды на территории резервуарного парка необходимо содержать в исправности, своевременно ремонтировать, в зимнее время очищать от снега.

1.6. Возможность закрытия отдельных проездов и участков дорог для ремонта или по другим причинам должна согласовываться с пожарной охраной предприятия. На период ремонтных и других работ на дорогах должны быть оставлены проезды шириной не менее 3,5 м или устроены мостики через траншеи.

1.7. В местах прохода работников через трубопроводы следует оборудовать переходные площадки или мостики с перилами, которые должны содержаться в чистоте и исправном состоянии.

1.8. Территория резервуарного парка и площадки внутри обвалования должны периодически очищаться от земли, пропитанной нефтепродуктами,

мусора, посторонних предметов. В летнее время трава должна быть скошена и вывезена в сыром виде.

1.9. Обвалование резервуаров должно содержаться в исправном состоянии. При каких-либо работах на территории резервуарного парка не допускается нарушение целостности обвалования. Запрещается переход через обвалование в неустановленных местах.

1.10. В темное время территория резервуарного парка должна иметь освещение, отвечающее нормам техники безопасности и пожарной безопасности.

1.11. Для местного освещения в темное время суток должны применяться переносные взрывобезопасные аккумуляторные светильники напряжением не более 12 В, включать и выключать которые следует за обвалованием или ограждением резервуарного парка.

1.12. На территории резервуарного парка запрещается курение и применение открытого огня (спичек, факелов, керосиновых фонарей и т.п.).

1.13. По территории резервуарного парка запрещается проезд автотранспорта, тракторов, спецтехники без искрогасителей.

1.14. Резервуарный парк должен быть оборудован аварийной пожарной сигнализацией, телефонной (радиотелефонной) связью с руководителем нефтебазы, ближайшей пожарной частью.

1.15. Не допускается пребывание на территории резервуарных парков лиц, не имеющих непосредственного отношения к обслуживанию резервуаров, оборудования и к их ремонту.

2. Требования безопасности перед началом работы

2.1. Перед вступлением на дежурство старший по смене должен произвести внешний осмотр резервуаров, их оборудования и заземляющих устройств. О замеченных недостатках (появление течи в арматуре, швах корпуса или из-под днища резервуара, переливе и т.п.) необходимо немедленно сообщить непосредственному руководителю с принятием соответствующих мер по устранению неисправностей и обязательной

записью в журнале осмотра основного оборудования и арматуры резервуаров.

2.2. Проверить состояние рабочего места, исправность инструмента, приспособлений, механизмов, наличия средств индивидуальной защиты, средств пожаротушения.

Запрещается пользоваться неисправными инструментами, приспособлениями, механизмами, средствами индивидуальной защиты.

2.3. Перед проведением ремонтных работ следует убедиться в том, что освобожденный от нефтепродукта резервуар отсоединен от всех трубопроводов с установкой диэлектрических прокладок и заглушек, задвижки закрыты, вывешен плакат "Не открывать - работают люди!". На соседних резервуарах, расположенных в одном обваловании на расстоянии не более 40 м, должны быть прекращены технологические операции по закачке и откачке нефтепродуктов.

2.4. Проведение в резервуарном парке огневых или газоопасных работ допускается только после оформления в установленном порядке наряда - допуска на проведение работ повышенной опасности.

3. Требования безопасности во время работы

3.1. Для предотвращения утечек нефтепродуктов из резервуаров необходимо поддерживать полную техническую исправность и герметичность резервуаров и всего резервуарного оборудования. Запрещается эксплуатация резервуаров, имеющих неравномерную осадку и трещины, а также неисправное оборудование, контрольно - измерительные приборы и стационарные противопожарные устройства.

3.2. Работоспособность дыхательных и предохранительных клапанов следует проверять по графику, утвержденному главным инженером предприятия, но не реже одного раза в месяц, а при температуре воздуха ниже 0 град. С - не реже одного раза в декаду.

3.3. За осадкой каждого резервуара должно быть установлено систематическое наблюдение (в первые четыре года эксплуатации - ежегодно, в последующие годы - не реже одного раза в пять лет).

3.4. При осмотре сварных резервуаров особое внимание следует уделять сварным вертикальным швам нижних поясов корпуса, швам приварки нижнего пояса к днищу (швам уторного уголка), швам окрайков днища и прилегающим участкам основного металла. Результаты осмотров швов должны быть зарегистрированы в журнале осмотра основного оборудования и арматуры резервуаров.

3.5. При эксплуатации резервуаров с понтонами должен также осматриваться и понтон. В верхнем положении понтон осматривается через световой люк, в нижнем положении - через люк - лаз во втором поясе резервуара.

3.6. Передвижение по понтону из пенополиуретана для его осмотра или ремонта допускается только по трапам шириной не менее 650 мм и длиной не менее 2 м, изготовленных из досок толщиной не менее 50 мм без металлических креплений.

Запрещается перемещение по понтону, когда он находится в плавучем состоянии.

3.7. Резервуары, находящиеся в эксплуатации, подлежат периодическому обследованию и дефектоскопии для определения их действительно технического состояния.

3.8. При выполнении работ на крыше резервуара передвижение работников должно осуществляться по лестничным площадкам. Хождение непосредственно по кровле резервуара запрещено.

3.9. На резервуарах, заполненных продуктом, не допускаются какие-либо работы с применением молотков, кувалд и тому подобных инструментов.

3.10. Очистку от снега резервуарных лестниц и крыш допускается производить только деревянными лопатами.

3.11. Для транспортирования тяжелого оборудования или материалов к резервуарам при ремонтных работах необходимо устраивать переезды через обвалование с подсыпкой грунта.

Устройство подъездов через обвалование резервуарных парков должно быть согласовано с пожарной охраной предприятия.

3.12. Ямы и траншеи, вырытые при ремонтных работах, в ночное время и при длительных перерывах в работе (выходные и праздничные дни) должны снабжаться ограждением, а после окончания работ должны быть засыпаны и спланированы.

