

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

МАШИНОСТРОЕНИЯ

(институт)

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

20.04.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Управление пожарной безопасностью

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Исследование и разработка мероприятий по повышению эффективности системы пожаротушения на объектах хранения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей на примере ООО «Тольятти - Нефтепродукт Сервис».

Студент(ка)	<u>Д.А. Логинов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Научный руководитель	<u>Н.Е. Данилина</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Нормоконтроль	<u>С.В. Грачева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Руководитель программы к.т.н., профессор М.И.Фесина _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)
«26» мая 2016г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н.Горина _____
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)
«26» мая 2016г.

Тольятти 2016

РЕФЕРАТ

Отчет 92с., 3 ч., 17 табл., 69 источников.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ И ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ НА ПРИМЕРЕ ООО «ТОЛЬЯТТИ - НЕФТЕПРОДУКТ СЕРВИС».

Актуальность темы исследования продиктована необходимостью улучшения опыта пожаротушения с применением инновационных технологий тушения пожара в образовательных учреждениях РФ.

Актуальность проблемы, ее теоретическая и практическая значимость обусловили выбор темы исследования: «Усовершенствование методов тушения пожаров на объектах хранения ЛВЖ и ГЖ в РФ на примере склада ГСМ ООО «ТНПС».

Цель и задачи : разработка практических рекомендаций по тушению пожара на объектах хранения ЛВЖ и ГЖ в РФ.

Цель исследования будет достигнута, если будут выполнены следующие условия:

1. Проведён анализ физико-химических свойств веществ и материалов, использованных в строительстве нефтебаз и других объектов хранения ЛВЖ и ГЖ.
2. Проведён расчёт необходимого количества сил и средств для ликвидации пожара в на объектах хранения ЛВЖ и ГЖ РФ, на примере склада ГСМ ООО «ТНПС».
3. Определено эффективное огнетушащее вещество и средства тушения пожара, необходимые для локализации и ликвидации пожаров на объектах хранения ЛВЖ и ГЖ.

Объект исследования: склад ГСМ, на примере ООО «Тольятти – Нефтепродукт Сервис». Технология процесса пожаротушения.

Для решения поставленных задач и проверки исходных предположений исследования использовался комплекс теоретических методов, включающих в себя

анализ законодательных и нормативных документов в области пожарной безопасности, а также результаты опубликованных экспериментальных исследований. Основные выводы и рекомендации, изложенные в диссертационном исследовании, базируются на результатах, полученных из литературных источников.

Исследование проводилось в несколько этапов:

Первый этап – изучение и анализ литературных источников по теме исследования, а также изучение теоретических основ проблем исследования, определение цели, предмета, объекта.

Второй этап – модернизация многофункциональной методики тушения пожара.

Третий этап – разработка к образовательным учреждениям, тактических рекомендаций должностным лицам служб МЧС по их действиям при тушении пожара в образовательных учреждениях.

Заключительным результатом этапа стало оформление полученных результатов в виде магистерской диссертации.

Научная новизна исследования заключается в разработке модернизированной методики тушения пожаров на объектах хранения ЛВЖ и ГЖ с использованием установки пожаротушения для получения воздушно-механической пены.

Теоретическая и практическая значимость определяется сформулированными принципами ведения боевых действий по тушению пожара на объектах хранения ЛВЖ и ГЖ в РФ.

Практическая значимость исследования полученные результаты исследования и разработанные методические рекомендации могут использоваться в ходе тушения пожаров на объектах хранения ЛВЖ и ГЖ в РФ.

СОДЕРЖАНИЕ

№ п/п	Наименование	Страница
	Введение	7
ГЛАВА 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ		
1.1	Определения	10
1.2	Классификация легковоспламеняющихся жидкостей	12
1.2.1	Самовоспламеняющиеся жидкости	15
1.2.2	Требования к таре и упаковке ЛВЖ	16
1.2.3	Требования к условиям перевозки ЛВЖ	19
1.3	Пожар и его развитие, возникновение пожара	20
1.3.1	Развитие пожара	22
1.4	Общие сведения об объекте	24
1.4.1	Данные о пожарной нагрузке, краткое описание технологического процесса	30
1.5	Требования пожарной безопасности на опасных объектах	33
1.6	Анализ мер пожарной безопасности, характерных для склада ГСМ	35
1.7	Средства пожаротушения, применяемые на складе ГСМ. Их назначение и правила применения. Наружное противопожарное водоснабжение	44
ГЛАВА 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА		
2.1	Организация тушения пожара персоналом объекта до прибытия пожарных подразделений	46
2.2.	Прогноз пожара	46
2.3	Расчёт сил и средств тушения пожара	48

2.4	Силы и средства, привлекаемые на тушение пожара и время их сосредоточения	50
2.5	Тактико-техническая характеристика и основные тактические возможности основных и специальных пожарных автомобилей, находящихся на вооружении Тольяттинского местного гарнизона	53
2.5.1	Тактико-техническая характеристика основных автоцистерн	53
2.5.2	Тактико-техническая характеристика пожарных насосных станций	54
2.5.3	Тактико-техническая характеристика пожарной автолестницы	55
2.5.4	Тактико-техническая характеристика рукавного автомобиля	56
2.5.5	Тактико-техническая характеристика автомобиля газодымозащитной службы	58
2.6	Водоотдача сети наружного противопожарного водоснабжения	59
2.7	Способы и средства ликвидации последствий химически опасных аварий	60
2.8	Особенности ведения боевых действий на объектах хранения ЛВЖ и ГЖ	66
2.9	Обеспечение безопасности личного состава ГПС, администрации и персонала объекта при ликвидации пожаров на объектах хранения ЛВЖ и ГЖ	72
2.9.1	Охрана труда при использовании пенообразователя.	73
2.10	Обязанности и полномочия участников тушения пожара	75
2.10.1	Обязанности руководителя тушения пожара	75
2.10.2	Обязанности начальника оперативного штаба пожаротушения	77
2.10.3	Обязанности начальника тыла	78

2.10.4	Обязанности начальника участка тушения пожара (УТП)	79
2.10.5	Обязанности начальника аварийно-спасательного расчета	81
2.10.6	Обязанности начальника контрольно-пропускного пункта ГДЗС	82

ГЛАВА 3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОГNETУШАЩЕГО ВЕЩЕСТВА

3.1	Анализ механизма тушения пожаров пенами	82
3.2	Сравнительный анализ марок пенообразователей	87
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	92
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	93

ВВЕДЕНИЕ

По данным статистики, за последние 35 лет произошло 318 пожаров и аварий на резервуарах, 65 из которых связаны с частичным или полным их разрушением. Из этих пожаров более половины случаев квалифицировались как крупные или катастрофические, т. е. каждый десятый пожар на резервуаре связан с его разрушением. Четвертая часть разрушенных резервуаров с нефтепродуктами не вызвали пожаров и квалифицировались как аварии 1 и 2 категорий. Остальные разрушения произошли при гидравлических испытаниях резервуаров. Непосредственно на пожарах, от действия высоких температур и напряжений корпуса резервуара, разрушилось 8% резервуаров, эксплуатируемых более 20-25 лет. Наиболее частому разрушению подвергаются резервуары типа РВС-5000. За последние годы произошло 13 случаев, что составляет 20% разрушений резервуаров большой емкости от 10 тыс. м³ до 30 тыс. м³. Половина из этих аварий произошла на объектах энергетики, где в настоящее время ведутся реконструкция и расширение резервуарных парков ГРЭС и ТЭЦ с одновременным увеличением единичной емкости резервуаров до 30 тыс. м³.