3.13. При эксплуатации резервуарных парков запрещается загромождать подходы к противопожарным средствам и проезды для пожарной техники.

4. Требования безопасности в аварийных ситуациях

4.1. При эксплуатации резервуарных парков возможны следующие основные аварийные ситуации: перелив нефтепродукта из резервуара; вакуумное смятие корпуса резервуара при откачке нефтепродукта; появление трещин в швах или металле корпуса резервуара; возгорание и взрывы.

4.2. В случае перелива нефтепродукта старший по смене обязан немедленно остановить заполнение резервуара, вызвать пожарную охрану, сообщить руководству предприятия. Соблюдая меры безопасности, приступить к ликвидации аварии согласно плану.

4.3. В случае вакуумного смятия корпуса резервуара старший по смене обязан немедленно остановить откачку нефтепродукта из этого резервуара, сообщить о случившемся руководству предприятия и действовать согласно плану ликвидации аварий.

4.4. При обнаружении трещин в швах или в основном металле окрайка днища следует принять меры к освобождению резервуара от нефтепродукта.

4.5. При появлении трещин в швах или в основном металле стенки действующий резервуар должен быть освобожден от нефтепродукта

полностью или частично в зависимости от способа его предстоящего ремонта.

4.6. В случае возгорания и взрывов на территории резервуарного парка старший по смене обязан немедленно остановить все виды перекачки, вызвать пожарную охрану, при необходимости "скорую помощь", сообщить руководству предприятия, действовать согласно плану ликвидации аварий.

5. Требования безопасности по окончании работы

5.1. После окончания работ в резервуарном парке работники, выполнявшие эти работы, должны убрать за собой инструменты и приспособления, рабочее место.

Запрещается бросать с резервуара на землю лот, рулетку, инструменты и другие предметы.

5.2. При проведении работ с токсичными веществами необходимо выполнить требования личной гигиены (принять душ, переодеться).

2.3 Комплекс технических и технологических мероприятий, обеспечивающих снижение уровня опасности на основном технологическом оборудовании

На предприятиях технические и технологические мероприятия, обеспечивающие снижение уровня опасности на объекте, включают в себя следующий комплекс решений:

дистанционный контроль и управление всеми технологическими процессами предусмотрены из операторной с помощью средств автоматизации, обеспечивающих индикацию, регистрацию, аварийную сигнализацию (в 24-часовом дежурном режиме);

технологическая система подготовки продукции герметичная, что обеспечивает минимальные выделения вредных и опасных веществ в окружающую среду при нормальных условиях эксплуатации;

установленная запорная арматура при необходимости обеспечивает надежное отключение каждого агрегата или технологического аппарата от технологического процесса;

технологическое оборудование принято блочное, в полной заводской готовности как наиболее надежное при монтаже и эксплуатации;

осуществляется сбор производственно-ливневых стоков, площадки канализованы, что исключает сброс вредных веществ в окружающую среду;

опорожнение дренажных емкостей и конденсатосборника осуществляется насосной откачкой автоматически по уровню стоков;

дренажные емкости оборудованы дыхательными стояками, на которых устанавливаются огнепреградители;

оборудование принято с внутренним заводским антикоррозионным покрытием в соответствии с показателями скорости коррозии транспортируемой среды;

предусмотрено устройство бордюров по периметру технологических площадок для локализации разлива нефти, высота бордюра рассчитана на локализацию возможного аварийного разлива нефти из самого большого по объему аппарата, расположенного на площадке;

приборы и средства автоматизации, устанавливаемые на открытых площадках, имеют эксплуатационные характеристики, позволяющие эксплуатировать их при расчетных температурах окружающего воздуха без дополнительного обогрева токоведущих частей оборудования;

переводящих отдельные блоки или всю установку в безопасное состояние;

на площадках с взрывоопасной средой установлена осветительная аппаратура во взрывозащищенном исполнении;

сигнальная аппаратура, устанавливаемая во взрывоопасных зонах открытых установок, имеет взрывозащищенное исполнение, соответствующее категориям и группам взрывоопасных смесей.

молниезащита зданий и сооружений соответствует требованиям СО 153-34.21.122-2012.

2.4.1 Комплекс организационных мероприятий, обеспечивающих снижение уровня опасности

В качестве организационных мероприятий, обеспечивающих снижение уровня опасности на эксплуатируемом объекте, предусмотрена работа с персоналом:

обучение работников, поступающих на работу с вредными и (или) опасными условиями труда, безопасным методам и приемам выполнения работ со стажировкой на рабочем месте и сдачей экзаменов, проведение их периодического обучения по охране труда и проверки знаний требований охраны труда в период работы;

лица, не прошедшие инструктаж или не имеющие необходимых знаний, к работе не допускаются;

проведение проверок состояния условий труда и производственной безопасности;

составление и выполнение планов мероприятий по предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний;

совершенствование мероприятий по профессиональной и противоаварийной подготовке производственного персонала, обучение способам защиты и действиям в аварийных ситуациях;

При направлении рабочих на огневые, газоопасные, восстановительные и ремонтные работы, в обязательном порядке оформляется наряд-допуск, определяются меры безопасности при проведении огневых работ, порядок контроля воздушной среды и использования средств защиты. Все

исполнители проходят инструктаж по соблюдению мер безопасности при выполнении огневых работ на объекте.

Для выполнения специализированных и сложных ремонтных работ, ликвидации аварийных ситуаций, пожаров, природоохранных работ, работ по очистке загрязнений привлекаются специалисты и рабочие других цехов и подразделений предприятий.

При привлечении подрядных организаций для выполнения разовых работ соблюдаются следующие условия: обеспечение выполнения требований промышленной безопасности, охраны труда, здоровья и окружающей среды в организациях. Работы сторонних организаций производятся только по наряду-допуску.