Исследование данных, связанных с разрушением резервуаров, показало, что наиболее опасным фактором, возникающего при этом пожара, является гидродинамическое истечение горячей жидкости, хранимой в резервуаре. Характер истечения и взаимодействия возникающей в этом случае волны прорыва с защитной стенкой или обвалованием таков, что в 49% случаев разрушений резервуаров поток разрушал или промывал обвалование, а в 29% перехлестывал через него. Это объясняется тем, что нормативное обвалование рассчитывается на гидростатическое удерживание вылившейся жидкости, и оно не способно выполнять защитные функции при гидродинамическом истечении.

Из общего числа случаев разрушений резервуаров 55,4% происшедших аварий сопровождались растеканием продукта за пределы территории промышленного объекта и приводили к катастрофическим последствиям с большим материальным ущербом и гибели людей.

В условиях большого процента износа эксплуатируемых в настоящее время резервуаров, коррозии металла в агрессивной среде, отступления от проектов при строительстве, нарушения режимов эксплуатации, а также в периоды усложнения технологий, обновления материалов и смены поколений специалистов возрастает вероятность чрезвычайных ситуаций и размер ущерба при авариях на взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих объектах.

В период с 1998 по 2003 гг. на объектах нефтегазового комплекса нашей страны произошло около 5600 пожаров унесшие жизни свыше 400 человек.

Основная производственная база, которой сегодня располагает нефтеперерабатывающая промышленность, была создана в период с 1950 по 1990 годы, новых резервуарных парков строится очень мало. Поэтому тысячи нефтебаз, расположенных в городской черте, представляют собой постоянную экологическую и социальную угрозу.

Особенно бедственную картину представляет собой техническое состояние резервуарных парков хранения нефтепродуктов. Сверхнормативные сроки эксплуатации резервуаров, нарушения при строительстве нефтебаз, при монтаже автоматических систем пожаротушения и правил их эксплуатации в период реформирования экономики привели к тому, что резервуары в настоящее время часто являются миной замедленного действия для окружающей среды.

Таким образом, становится очевидным, что пожар на объекте хранения ЛВЖ и ГЖ — это сложный физико-химический процесс, который сопровождается повышенной опасностью для участников тушения пожара, персонала предприятия, окружающей среды.

Обоснованием необходимости выполнения данной магистерской диссертации является повышение эффективности тушения пожаров и ликвидации последствий аварий на подобных объектах.

Целями выполнения магистерской диссертации являются:

- изучение динамики развития пожара на конкретном подразделении (склада ГСМ) предприятия;

- изучение и анализ физико- химических и пожароопасных свойств веществ и материалов, хранящихся на данном объекте;
- изучение и анализ возможных аварийных ситуаций;
- изучение и анализ возможных источников зажигания;
- изучение и выбор огнетушащего вещества;
- анализ приёмов и способов тушения веществ и материалов, хранящихся на данном объекте.

Глава 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Определения

В настоящей магистерской диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Резервуарный парк - группа (группы) резервуаров, 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.

Интенсивность подачи огнетушащего вещества - количество огнетушащего вещества, подаваемого на единицу площади (объема) в единицу времени.

Нормативная интенсивность подачи огнетушащего вещества (пены) - интенсивность подачи огнетушащего вещества (пены), соответствующая требованиям нормативной документации.

Охлаждение резервуара - подача воды на орошение резервуара стационарными системами охлаждения или пожарными стволами от передвижной пожарной техники, водопровода высокого давления.

Линейная скорость выгорания - изменение высоты слоя горючей жидкости в единицу времени в процессе выгорания.

Линейная скорость прогрева - изменение толщины гомотермического слоя в единицу времени.

"Карман" - объем, в котором горение и прогрев жидкости, а также теплообмен при подаче воздушно-механической пены происходит независимо от остальной массы горючего в резервуаре.

Инертность пены - способность пены противостоять "загрязнению" горючей жидкостью в процессе прохождения ее через слой нефти или нефтепродукта либо при контакте с ним.

Биологически "мягкие" пенообразователи - пенообразователи, биоразлагаемость которых составляет более 80 %.

Биологически "жесткие" пенообразователи - пенообразователи, биоразлагаемость которых составляет не более 40 %.

Кратность пены - отношение объема пены к объему раствора пенообразователя, содержащегося в ней. В зависимости от величины кратности пену подразделяют:

на пену низкой кратности (кратность не более 20);

пену средней кратности (кратность от 20 до 200);

пену высокой кратности (кратность более 200).

Время свободного развития пожара - интервал времени от момента возникновения пожара до момента подачи огнетушащих веществ.

Уровень взлива - высота открытой поверхности горючей жидкости в резервуаре относительно его основания.

Вскипание - процесс вспенивания горючей жидкости из-за присутствия в ней либо попадания в нее капель воды, которые испаряются в прогретом слое горючего. При этом возможно увеличение объема прогретого слоя жидкости в 4-5 раз.

Выброс - интенсивный поток горючей жидкости из резервуара в результате механического вытеснения ее паром, образованным при вскипании донной воды.

Гомотермический (прогретый) слой - толщина слоя нефти или нефтепродукта, прогретого в результате горения жидкости в резервуаре до температуры кипения или близкой к ней.

Развитие пожара - увеличение геометрических размеров зоны горения, опасных факторов пожара и усиление вторичных проявлений опасных факторов пожара.

Гидродинамическая волна - мощный поток нефти или нефтепродукта, образующийся при разрыве (раскрытии) стенки резервуара.

1.2 Классификация легковоспламеняющихся жидкостей

В соответствии с международной классификацией и ГОСТ 19433-88 к ЛВЖ относятся горючие жидкости с температурой вспышки, не превышающей 61°C при испытании в закрытом тигле.

ЛВЖ представляют 3-й класс опасных грузов и подразделяются на подклассы.

Подкласс 3.1 - Особо опасные ЛВЖ. Это горючие жидкости с температурой вспышки от минус 18°C и ниже в закрытом тигле. Кроме низкой температуры вспышки они могут обладать и другими опасными свойствами: высокой токсичностью и взрываемостью, токсичностью и способностью окисляться на воздухе с образованием взрывчатых веществ, токсичностью, едкими и коррозионными свойствами и другими.

Типичными представителями особо опасных ЛВЖ являются ацетон, авиабензин Б-70, изопентан, диэтиловый эфир. Характерной особенностью этих веществ является высокое давление насыщенного пара при обычных условиях хранения и перевозки. В обычных условиях, а тем более в жаркую погоду, внутри сосудов, цистерн с такими жидкостями может значительно повыситься давление, что увеличит опасность взрыва или пожара. Кроме того, при нарушении герметичности сосуда и при переливе (перекачке) в другие емкости пары этих жидкостей способны распространяться, не смешиваясь с воздухом, и воспламеняться на значительном расстоянии от сосуда, вызывая пожар. Эти особенности обуславливают дополнительные требования к хранению, погрузке, транспортировке и разгрузке особо опасных легковоспламеняющихся жидкостей.

Подкласс 3.2 - Постоянно опасные ЛВЖ. Это горючие жидкости с температурой вспышки от минус 17 до +23°C в закрытом тигле. Типичными представителями этого подкласса являются бензол, толуол, этиловый спирт, диоксан, этилацетат. Отличительной чертой их является способность паров образовывать с воздухом воспламеняемые смеси уже при комнатной температуре и наличие при этих условиях взрывоопасной среды в паровоздушной фазе в закрытых емкостях и помещениях. В этом отношении ЛВЖ подкласса 3.2

значительно опаснее жидкостей подкласса 3.1. В закрытых емкостях и помещениях при комнатной температуре и атмосферном давлении концентрации паров жидкостей подкласса 3.1 в паровоздушной фазе обычно превышают верхний предел воспламенения; опасность возникает только при понижении температуры, например, на морозе, или при разгерметизации сосудов с такими ЛВЖ.

Подкласс 3.3 - Опасные при повышенной температуре ЛВЖ. Это горючие жидкости с температурой вспышки от +23 до +61°C в закрытом тигле. Типичными представителями этого подкласса являются уайт-спирит, осветительный керосин, хлорбензол, сольвент, скипидар. Концентрации, при которых пары этих жидкостей могут воспламеняться в воздухе, создаются только при повышенной температуре, например, при транспортировке из районов с умеренным климатом в южные районы или если жидкости нагреты. При обычной температуре ЛВЖ подкласса 3.3 воспламеняются только при прямом воздействии источника зажигания. Так, керосин в открытой емкости при обычной температуре не удастся зажечь факелом из-за низкой концентрации паров над его поверхностью. Однако, ткань облитая или пропитанная керосином легко загорается от пламени спички. Это явление можно объяснить большой поверхностью волокон, с которой происходит испарение. Как видно из приведенных примеров, опасность ЛВЖ зависит не только от их физико-химических свойств, но и от других факторов. Это обстоятельство необходимо учитывать при работе с различными горючими жидкостями.

Классификация ЛВЖ по дополнительным видам опасности (категориям) и по степени опасности (группам) представлена в табл. 1.

Таблица 1 - Классификационная таблица опасных грузов класса 3 (ЛВЖ)

Номер категории	Наименование категории	Классификационный шифр в подклассах		
1	Без дополнительного вида опасности	3111 3112	3211 3212	3313
2	Ядовитые	3121 3122	3221 3222	3323
3	Ядовитые и едкие и (или) коррозионные	3131	3231	3332 3333
4	Едкие и (или) коррозионные	3141	3241 3242	3342 3343
5	Слабоядовитые	3151 3152	3252	3353

Вязкие ЛВЖ и твердые вещества, разбавленные легковоспламеняющимися жидкостями, можно отнести к веществам с относительно низкой степенью опасности, если выполняются следующие условия:

- при испытании на отслоение в течение 24 часов отслаивается не более 3% чистого растворителя;
- смесь содержит не более 5% вещества высокой степени опасности класса 6 (ядовитые вещества) или класса 8 (едкие и коррозионные вещества) либо не более 5% веществ высокой степени опасности класса 3 (ЛВЖ), что требует дополнительного знака опасности;
- вместимость используемой тары не превышает 30 л.

Степень опасности ЛВЖ (группа) определяется по температуре вспышки, температуре кипения и критериям в соответствии с табл. 2.

Таблица 2 - Степень и критерии опасности ЛВЖ

Наименование показания	Критерии степени опасности		
	высокой - 1	средней – 2	низкой - 3
Температура вспышки в закрытом тигле, °С	-	<23	≤61
Температура кипения, °С	≤35	>35	>35

1.2.1 Самовоспламеняющиеся жидкости

Существуют горючие жидкости, которые способны окисляться на воздухе при обычных температурах (16...20 °С) или при контакте и химическом взаимодействии с другими веществами. При определенных условиях теплота процесса окисления может превысить теплоотдачу от окисляющейся жидкости во внешнюю среду и наступит саморазогревание, ведущее к возникновению горения. Жидкости, имеющие температуру самовоспламенения ниже обычной температуры вспышки, называются самовозгорающимися (самовоспламеняющимися).

Жидкости, способные к самовозгоранию, требуют соблюдения особого режима при хранении и транспортировке и систематического наблюдения. Примером таких жидкостей могут служить растительные масла (льняное, ореховое, кедровое и другие), скипидар, воспламеняющиеся в определенных условиях. Некоторые самовоспламеняющиеся системы приведены в табл. 3.

Таблица 3 - Жидкости, способные к самовоспламенению при контакте

Жидкость	Контактирующее вещество
Скипидар	Азотная кислота
	Смесь азотной и серной кислот
	Хлор
Глицерин	Перманганат калия

продолжение таблицы 2

Этиленгликоль	Пероксид натрия Перманганат калия Оксид хрома(VI)
Метиловый спирт	Пероксид натрия Оксид хрома(VI)
Ацетон	Пероксид натрия Оксид хрома(VI)
Уксусная кислота	Пероксид натрия Оксид хрома(VI) Оксид марганца(VII)

Из приведенных примеров можно сделать вывод, что самовоспламенение жидкостей представляет собой окислительно-восстановительный процесс, в котором ЛВЖ проявляет свойства восстановителя, а контактирующее вещество - свойства окислителя. При этом следует отметить, что окислители обладают большой окислительной способностью, а жидкости, соответственно, большой восстановительной способностью.