2.4.2 Санитарно-гигиенические условия труда работающих

В целях оптимизации напряженности трудовой деятельности используется сменный метод работы, рационально чередующий работу с перерывами на отдых, с учетом специфики организации непрерывного производства и вахтового режима работы на месторождении.

Режим работы персонала следующий:

количество рабочих дней в году — 365;

количество вахт – 2;

количество рабочих дней в вахту – 14;

количество смен в сутки — 2;

продолжительность смены — 12 час.

Длительность и частота труда и отдыха внутри смены устанавливается в зависимости от характера труда и степени утомляемости рабочих, с учетом специфики организации непрерывного производства.

В качестве мероприятий по организации допустимых санитарно-гигиенических условий труда, со стороны технических служб АО «Средне-Волжский Транснефтепродукт» обязательным является:

проведение проверок состояния условий труда и производственной безопасности;

составление и выполнение планов мероприятий по предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний;

обеспечение персонала специальной одеждой, обувью и другими средствами индивидуальной защиты.

2.4.3 Перечень мероприятий по обеспечению безопасности добровольной пожарной дружины при ликвидации пожара

Перед началом тушения пожара руководитель пожарной дружины обязан:

- выбрать и указать личному составу наиболее безопасные и кратчайшие пути переноса оборудования и инвентаря;
- установить оборудование и расположить личный состав на безопасном расстоянии с учетом возможного вскипания, выброса, разлива горячей жидкости и положения зоны задымления, а также, чтобы они не препятствовали расстановке прибывающих сил и средств;
- избегать установки оборудования с подветренной стороны;
- установить единые сигналы для быстрого оповещения людей об опасности и известить, о них весь личный состав, работающий на пожаре;
- определить пути отхода в безопасное место.

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

Подача огнетушащих веществ разрешается только по приказанию руководителя пожарной дружины. Подавать воду в рукавные линии следует постепенно, повышая давление, чтобы избежать падения ствольщиков и разрыва рукавов.

Личный состав добровольной пожарной дружины на пожаре обязан постоянно следить за состоянием электрических проводов на позициях ствольщиков, при разборке конструкций здания и прокладке рукавных линий и своевременно докладывать о них руководителю добровольной пожарной дружины и другим должностным лицам, а также немедленно предупреждать участников тушения пожара, работающих в опасной зоне. Пока не будет установлено, что обнаруженные провода обесточены, следует считать их под напряжением и принимать соответствующие меры безопасности.

Средства индивидуальной защиты добровольной пожарной дружины должны защищать личный состав подразделений пожарной охраны от воздействия опасных факторов пожара, неблагоприятных климатических воздействий и травм при тушении пожара и проведении аварийно-спасательных работ и обеспечивать безопасные условия работы:

- для надежной защиты органов дыхания, зрения и кожи лица от вредного воздействия ядовитых паров и газа необходимо применять шланговые противогазы или воздушные дыхательные аппараты;
- защитные средства необходимо выбирать в зависимости от состава и концентрации вредных газов, направления и силы ветра и т. п.;
- для защиты органов слуха от сильных шумов необходимо применять противошумные наушники или антифоны;
- личный состав подразделений пожарной охраны должен быть обеспечен специальной защитной одеждой, средствами защиты рук и ног, средствами защиты головы (каска, шлемы, подшлемники), обеспечивающими защиту человека от термических, механических и химических воздействий;

2.5 Оценка экологического ущерба при разрушении резервуара

Основными компонентами загрязнения воздушной среды выбросами резервуарных парков являются углеводороды, оксид углерода, оксиды серы, азота, взвешенные вещества.

Наибольшее загрязнение почвы, водного и воздушного бассейнов происходит при разливе нефти и нефтепродуктов в случае разрушения технологического оборудования.

Экологический ущерб

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

$$P_{\text{экол}} = P_{\text{а}} + P_{\text{в}} + P_{\text{п}}, \quad (3.4)$$

где $P_{\text{а}}$ – ущерб от загрязнения атмосферы, руб.;

$P_{\text{в}}$ – ущерб от загрязнения водных ресурсов, руб.;

$P_{\text{п}}$ – ущерб от загрязнения почвы, руб.;

Экологический ущерб составит:

$$P_{\text{экол}} = 648101 + 145911 + 1014400 = 1,800 \text{ тыс. руб.}$$

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

$$P_{\text{а}} = 5 \sum (H_{\text{баи}} M_{\text{ии}}) K_{\text{и}} K_{\text{эа}}, \quad (3.5)$$

где $N_{баі}$ - базовый норматив платы за выброс в атмосферу продуктов горения нефти и нефтепродуктов: CO, NO_x, SO_x, H₂S, сажи (C), HCN, дыма (ультрадисперсные частицы SiO₂), формальдегида и органических кислот в пределах установленных лимитов. $N_{баі}$, принимается равным 25; 2075; 1650; 10 325; 1650; 8250; 27 500; 1375 руб./т;

M_{ii} - масса i -го загрязняющего вещества, выброшенного в атмосферу при аварии (пожаре), т. Принимаем равному 166 т.;

K_i - коэффициент индексации платы за загрязнение окружающей природной среды. K_i принимался равным 94;

$K_{эа}$ - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферного воздуха экономических районов Российской Федерации, $K_{эа} = 1,1 \times 1,2 = 1,32$.