1.2.2 Требования к таре и упаковке ЛВЖ

Жидкости класса 3 упаковываются в герметичную транспортную тару. В зависимости от температуры вспышки ряд ЛВЖ упаковывается в потребительскую тару, которая помещается в наружную упаковку.

Тара для перевозки ЛВЖ должна быть изготовлена и укупорена так, чтобы в обычных условиях перевозки она защищала содержимое от внешних источников воспламенения.

Стеклянные бутылки вместимостью до 60 л должны быть полностью закрыты в деревянном или фибровом барабане, прокладочный материал расположен так, чтобы предотвратить повреждение тары и утечку содержимого. Стеклянная тара

емкостью до 5л упаковывается в деревянный ящик с прокладочным и поглощающим материалом горлом вверх. На крышке ящика должна быть надпись «Вверх». Картонные ящики, используемые для упаковки ЛВЖ, должны быть прочными и водостойчивыми, деревянные обрешетки - прочными, с близко расположенными планками (дощечками), чтобы свести к минимуму опасность прокола потребительской тары.

Объем тары и упаковок ЛВЖ представлены соответственно в табл. 4 и 5.

Таблица 4 - Характеристика транспортной тары

Тара	Максимальный объем содержимого, м ³		
	Подкласс		
	3.1	3.2	3.3
Баллоны	Без ограничений		
Бочки металлические цилиндрические, с прокладкой или без прокладки, барабаны металлические	0,450	0,450	0,450
Канистры металлические емкостью 30...60 л	Запрещается	0,060	0,060
Жесткие прочные канистры из пластмассы емкостью до 30 л	То же	По специальному разрешению	

Примечание. Металлические и пластмассовые канистры должны быть упакованы в деревянные обрешетки.

Таблица 5 - Характеристика упаковок при применении потребительской тары

Потребительская тара	Наружная упаковка	Максимальная масса, брутто, кг		
		Подкласс		
		3.1	3.2	3.3
Бутыли стеклянные емкостью 10...60л	Деревянный ящик или фибровый барабан	Запрещается	Запрещается	75
Бутыли стеклянные емкостью 1...5л	Деревянный ящик	75	75	75
	Картонный ящик	Запрещается	40	40
Мелкая стеклянная тара вместимостью не более 1 л	Деревянная бочка	75	200	200
	Картонный ящик	Запрещается	40	40
Бочки, бидоны и фляги металлические емкостью до 30л	Деревянный ящик	75	75	75
	Картонный ящик	Запрещается	40	40
	Деревянная обрешетка	Запрещается	Запрещается	50
Бутыли пластмассовые жесткие	Деревянный ящик	Запрещается	75	75
		Запрещается	40	40
	Картонный ящик Фанерный барабан	Запрещается	По специальному разрешению	

1.2.3 Требования к условиям перевозки ЛВЖ

Общие положения. Запрещена совместная перевозка ЛВЖ со следующими веществами или группами веществ:

- веществами, способными к образованию взрывчатых смесей;
- сжатыми и сжиженными газами;
- самовозгорающимися веществами;
- бромом, азотной и серной кислотами, органическими кислотами (уксусной, хлоруксусной, муравьиной);
- перманганатом калия, хроматами и бихроматами, пероксидами натрия, бензоила и др.

Требования при перевозке ЛВЖ в крытых вагонах и контейнерах. Грузы класса 3 предъявляются к перевозке на местах необщего пользования. Разрешается в порядке исключения принимать на местах общего пользования грузы подкласса 3.1 и 3.2 только по прямому варианту автомобиль-вагон, а грузы подкласса 3.3 - через склады железной дороги при наличии на станции специальных огнестойких или отдельных помещений на общих складах. На каждое грузовое место отправитель обязан нанести знаки опасности.

Грузы подклассов 3.1 и 3.2 допускаются к перевозке только в крытых вагонах. Грузы подкласса 3.1 перевозятся только повагонными отправками. Для этих грузов грузоотправитель обязан поместить в вагон не менее пяти мест порожней тары на случай повреждений отдельных мест. Грузы подкласса 3.3 в стеклянной таре, металлических и пластмассовых банках и бидонах, упакованные в деревянные или картонные ящики, разрешается перевозить в универсальных контейнерах.

ЛВЖ принимаются к перевозке, как правило, пакетами на универсальных или специализированных поддонах. Укладка поддонов с ЛВЖ в крытых вагонах должна производиться сплошными рядами, исключая взаимное перемещение грузовых мест, равномерно по всей площади вагона, в несколько ярусов по высоте до полного использования грузоподъемности и вместимости вагона. При погрузке без поддонов между ярусами обязательна укладка настила из

досок толщиной не менее 20мм. В каждом ярусе грузовые места укладываются плотно друг к другу без оставления свободного пространства.

Требования при перевозке ЛВЖ в цистернах. Грузы класса 3 перевозятся в специальных цистернах МПС и в специальных цистернах грузоотправителя (грузополучателя). Некоторые грузы класса 3 перевозят в цистернах общего парка МПС. Специальные и специально выделенные цистерны должны удовлетворять установленным требованиям и иметь надпись «Огнеопасно». Для грузов подкласса 3.1 на цистерну наносится полоса красного цвета, для остальных грузов этого класса - полоса желтого цвета.

Уксусный альдегид и этиловый эфир перевозятся в специальных цистернах отправителя, рассчитанных на требуемое давление и имеющих теньевую защиту. Эфир этиловый разрешается перевозить также в цистернах, защищенных крытым кузовом. На такие цистерны грузоотправитель обязан нанести необходимые знаки опасности и надпись, соответствующую перевозимому грузу.

Бензол, диметиланилин, дихлорэтан, пиридиновые основания являются высокотоксичными веществами и должны транспортироваться в цистернах, выделенных для перевозки конкретных продуктов. На такие цистерны наносятся постоянные знаки опасности, а вместо предупредительной надписи «Огнеопасно» - наименование груза, для которого данная цистерна выделена. Например, на цистернах для бензола должна быть надпись «Бензол».

Коэффициенты заполнения цистерн, предназначенных для перевозки ЛВЖ, не должны превышать установленных значений.

Наиболее опасными грузами 3 класса, которые перевозятся на особых условиях, являются сероуглерод, метанол, бензин этилированный.

1.3 Пожар и его развитие, возникновение пожара

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

Пожар в резервуаре в большинстве случаев начинается со взрыва паровоздушной смеси. На образование взрывоопасных концентраций внутри резервуаров оказывают существенное влияние физико-химические свойства хранимых нефти и нефтепродуктов, конструкция резервуара, технологические режимы эксплуатации, а также климатические и метеорологические условия. Взрыв в резервуаре приводит к подрыву (реже срыву) крыши с последующим горением на всей поверхности горючей жидкости. При этом, даже в начальной стадии, горение нефти и нефтепродуктов в резервуаре может сопровождаться мощным тепловым излучением в окружающую среду, а высота светящейся части пламени составлять 1-2 диаметра горящего резервуара. Отклонение факела пламени от вертикальной оси при скорости ветра около $4 \text{ м} \times \text{с}^{-1}$ составляет $60-70^\circ$.

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

Если при факельном горении наблюдается черный дым и красное пламя, то это свидетельствует о высокой концентрации паров горючего в объеме резервуара, и опасность взрыва незначительная. Сине-зеленое факельное горение без дымообразования свидетельствует о том, что концентрация паров продукта в резервуаре близка к области воспламенения и существует реальная опасность взрыва.

На резервуаре с плавающей крышей возможно образование локальных очагов горения в зоне уплотняющего затвора, в местах скопления горючей жидкости на плавающей крыше.

При хранении нефти и нефтепродуктов в условиях низких температур возможно зависание понтона или плавающей крыши при откачке продукта из резервуара, что может привести к падению их с последующим возникновением пожара.

Условиями для возникновения пожара в обваловании резервуаров являются: перелив хранимого продукта, нарушение герметичности резервуара, задвижек, фланцевых соединений, наличие пропитанной нефтепродуктом теплоизоляции на трубопроводах и резервуарах.

1.3.1. Развитие пожара

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

На основе анализа пожаров и аварий, происшедших как у нас в стране, так и за рубежом, а также материалов научных исследований пожары в резервуарах и резервуарных парках могут развиваться по следующим вариантам (рис. 1)

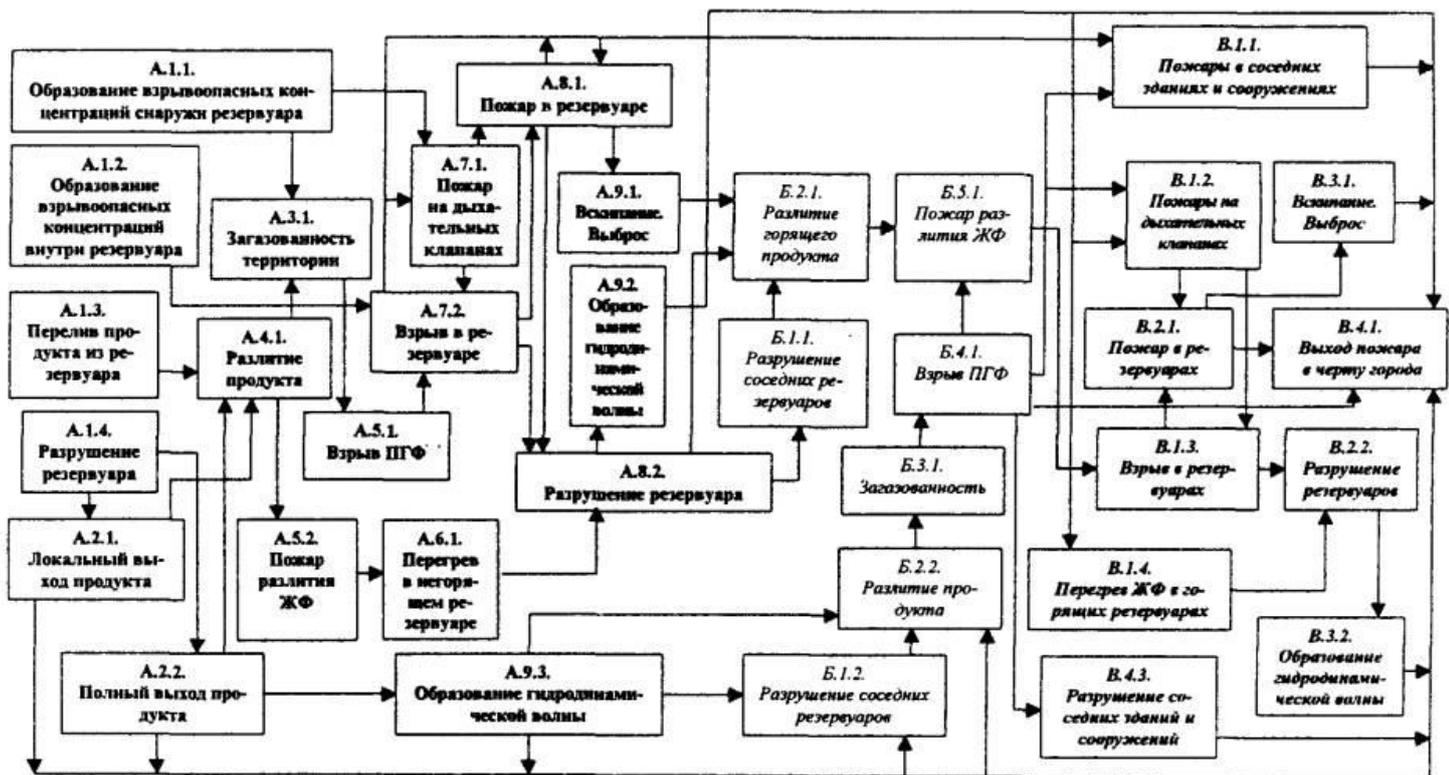


Рис. 1 Схема вероятных сценариев развития пожара в резервуарном парке

Пожары подразделяются на следующие уровни:

- первый (А) - возникновение и развитие пожара в одном резервуаре без влияния на соседние;
- второй (Б) – распространение пожара в пределах одной группы;
- третий (В) - развитие пожара с возможным разрушением горящего и соседних с ним резервуаров, переходом его на соседние группы резервуаров и за пределы резервуарного парка.

На резервуарах с плавающей крышей в результате теплового воздействия локального очага горения происходит разрушение герметизирующего затвора, а полная потеря плавучих свойств и затопление крыши в реальных условиях может произойти через один час.

При низком уровне нефтепродукта, когда горение происходит под понтоном или плавающей крышей, условия тушения пожара усложняются. Проникновению

пены на свободную поверхность нефтепродукта препятствуют корпус понтона (плавающей крыши) и элементы герметизирующего затвора.

В железобетонном резервуаре в результате взрыва происходит разрушение части покрытия. Горение на участке образовавшегося проема сопровождается обогревом железобетонных конструкций покрытия. Через 20-30 мин возможно обрушение конструкций и увеличение площади пожара.

Развитие пожара в обваловании характеризуется скоростью распространения пламени по разлитому нефтепродукту, которая составляет для жидкости, имеющей температуру ниже температуры вспышки, $0,05 \text{ м} \times \text{с}^{-1}$, а при температуре жидкости выше температуры вспышки - более $0,5 \text{ м} \times \text{с}^{-1}$. После 10-15 мин воздействия пламени происходит потеря несущей способности маршевых лестниц, выход из строя узлов управления коренными задвижками и хлопушами, разгерметизация фланцевых соединений, нарушение целостности конструкции резервуара, возможен взрыв в резервуаре.