Ущерб от выброса загрязняющих веществ по формуле 3.6:

$$P_{CO} = 5 \cdot (25 \cdot 223,9) \cdot 94 \cdot 1,32 = 3473 \text{ руб.}$$

$$P_{NO_x} = 5 \cdot (2075 \cdot 18,4) \cdot 94 \cdot 1,32 = 23686 \text{ руб.}$$

$$P_{SO_2} = 5 \cdot (1650 \cdot 74) \cdot 94 \cdot 1,32 = 75750 \text{ руб.}$$

$$P_{H_2S} = 5 \cdot (10325 \cdot 2,7) \cdot 94 \cdot 1,32 = 17295 \text{ руб.}$$

$$P_C = 5 \cdot (1650 \cdot 453,2) \cdot 94 \cdot 1,32 = 463922 \text{ руб.}$$

$$P_{HCN} = 5 \cdot (8250 \cdot 2,7) \cdot 94 \cdot 1,32 = 13819 \text{ руб.}$$

$$P_{HCHO} = 5 \cdot (27500 \cdot 2,7) \cdot 94 \cdot 1,32 = 46064 \text{ руб.}$$

$$P_{CH_3-COOH} = 5 \cdot (1375 \cdot 0,0048) \cdot 94 \cdot 1,32 = 4095 \text{ руб.}$$

Окончательно получаем:

$$P_{атм.} = 3473 + 23686 + 75750 + 17295 + 463922 + 13819 + 46064 + 4095 = 648101 \text{ руб.}$$

Полученные данные сведены в таблицу 3.4

Ущерб от загрязнения водного объекта $P_{в}$ рассчитывается как плата за сверхлимитный сброс путем умножения массы $M_{вод}$ загрязняющих веществ,

поступивших в водный объект, на базовые нормативы платы НБВ=221750 руб. за сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты в пределах установленных лимитов с применением коэффициентов индексации $K_{и}=94$, экологической ситуации $K_{ЭВ}=1,40$ и повышающего коэффициента:

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

Таблица 3.4 Оценка взысканий за вред, причиненный загрязнением атмосферного воздуха при взрывах на резервуарах с нефтепродуктами

Тип оборудова- ния	Масса нефтепродукт ов, участвующих в аварии, т		Выбросы загрязняющих веществ, т/взыскание за сверхлимитный выброс, руб.								Суммар- ный размер взыскан ий при взрыве, руб.
	Пол- ная	Сгоре вших	при пожаре пролива								
			CO	NOx	S02	H2 S	Са- жа (C)	HC N	HC HO	CH3 - CO OH	
PBC - 3000	2177	1080	223,9	18,4	74	2,7	453, 2	2,7	2,7	0,00	64810

Ущерб от загрязнения водного объекта составит:

$$Пв=5*94*1,40*221750*10^{-3}=145911 \text{ руб.}$$

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 $П_{з}$ производится по формуле:

$$Пз = Нбз * Sз * Kвз * Kэз * Kз * Kг * Ки * 10^{-4}, (4.8)$$

где Нбз = 206 млн. руб./га - норматив стоимости земель по республике Коми;

Kвз=10 - коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных земель;

Sз=4225 м² - площадь загрязненных земель,;

Kэз=0,062 - коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории рассматриваемого экономического района,;

Kз=2 - коэффициент пересчета в зависимости от степени загрязнения земель;

Kг=1 - коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель.

Ущерб от загрязнения почвы будет равен:

$$Пз = 206 * 3590 * 10 * 0,062 * 2,0 * 1,0 * 94 * 10^{-4} = 1014400 \text{ руб.}$$

Расчет экономического ущерба произведен для полного разрушения вертикального стального резервуара типа РВС-3000 и выходом хранимой нефти на территорию обвалования.

Таким образом, продолжительное время, практически до полного выгорания нефти, происходит неконтролируемое горение и, следовательно, загрязнение окружающей природной среды продуктами сгорания.

2.6 Рекомендации по уменьшению экологического и экономического ущерба

Оснастка резервуара дополнительной защитой «Стакан в стакане».

В настоящее время наиболее перспективным методом для усиления пожарной безопасности старых резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов является защита типа «Стакан в стакане». Она

предназначена для уменьшения экологического загрязнения и вероятности возникновения пожара при полном разрушении резервуара. При этом следует оборудовать резервуары кольцевой защитной стенкой типа «Стакан в стакане».

Наличие кольцевой защитной стенки вокруг основного вертикального цилиндрического резервуара позволяет избежать утечек нефтепродукта при разгерметизации такого резервуара. Аварийно вытекший нефтепродукт окажется не на территории склада (в обваловании), а в кольцевом зазоре, что значительно снизит площадь его испарения и позволит избежать значительных экологических и материальных затрат - нефтепродукт не окажется загрязненным и может быть перекачан в другую емкость.

Для резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов РВС- 3000, имеющие диаметр 19 метров и высоту 12 метров, должны быть построены такие кольцевую стенки, чтобы их высота составляла не менее 80% от высоты резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов (то есть 9,6 метров), а кольцевой зазор должен быть не менее 1,8 м. Наружный диаметр резервуара станет 22,6 метра. При полной закачке нефтепродукта 3000 тыс. м³ наибольший его уровень в резервуаре будет составлять 11,3 метра. В случае разгерметизации резервуара (без возгорания) и вытекании нефтепродукта в кольцевой зазор, уровень жидкости снизится до 10,4 метров.

Создание добровольной пожарной дружины.

В связи с тем, что дислокация ПЧ-96 с которой заключен договор на тушение и проведение первичных аварийно-спасательных работ, расположена в 90 км от месторождения на другом берегу реки. Даже при максимальной скорости движения пожарной техники, время прибытия будет составлять более 2-х часов, что способствует сильному развитию пожара на объекте.

Необходимо создать добровольную пожарную дружину из работников предприятия, которые будут производить локализацию и тушение пожара до приезда основных сил пожарной части.

Формирование объектовой добровольной пожарной дружины следует произвести из работников предприятия. В добровольную пожарную дружину могут попасть только физические лица, достигшие возраста восемнадцати лет и способные по состоянию здоровья исполнять обязанности, связанные с участием в профилактике и (или) тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ [14].

В силу того, что работа на предприятии производится вахтовым методом, необходимо сформировать пожарную дружину в каждой вахте. Во время работы одной вахты на предприятии находится 18 человек, для добровольной пожарной дружины необходимо задействовать больше половины количества.

Во время аварии или пожара добровольная пожарная дружина будет проводить мероприятия по локализации и тушению, остальная часть персонала будет проводить мероприятия по безопасной остановке предприятия.

В структуре добровольной дружины надо выбрать руководителя, который во время тушения пожара возьмет на себя обязанности руководителя тушения пожара.

Основные задачи дружины:

- профилактика пожаров;
- спасение людей и имущества при пожарах, проведение аварийно-спасательных работ, оказание первой помощи пострадавшим;
- участие в тушении пожаров и проведение аварийно-спасательных работ.

Для участников добровольной пожарной дружины необходимо произвести обучение по программе первоначальной профессиональной подготовки добровольных пожарных.

Работников добровольной пожарной дружины, которые будут принимать участие в тушении пожаров необходимо снабдить средствами

индивидуальной защиты пожарных и снаряжением пожарных, необходимым для тушения пожаров.

К средствам индивидуальной защиты относятся: Специальная защитная одежда, средства защиты рук и ног; средства защиты головы (каска, шлемы, подшлемники); средства защиты органов дыхания, зрения и кожи лица, которые будут обеспечивать защиту человека от термических, механических и химических воздействий;

Боевая одежда пожарного первого уровня, которая способна защитить тело человека от высоких температур, тепловых потоков большой интенсивности, открытого огня.

Шланговые противогазы, которые будут применяться для надежной защиты органов дыхания, зрения и кожи лица от вредного воздействия ядовитых паров и газа.

Оснащение предприятия дополнительными мобильными установками Пурга и NATISK.

Установкой ПУРГА предназначена для получения воздушно-механической пены средней кратности с повышенной дальностью подачи. Используется для тушения пожаров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, твердых горючих материалов, а также для создания светотеплозащитных экранов.

Данная установка позволяет эффективно тушить пожары, при этом потребляет намного меньше пенообразователя.

Для добровольной пожарной дружины больше всего подходит мобильная установка комбинированного тушения пожаров «Пурга-20.40.60» на прицепе. Мобильность позволяет тушить любой из резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов.

Отличие от аналогичных установок:

- Повышенная скорость тушения пожаров ЛВЖ и ГЖ;
- увеличенная дальность подачи пены (40-50 метров);
- повышенная скорость растекания пены по поверхности;

- повышенная мобильность процесса доставки пены в зону горения.

Мобильная установка NATISK-300M BL на объектах газонефтехимической отрасли применяется для тушения пожаров, однако на предприятии ее можно использовать и для охлаждения соседних резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов в случае повреждения основной системы охлаждения.

Данная система многократно увеличивает эффективность тушения за счет использования компрессионной пены. NATISK-300M BL не может потушить развившийся пожар, но может предотвратить его развитие. Что входит в задачи добровольной пожарной охраны: сдерживать пожар до приезда пожарных.

Преимущества применения установки NATISK-300M BL:

- Локализация крупного пожара до приезда пожарных формирований, возможность самостоятельно ликвидировать пожар.

- Защита соседних сооружений от распространения пламени.

- Относительно недорогой расходный материал.

- Простота в управлении.

Возможности данной системы:

- Способна тушить до 500 кв.м.

- Мобильность применения (возможность перемещать установку к любому из резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов).

- Нет необходимости в специальных разрешений на эксплуатацию, может использоваться добровольной пожарной дружиной.

- Дальность подачи огнетушащего вещества – до 30 метров, что обеспечивает безопасность сотрудника, проводящего тушение.

Для тушения используется компрессионная пена - огнетушащее вещество, получаемое в установке, путем принудительного вспенивания сжатым воздухом раствора, состоящего из воды и небольшого количества пенообразователя. На вид пена представляет собой плотную однородную

структуру белого цвета, состоящую из мелких пузырьков одинакового размера.

Подача сжатого воздуха осуществляется воздушным компрессором или из заранее заправленных баллонов.

Готовая пена подается по напорным рукавам диаметром 38 мм или 50 мм под давлением 7-10 атмосфер.

Физические параметры пены, и, соответственно, тушащие свойства пены – изменяются посредством изменения соотношения ингредиентов.

Может вырабатываться – сырая (тяжелая) пена с соотношением от 1:5 (вода: воздух) и сухая (легкая) пена с соотношением до 1:20. Данная способность дает возможность выбора предназначения установки, тяжелая пена будет использоваться для тушения, легкая для охлаждения, так как обладает способностью прилипать.

Главные преимущества компрессионной пены установки NATISK:

- Быстрый сбив пламени и снижение температуры. Сокращение времени тушения пожара в 5-7 раз.
- Снижение расхода воды в 5-15 раз за счет сокращения времени работы ствола.
- Толщина пенного покрытия – 1-2 сантиметра.
- Пена способна прилипать к поверхностям:
 - вертикальные – до 2 часов,
 - горизонтальные – до 5 часов.

Быстрое охлаждение обусловлено многократной интенсификацией процессов теплообмена между горячей поверхностью и водой, содержащейся в стенках воздушного пузыря, за счет значительного увеличения площади полезного контакта.

Преимущество данной установки заключается еще и в отсутствие необходимости дополнительно обучать персонал для работы на ней.

2.7 Физическая культура на производстве.

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда.

Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Расчет экономического ущерба разрушения РВС 3000

Ущерб от пожара на резервуаре, можно рассматривать из следующих составляющих:

- потери стоимостной части национального богатства (прямой ущерб);
- потери в результате отвлечения ресурсов на компенсацию последствий пожара (потеря эффективности отвлеченных ресурсов на восстановление объекта);
- потери от простоя объекта;
- экологические потери (потери от загрязнения окружающей среды).

Под потерями стоимости части национального богатства понимается их уничтожение или повреждение в результате воздействия опасных факторов пожара, а также в результате действий, направленных на спасение людей и материальных ценностей. Здесь необходимо отдельно рассматривать потери от уничтожения и повреждения основных фондов (резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов, оборудования) и потери от уничтожения оборотных средств (нефти).