Одним из наиболее важных параметров, характеризующих развитие пожара в резервуаре, является его тепловой режим. В зависимости от физико-химических свойств горючих жидкостей возможен различный характер распределения температур в объеме жидкости. При горении керосина, дизельного топлива, индивидуальных жидкостей значение температуры, экспоненциально снижается от температуры кипения на поверхности до температуры хранения в глубинных слоях. Характер кривой распределения температуры горючей жидкости изменяется с увеличением времени горения.

При горении мазута, нефти, некоторых видов газового конденсата и бензина в горючем образуется прогретый до температуры кипения топлива гомотермический слой, увеличивающийся с течением времени.

Линейные скорости выгорания и прогрева нефти и нефтепродуктов во многом зависят от скорости ветра, обводненности продукта, характера обрушения крыши, организации охлаждения стенок резервуара.

С увеличением скорости ветра до 8-10 м×с⁻¹ скорость выгорания горючей жидкости возрастает на 30-50 %. Сырая нефть и мазут, содержащие эмульсионную воду, могут выгорать с большей скоростью.

Накопление тепловой энергии в горючем оказывает значительное влияние на увеличение расходов пенных средств. Кроме того, увеличение времени свободного развития пожара повышает опасность его распространения на соседние резервуары, способствует образованию факторов, усложняющих тушение, создает угрозу вскипания, выброса.

Горение нефти и нефтепродуктов в резервуарах может сопровождаться вскипанием и выбросами. Вскипание горючей жидкости происходит из-за наличия в ней взвешенной воды, которая при прогреве горячей жидкости выше 100 °С испаряется, вызывая вспенивание нефти или нефтепродукта. Вскипание может произойти примерно через 60 мин горения при содержании влаги в нефти (нефтепродукте) более 0,3 %. Вскипание также может произойти в начальный период пенной атаки при подаче пены на поверхность горючей жидкости с температурой кипения выше 100 °С. Этот процесс характеризуется бурным горением вспенившейся массы продукта.

При горении жидкости на верхнем уровне взлива возможен перелив вспенившейся массы через борт резервуара, что создает угрозу людям, увеличивает опасность деформации стенок горящего резервуара и перехода огня на соседние резервуары и сооружения.

Таблица 6 - Линейная скорость выгорания и прогрева углеводородных жидкостей

Наименование горючей жидкости	Линейная скорость выгорания, м×ч ⁻¹	Линейная скорость прогрева горючего, м×ч ⁻¹
Бензин	До 0,30	До 0,10
Керосин	До 0,25	До 0,10
Газовый конденсат	До 0,30	До 0,30

продолжение таблицы 6

Дизельное топливо из газового конденсата	До 0,25	До 0,15
Смесь нефти и газового конденсата	До 0,20	До 0,40
Дизельное топливо	До 0,20	До 0,08
Нефть	До 0,15	До 0,40
Мазут	До 0,10	До 0,30

Выброс нефти и темных нефтепродуктов из горящего резервуара происходит при достижении поверхности слоя донной (подтоварной) воды гомотермическим (прогретым) слоем горючей жидкости. Этот слой, соприкасаясь с водой, нагревает ее до температуры значительно большей, чем температура кипения. При этом происходит бурное вскипание воды с выделением большого количества пара, который выбрасывает находящуюся над слоем воды горящую жидкость за пределы резервуара.

Обычно выбросу предшествуют внешние признаки - усиление горения, изменение цвета пламени, усиление шума при горении, могут также наблюдаться отдельные потрескивания (хлопки), вибрация верхних поясов стенки резервуара. Как правило, выброс носит пульсирующий характер, причем интенсивность его, т. е. увеличение высоты и объема факела пламени, нарастает в самом процессе выброса. Толщина слоя донной (подтоварной) воды, как правило, на мощность выброса влияния не оказывает. Ориентировочное время наступления возможного выброса можно определить по формуле

$$T = (H - h) / (W + и + V), \quad (1)$$

где T - время от начала пожара до ожидаемого момента наступления выброса, ч; H - начальная высота слоя горючей жидкости в резервуаре, м; h - высота слоя донной (подтоварной) воды, м; W - линейная скорость прогрева горючей жидкости, $м \times ч^{-1}$; $и$ - линейная скорость выгорания горючей жидкости, $м \times ч^{-1}$; V -

линейная скорость понижения уровня вследствие откачки, $\text{м} \times \text{ч}^{-1}$ (если откачка не производится, то $V = 0$).

При затоплении плавающей крыши или понтона за величину H следует принимать высоту слоя продукта только над крышей или понтоном (рис. 2).

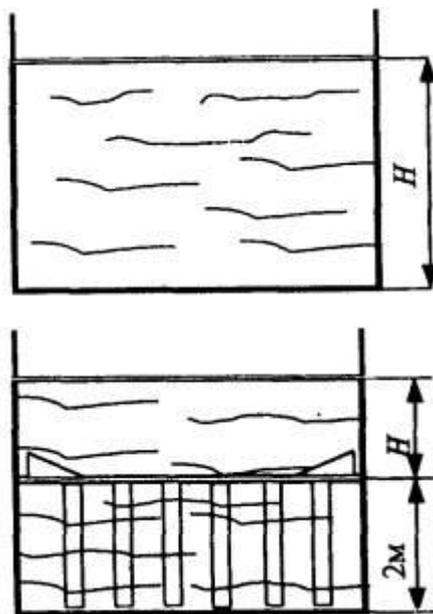


Рис. 2 Определение высоты продукта для расчета времени выброса

При пожаре в резервуаре возможно образование "карманов", которые значительно усложняют процесс тушения. "Карманы" могут иметь различную форму и площадь и образуются как на стадии возникновения в результате перекоса понтона, плавающей крыши, частичного обрушения крыши, так и в процессе развития пожара при деформации стенок.

Устойчивость горящего резервуара зависит от организации действий по его охлаждению. При отсутствии охлаждения горящего резервуара в течение 5-15 мин стенка резервуара деформируется до уровня разлива горючей жидкости.

1.4 Общие сведения об объекте

В качестве примера изучения темы диссертации мною был выбран Склад ГСМ КФ «Тольятти – Нефтепродукт Сервис»

Склад размещается в Комсомольском районе г. Тольятти, юго-западнее завода ОАО «АвтоВАЗагрегат». До ближайшего подразделения (13 ПСЧ) 6,5 км. Рельеф участка пересеченный, перепад отметок до 5 м. Площадка расположения

склада ГСМ имеет форму многоугольника площадью 66170м². Тип склада - прирельсовый, наземный. По функциональному назначению тип склада – распределительный. По транспортным связям поступления и отгрузки нефтепродуктов тип склада – смешанный (железнодорожно-автомобильный).