Расчет прямых потерь от разрушения РВС 3000

При уничтожении основных фондов (резервуара) потери (ПОФ) определяются следующим образом:

$$П_{ОФ} = C_{П} \cdot \left(1 - \frac{H_A \cdot T}{100}\right) - C_{ост}, \quad (3.1)$$

где $C_{П}$ – первоначальная стоимость резервуара, $C_{П} = 44$ млн.руб.;

H_A – норма амортизационных отчислений на полное восстановление (реновацию), $H_A = 2,8\%/год$;

T – период времени от начала эксплуатации до возникновения пожара, год (пусть $T = 20$ лет);

Сост – остаточная стоимость резервуара после его уничтожения, определяемая как стоимость остатков (металлолома), Сост = 6,08 млн. руб.

По состоянию на 2014 год стоимость резервуара РВС-3000 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 44 млн. руб. Норма амортизационных отчислений для металлических резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов составляет 2,8-5 %/год.

Остаточная стоимость разрушенного резервуара (по техническому регламенту предприятия) составляет 6,08 млн. руб.

Величина ущерба при уничтожении основных фондов составит:

$$P_{of} = 44 \cdot \left(1 - \frac{2,8 \cdot 20}{100}\right) - 6,08 = 13,300 \text{ тыс. руб. (3.2)}$$

Определение ущерба по оборотным средствам (нефти)

При аварийном разрушении РВС-3000 м³ уничтожается все содержимое резервуара (в данном случае - нефть).

При максимальном заполнении резервуара (на 80 %), ущерб определяется по выражению:

$$P_{oc} = 3000 \cdot \frac{80}{100} \cdot \rho \cdot Ц, \quad (3.3)$$

где ρ – плотность нефти, равная 0,848 т/м³; $Ц$ – цена нефтепродукта, ориентировочно $Ц = 10041$ тыс. руб./т.

Расчетное значение ущерба составит:

$$\text{Пос} = 3000 * 0,8 * 0,848 * 10041 = 20,400 \text{ тыс. руб.}$$

Общий ущерб от разрушения одного резервуара объемом 3000 м3, с учетом ущерба нанесенного природной среде составит по формуле:

$$\text{Поб} = \text{Поф} + \text{Пос} + \text{Пэкол} \quad (3.4)$$

Что составит:

$$\text{Поб} = 13,3 + 20,4 + 1,8 = 35,500 \text{ тыс. руб.}$$

Средняя площадь разлива для рассматриваемого случая равна 1741 м2. Это означает, что при наступлении такого случая на территории УПСВ в огне окажется соседний РВС-3000 м3.

Следовательно, при средней степени износа резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов и доле их заполнения нефтью на 80% имеем следующие ожидаемые значения ущерба от разрушения резервуара.

Прямые потери, Ппр, в результате уничтожения, при аварии основных производственных фондов (здание, оборудование) составят:

$$\text{Пофу} = 13,3 + 20,4 = 33,700 \text{ тыс. руб.}$$

Потери предприятия в результате повреждения при аварии основных производственных фондов, По.ф.п будут состоять из:

- стоимости ремонта и восстановления оборудования – 44,000 тыс. руб.;
- повреждение других сооружений, попавших в зону пожара (ориентировочно)- 5,000 тыс. руб.

Потери предприятия составят:

$$\text{Пофп} = 44 + 5 = 49,000 \text{ тыс. руб.}$$

Общие потери продукции:

$$\text{Пп.п} = 35,5 + 49 = 84,500 \text{ тыс. руб.}$$

Затраты на локализацию (ликвидацию) и расследование аварии

Стоимость ликвидации и расследования аварии определяется из выражения:

$$\text{Пл.а} = \text{Пл} + \text{Пр} . \quad (3.5)$$

Расходы, связанные с ликвидацией и локализацией аварии, Пл, состоят:

- Плок - непредусмотренные выплаты заработной платы (премии) персоналу при ликвидации и локализации аварии - 120 тыс. руб.;
- Пми - стоимость материалов, израсходованных при локализации (ликвидации) аварии - 300 тыс. руб.

Потери при локализации и ликвидации аварии:

$$\text{Пл} = \text{Плок} + \text{Пми} , \quad (3.6)$$

$$\text{или } \text{Пл} = 120\,000 + 300\,000 = 420 \text{ тыс. руб.}$$

Расходы на мероприятия, связанные с расследованием аварии, приблизительно $\text{Пр} = 100 \text{ тыс. руб.}$

Расходы на локализацию (ликвидацию) и расследование причин аварии составят:

$$\text{Пл.а} = 420\,000 + 100\,000 = 520 \text{ тыс. руб.}$$

Косвенный ущерб

Известно, что на предприятии средняя заработная плата производственных рабочих $V_{з.п}$, составляет 37 тыс. руб./мес. (1681 руб./день);

$N_c = 36$ чел. - число сотрудников, не использованных на работе в результате простоя; часть условно-постоянных расходов, $V_{з.п1}$, составляет 1681 тыс. руб./день.

Величину $P_{з.п}$, обозначающую сумму израсходованной зарплаты и части условно-постоянных расходов, рассчитываемую при $T_{пр} = 10$ дней, определяем по формуле:

$$P_{з.п} = (N_c \times V_{з.п1}) \times T_{пр} \quad (3.7)$$

Получаем:

$$P_{з.п} = (36 \times 1681) \times 10 = 605160 \text{ руб.}$$

На предприятии средней себестоимостью единицы недопроизведенного продукта $R_{нп}$ на дату аварии принимаем равной 10041 руб. Время, необходимое для ликвидации повреждений и разрушений, восстановления объемов принятой продукции на доаварийном уровне составит минимум 10 дней. Среднесуточный прием нефти $S_{пн}$ -12554 т/сут.