Главный въезд на территорию склада с западной стороны. В предзаводской зоне предусмотрена площадка отстоя автомашин, размером 24,0 x 90,0м. Автодороги выполнены шириной 4,5м с обочинами 1,5м, закольцованы и имеют три выезда с площадки. На территории склада к зданиям и сооружениям предусмотрены технологические подъезды с разворотными площадками. С юго-восточной стороны находятся два железнодорожных пути (тупиковых) для сливно-наливных операций ЛВЖ и ГЖ. Наземные технологические трубопроводы проложены по опорам.

В состав склада горючесмазочных материалов емкостью 15800м³ входит:

- резервуарный парк светлых нефтепродуктов (ЛВЖ и ГЖ) вместимостью 15000м³;
- резервуарный парк масел вместимостью 800м³;
- сливно-наливной фронт (железнодорожная эстакада) ЛВЖ и ГЖ на 2 цистерны грузоподъемностью 60т;
- насосная станция перекачки ЛВЖ и ГЖ;
- насосная станция перекачки масел (в стадии пуско-наладочных работ);
- насосная станция аварийной перекачки ЛВЖ и ГЖ;
- лаборатория;
- вспомогательный корпус; ангары;
- технологические трубопроводы;
- резервуары опорожнения трубопроводов;
- АБК (не введен в эксплуатацию)

Территория склада ГСМ огорожена ж/б забором 2,4м.

Здание АБК двухэтажное с цокольным этажом 2-й степени огнестойкости, выполнено из железобетонных панелей. Размеры в плане 15x30м. Кровля плоская рубероидная. Находиться в стадии ремонта.

Лаборатория производит полный комплекс контрольных анализов с целью определения соответствия качества нефтепродуктов. Размеры в плане 14х30м, одноэтажное 2-й степени огнестойкости, стены панельные, окна пластиковые, кровля плоская рубероидная.

Операторская (ЛВЖ,ГЖ) в плане 8х5м, одноэтажное 2-й степени огнестойкости, стены из силикатного кирпича, окна пластиковые, кровля плоская рубероидная.

Склад пенообразователя отдельно стоящее одноэтажное кирпичное здание 2-й степени огнестойкости размерами в плане 6х9м. кровля круглая (арочного типа) металлическая. Внутри здания размещается 5 кубовых емкостей закольцованных между собой и 2 резервных кубовых емкости, с пенообразователем «Ялан».

Котельная дизельная, отдельно стоящее одноэтажное кирпичное здание 2-й степени огнестойкости размерами в плане 3х4м. кровля плоская рубероидная. Котел на дизельном топливе «Сомпакт» типа СА-250 2 шт. + расходный емкость на 500л. Подземный резервуар на 60м³ с 2-мя погружными насосами.

Насосная станция светлых нефтепродуктов

Предназначена для слива светлых нефтепродуктов из железнодорожных цистерн. Категория наружной установки, АН - повышенная взрывопожароопасность.

Насосное оборудование установлено на эстакаде с твердым покрытием под навесом.

Состав насосных агрегатов:

- два грузовых центробежных нефтяных насоса типа 6НБД8-Б с подачей 300м³/ч, напором 44м, с электродвигателями В225М4 и мощностью 55 кВт;

- два зачистных самовсасывающих центробежно-вихревых насоса типа 1АСЦЛ2С-24Г с подачей 30м³/ч, напором 54м, с электродвигателями В18034, мощностью 22 кВт.

Характеристика насосных агрегатов позволяет при необходимости следующие дополнительные операции:

- налив светлых нефтепродуктов в железнодорожные цистерны;

- внутри парковые перекачки нефтепродуктов;
- опорожнение трубопроводов и резервуаров светлых нефтепродуктов;
- опорожнение продуктоборников.

Вспомогательные корпуса (2 ангара) ангарного типа на ленточном фундаменте размеры в плане 15х34, 5 степени огнестойкости.

В данный момент проходят пуско-наладочные работы по вводу в эксплуатацию 2-х РВС V 3000м³.

1.4.1. Данные о пожарной нагрузке, краткое описание технологического процесса

Нефтепродукты поступают на склад ГСМ в железнодорожных цистернах. Прием нефтепродуктов осуществляется на сливных эстакадах, оборудованных устройствами нижнего слива, обеспечивающими герметичный слив. При неисправности прибора нижнего слива проектом предусмотрен аварийный верхний слив через наливной стояк. Процесс приема механизирован – перекачка ведется электро-насосными агрегатами. Прием нефтепродуктов железнодорожным транспортом производится круглосуточно ежедневно. Исходя территориальных и объемно-планировочных проектных решений, размещения технологического оборудования, аппаратного оборудования оформления, количества опасных решений в составе площадки склада по хранению и перевалке нефтепродуктов выделено шесть блоков:

Блок №1 - сливо-наливная эстакада светлых нефтепродуктов (ЛВЖ ГЖ). Общее количество опасного вещества находящегося в блоке одновременно 114тонн. Опасные вещества – автомобильный бензин, дизельное топливо. Оборудована 2-мя устройствами нижнего слива типа АСН-150ХЛ1, 2-мя сливными стояками. На эстакаде могут размещаться до 2-х цистерн грузоподъемностью по 60 тонн, или 1 грузоподъемностью 120 тонн. Протяженность ж/д эстакады 16метров.

Блок №2 - сливная эстакада темных нефтепродуктов (ГЖ). Общее количество опасного вещества находящегося в блоке одновременно 60тонн. Опасные вещества – индустриальные масла. Оборудована 4-мя устройствами

нижнего слива типа АСН-150ХЛ1, 4-мя сливными стояками. На эстакаде могут размещаться до 2-х цистерн грузоподъемностью по 60 тонн, или 1 грузоподъемностью 120 тонн. Протяженность ж/д эстакады 12 метров.

Блок №3 - Резервуарный парк светлых нефтепродуктов (ЛВЖ ГЖ). Общее количество опасного вещества находящегося в блоке одновременно 11598тонн. Опасные вещества – автомобильный бензин, дизельное топливо. РВС-1, РВС-2, РВС-3, резервуар стальной вертикальный объемом 3000 м³, РВС-4, РВС-5 резервуар стальной вертикальный объемом 2000 м³, РВС-6, РВС-7 резервуар стальной вертикальный объемом 1000 м³. Насосная аварийной перекачки.