Таким образом, недополученная в результате аварии прибыль $P_{пп}$ может быть рассчитана по формуле:

$$P_{пп} = T_{пр} \times S_{пн} \times R_{нп} \quad (3.8)$$

Что составит:

$$P_{пп} = 10 \times 12554 \times 10041 = 1,200 \text{ тыс. руб.}$$

Косвенный ущерб определяется по формуле:

$$Пн.в = Пз.п + Ппп \quad (3.9)$$

$$Пн.в = 605160 + 1200000 = 1,800 \text{ тыс. руб.}$$

В результате проведенного расчета суммарный ущерб от аварии по формуле составляет:

$$Па = Пп.п + Пл.а + Пн.в + Пэкол \quad (3.10)$$

$$Пв = 84,5 + 520000 + 1,8 + 1,8 = 88,820 \text{ тыс. руб.}$$

3.2 Сравнительный анализ возможного причиненного ущерба и затрат на дополнительные меры по снижению материальных потерь

Ущерб, нанесенный пожаром и взрывом

В случае разрушения РВС 3000 полный ущерб будет состоять из прямого ущерба, расходов на ликвидацию (локализацию) аварии, косвенного ущерба, экологического ущерба, а также стоимость нового резервуара РВС-3000, таблица 3.2. Общие расходы составят около 133 миллионов рублей.

Таблица 3.2. Ущерб, нанесенный пожаром и взрывом

№	Виды затрат	Величина ущерба, млн. руб
1	Прямой ущерб	85
2	Расходы на ликвидацию (локализацию) аварий	0.52
3	Косвенный ущерб	1.8
4	Экологический ущерб	1.8
5	Стоимость нового резервуара РВС-3000	44
6	Итого:	133

Технико-экономический расчет по предлагаемым рекомендациям

Оснастка резервуара дополнительной защитой «Стакан в стакане».

Наибольшая вероятность разрушения приходится на резервуары РВС-1 и РВС-2, поэтому вокруг них необходимо установить кольцевую защиту.

Стоимость кольцевой защитной стенкой типа «Стакан в стакане» с учетом монтажа составляет приблизительно 33000 тыс. рублей.

Создание добровольной пожарной дружины.

Работа на УПСВ «Пашня» совершается двумя вахтами по 18 человек в каждой. Для создания добровольной пожарной дружины необходимо задействовать больше половины количества персонала - 10 человек.

Чтобы участвовать в тушении пожара, каждый член добровольной пожарной дружины должен получить допуск. Для получения допуска необходимо пройти курсы первоначальной профессиональной подготовки добровольных пожарных.

Кроме того, необходимо снабдить всю добровольную пожарную дружину защитным обмундированием от поражающих факторов пожара. Комплект обмундирования включает в себя: боевую одежду пожарного первого уровня; шлем пожарного (ШПМ); сапоги пожарного, кожаные термостойкие, с металлоподноском; перчатки пожарного пятипалые; подшлемник; противогаз шланговый ПШ-1С.

Данные для формирования добровольной пожарной дружины сведены в таблицу 3.4.

Примерные затраты на формирование составят: $40 \times 10 = 400$ тыс. руб.

Таблица 3.3 Затраты на формирование добровольной пожарной дружины

№	Наименование	Стоимость, тыс. рублей
1	Курс обучение бойца добровольной пожарной дружины	5
2	Курс обучение руководителя добровольной пожарной дружины	7
3	Боевая одежда пожарного первого уровня	9,5
4	Шлем пожарного ШПМ	6
5	Сапоги пожарного, кожаные термостойкие, с металлоподноском	6
6	Перчатки пожарного пятипалые	3
7	Подшлемник	0,5
8	Противогаз шланговый ПШ-1	3
Итого		40

Оснащение предприятия дополнительными мобильными установками Пурга и NATISK.

Стоимость установки «Пурга - 20.40.60» составляет около 105 тыс. рублей. Для предприятия необходимо закупит установку в количестве 2-х штук. Установка комбинированного тушения пожаров работоспособна при использовании всех типов отечественных пенообразователей, в том числе пленкообразующих (фторированных), с концентрацией от 2 до 6% и зарубежных с концентрацией от 1 до 6%, для данной установки можно использовать пенообразователь находящийся на предприятии.

Таблица 3.4 Стоимость всех дополнительных мер по снижению материальных потерь

№	Виды затрат на доукомплектацию	Величина затрат, млн. руб.
1	Стоимость установки кольцевой защиты резервуара	66
2	Затраты на формирование объектовой добровольной пожарной дружины	0.33
3	Закупка установки комбинированного тушения пожаров «Пурга-20.40.60»	0.21
4	Закупка установки NATISK-300M BL	0.85
5	Итого	67

Стоимость установки NATISK-300M BL на сегодняшний день равна 850 тыс. рублей. Для тушения используется 1-процентный пенообразователь отечественного производства (цена 100-120 рублей за литр). Для данной установки можно так же использовать пенообразователь предприятия.

Стоимость всех мероприятий представлена в таблице 4.6

Вывод: На ликвидацию последствий пожара и восстановление разрушенного резервуара будет затрачено 133 млн. рублей. На доукомплектацию предприятия потребуется 67 млн. рублей. Таким образом, средства затраченные на дополнительные меры обеспечения безопасности значительно ниже возможного ущерба.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Нефть используется практически во всех сферах производства, начиная с синтетических каучуков и ядохимикатов и заканчивая продуктами питания и лекарствами. Основными сооружениями для хранения нефти и нефтепродуктов являются резервуарные парки. Которые представляют собой опасные объекты по пожарам и взрывам.

В качестве исследуемого объекта были выбраны резервуарные парки различных предприятий.

В ходе работы было рассмотрено состояние противопожарной защиты резервуарного парка, его стационарные системы тушения и охлаждения. Дана характеристика наружного водоснабжения резервуарного парка, передвижных средства пожаротушения и пожарной сигнализации и систем оповещения людей о пожаре.

Были изучены возможные причины возникновения пожара на резервуарном парке. Было установлено, что на резервуарном парке преобладают пары нефти и попутного газа, которые могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси. Сделан вывод о том, что объект УПСВ является пожаровзрывоопасным.

Анализ статистических данных о пожарах на резервуарных парках выявил следующие причины их возникновения: человеческий фактор - 68 %, природный фактор – 16 %, пиррофорные отложения по 16 %.

Под человеческим фактором подразумевают: нарушение пожарный правил при ремонте резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов - 50 % аварий, нарушение правил эксплуатации - 43,75 %, , вандализм - 6,25 %.

Затем дан анализ сценариев развития пожаров на резервуарном парке. Выбран наихудший вариант развития - Взрыв ТВС в открытом пространстве. Для которого были вычислены зоны разрушения и границы поражения людей при взрыве облака ТВС и установлены следующие границы:

- граница полной степени разрушения составляет 70 метров;

- граница сильных разрушений составляет 200 метров;
- граница средних разрушений составляет 250 метров;
- граница слабых сооружений составляет 700м.

Границы поражения людей при взрыве ТВС составляют:

- граница порога поражения равна 92 метра;
- граница с 1% пораженных составляет 75 метров;
- граница с 10% составляет 64 метра;
- граница с 50% пораженных составляет 57 метров;
- граница с 90% пораженных составляет 48 метров;
- граница с 99% пораженных составляет 33 метра.

Далее дана оценка экологического и экономического ущерба.

Разработаны рекомендации по уменьшению ущерба, включающие:

- оснащении резервуара дополнительной защитой типа «Стакан в стакане»;
- создание добровольной пожарной дружины;
- оборудование дополнительными мобильными установками Пурга и NATISK.

Выявлено, что на ликвидацию последствий пожара и восстановление разрушенного резервуара будет затрачено 133 млн. рублей. при этом на доукомплектацию потребуется 67 млн. рублей. Таким образом, средства затраченные на дополнительные меры обеспечения безопасности значительно ниже возможного ущерба. Кроме того, добровольная пожарная дружина и установки Пурга и NATISK могут быть привлечены для тушения лесного пожара вблизи, в случае его возникновения.

В работе также рассмотрены основные правила безопасности и санитарно-гигиенические условия труда сотрудников. Приведены технические, технологические, организационные и санитарно-гигиенические мероприятия по обеспечению безопасности работ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" (с изм. и доп., вступ. в силу с 31.07.2018)
2. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках
3. ГОСТ Р 53324-2018 Ограждение резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности.
4. Безродный И.Ф. и др. Тушение нефти и нефтепродуктов: пособие. М.: ВНИИПО, 2016, – 216 с.
5. Корольченко А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочник.- М.: «Наука», 2015, – 713с.
6. Волков О.М. Пожарная безопасность резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов с нефтепродуктами -М.: Недра, 2014, –360 с.
7. Швырков С.А. и др. Пожарная безопасность технологических процессов: учебник. М.: Академия ГПС МЧС России, 2016, – 338 с.
8. Методика по оценки последствий аварий на пожаровзрывоопасных объектах от 2014г.
9. Аксютин В.П. Пожарная безопасность // под ред. В.П. Аксютин, Н.А. Шелудько. - М.: Транс, 2018, – С. 24
10. Анализ пожарной опасности и защиты технологического оборудования: Учебник / под ред. В.П. Назарова и В.В. Рубцова. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. – С. 21
11. Бадагуев Б.Т. Пожарная безопасность на предприятии: Приказы, инструкции, положения / под ред. Б.Т. Бадагуев. - М.: Альфа-Пресс, 2013. – С. 4
12. Горячев С.А. Пожарная профилактика технологических процессов. - М.: ВИПТШ, 2015. - С. 21

13. Горячев С.А., Обухов А.Н., Рубцов В.В., Швырков С.А. Основы технологии, процессов и аппаратов пожаровзрывоопасных производств. Учебное пособие / под редакцией С.А. Горячева. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. - С. 93
14. ГОСТ Р 53324-2018. Ограждение резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности.
15. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений. РД 34.21.122-87 // Минэнерго. - М.: Энергоатомиздат, 2017. - С. 56
16. Исаева Л.К. Экономика промышленных предприятий. - М., 2014. - С. 12 - 44
17. Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах // Утверждена приказом от 10 июля 2018 г. № 404
18. ПБ 03-381-00. Правила устройства вертикальных цилиндрических стальных резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов для нефти и нефтепродуктов.
19. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник / под ред. А.Н. Баратова. - М.: Химия, 2015. - С. 25
20. Присяжнюк Н.Л., Александров Г.В., Кузьмичев И.И. Экономика пожарной безопасности: Учебное пособие / под ред. Н.Л. Присяжнюка. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. - С. 48
21. Рекомендации по обеспечению пожарной безопасности объектов нефтепродуктообеспечения. - М., 2016. - С. 51
22. Соломин В.П. Пожарная безопасность: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Л.А. Михайлов, В.П. Соломин, О.Н. Русак // под ред. Л.А. Михайлов. - М.: ИЦ Академия, 2014. - С. 4
23. СП 12.13130.2018. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности

24. Черкасов В.Н. Пожарно-техническая экспертиза технической части проекта. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. - С. 33
25. Швырков А.Н., Горячев С.А., Швырков С.А. Предотвращение аварийного растекания пожароопасных жидкостей при разрушении резервуаров хранения нефти и нефтепродуктов // Безопасность труда в промышленности. - 2014. - №7 - С. 64 - 72
26. Шевчук А.П. Расчет влияния обвалования на растекание горючей жидкости при разрушении резервуара / Химическая промышленность. - 2014. - №4 - С. 25
27. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
28. ГОСТ 12.1.010-76 Взрывобезопасность. Общие требования.
29. ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
30. ВНТП 3-85 Нормы технологического проектирования объектов сбора, транспорта, подготовки нефти, газа и воды нефтяных месторождений
31. СНиП 23.01-99. Строительная климатология
32. СНиП 2.11.03-03 Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы.
33. СНиП 2.11.03-93. Склады нефти и нефтепродуктов