Блок №4 - Резервуарный парк темных нефтепродуктов (ГЖ). Общее количество опасного вещества находящегося в блоке одновременно 680тонн. Опасные вещества – индустриальные масла. РВС-1М, РВС-2М, РВС-3М, РВС-4М, РВС-5М, РВС-6М, РВС-7М, РВС-8М, резервуар стальной вертикальный объемом 100м³, Насосная налива масел.

Блок №5 – Автоматическая система налива (АСН5-М1) светлых нефтепродуктов в автоцистерны. Общее количество опасного вещества находящегося в блоке одновременно 322тонны. Опасные вещества – автомобильный бензин, дизельное топливо. Автоматизированная система налива в автоцистерны, АСН-5М1 «Дельта» - 7шт. Трубопроводы.

Блок № 6 - Котельная дизельная. Котел на дизельном топливе «Сомракт» типа СА-250 2 шт. Общее количество опасного вещества находящегося в блоке одновременно 41тонна. Опасные вещества –дизельное топливо. Подземный резервуар на 60м³ с 2-мя погружными насосами. Бак объемом 500л. Трубопроводы.

Резервуары для светлых нефтепродуктов поделены на две группы, в первой группе резервуары № 1, 2, 3, во второй 4, 5, 6, 7. Вокруг каждой группы резервуаров выполнено обвалование с глубиной 2 м. Общая длина и ширина обвалования 100 на 70 метров. Стенки и дно обвалования выполнены из бетона. На дне обвалования предусмотрен слив пролитой ЛВЖ в подземные емкости «аварийного пролива», 3 шт. по 60 м³. Между группами резервуаров и обвалованиями соответственно существует проход. Обвалования соединены между

собой перекрытым тоннелем диаметром 0,8м. Все резервуары для светлых нефтепродуктов имеют систему орошения и стационарную систему надслойного пенотушения. Сухотруб системы орошения запитывается открытием задвижек на сети противопожарного водоснабжения.

Для аварийной перекачки которая расположена рядом с резервуарным парком ЛВЖ установлены 3 насоса аварийной перекачки. Аварийный слив топлива производится в подземную емкость объемом 3000м³.

Резервуарный парк масел состоит из 8 РВС 100 со стационарными крышами. Резервуары расположены одной группой с обвалованием глубиной 2 м. Стенки обвалования выполнены из бетона, дно земляное. Система орошения и пенотушения на резервуарах не предусмотрена проектом. В настоящее время резервуарный парк масел не эксплуатируется.

Автоматическая система налива (АСН) рассчитан на одновременную заправку ЛВЖ 6 авто-бойлеров, но как правило одновременно заполняется не более 2 авто-бойлеров.

таблица 7 - ТТХ резервуаров

Резервуар РВС 3000 Диаметр - 18980 мм, Высота - 12000 мм, Номинальный объем, куб. м. - 3000 Стенка: Количество поясов, шт. - 8 Толщина верхнего пояса, мм. - 6 Толщина нижнего пояса, мм. - 9	Резервуар РВС-2000 Диаметр - 15180 мм, Высота - 12000 мм, Номинальный объем, куб. м. - 2000 Стенка: Количество поясов, шт. - 8 Толщина верхнего пояса, мм. - 5 Толщина нижнего пояса, мм. - 7
Резервуар РВС-1000 Диаметр - 10430 мм, Высота - 12000 мм, Номинальный объем, куб. м. - 1000 Толщина верхнего пояса, мм. - 5 Толщина нижнего пояса, мм. - 6	Резервуар РВС-100 Диаметр - 4730 мм, Высота - 6000 мм, Номинальный объем, куб. м. - 100 Толщина верхнего пояса, мм. - 5 Толщина нижнего пояса, мм. - 5

1.5 Требования пожарной безопасности на опасных объектах

Согласно ГОСТ 12.1.004 – 91 пожаро - и взрывобезопасность должны обеспечиваться:

- системами предотвращения пожара и противопожарной защиты; [59]
- организационно – техническими мероприятиями.

Пожарная безопасность объектов должна обеспечиваться как при эксплуатации, так и в процессе изготовления, ремонта или при аварийных ситуациях.

Предотвращение инициации пожара должно достигаться:

- предотвращением образования горючей среды (максимально возможным применением негорючих и трудногорючих веществ и материалов; максимально возможным по условиям технологии ограничением массы и объёма горючих веществ, материалов и наиболее безопасным способом их размещения);
- предотвращением образования в горючей среде (или внесения в неё) источников зажигания (применением машин, механизмов, оборудования, устройств, при эксплуатации которых не образуются источники зажигания) следующими методами: поддержанием температуры нагрева машин, механизмов и оборудования, а также различных устройств и материалов, входящих в контакт с горючей средой, ниже предельно допустимой, равно 80% наименьшей температуры самовоспламенения горючего; уменьшением определяющего размера горючей среды ниже предельно допустимого по горючести.

Также используется ограничение массы и /или объёма горючих веществ и материалов, что достигается следующими способами:

- уменьшением массы и/или объёма горючих веществ и материалов, применяемых в конструкции или находящихся одновременно в помещении;
- устройством аварийного слива пожароопасных жидкостей и аварийного стравливания горючих газов из аппаратуры;

- периодической очисткой территории, где располагается объект, помещений, коммуникаций, аппаратуры от горючих отходов, отложений пыли и т.д.

- сокращением числа рабочих мест, где применяются пожароопасные вещества;

- удалением пожароопасных отходов производства;

- заменой ЛВЖ и ГЖ жидкостей на пожаробезопасные технические моющие средства.

На случай возникновения очага загорания противопожарная защита должна обеспечиваться:

- использованием средств пожаротушения и соответствующей пожарной техники;

- использованием автоматических установок пожарной сигнализации и пожаротушения;

- использованием основных строительных конструкций объектов с регламентированными пределами огнестойкости и пределами распространения огня;

- использованием пропитки конструкций объектов антипиренами и нанесением на их поверхности огнезащитных красок (составов);

- устройствами, обеспечивающими ограничение распространения пожара;

- организацией своевременной эвакуации людей;

- применением средств коллективной и индивидуальной защиты людей от опасных факторов пожара;

- применением систем противодымной защиты.

Ограничение распространения пожара за пределы очага должно обуславливаться следующим:

- устройством противопожарных преград;

- установлением предельно допустимых площадей противопожарных отсеков и секций;

- ограничением аварийного отключения и переключения установок и коммуникаций;
- применением средств, предотвращающих или ограничивающих разлив и растекание жидкостей при пожаре;
- применением огнепреграждающих устройств в оборудовании.

Организационно – технические противопожарные мероприятия включают в себя:

- организацию пожарной охраны соответствующего вида (профессиональной, добровольной и т.п.), численности и технических процессов и объектов в части обеспечения пожарной безопасности;
- широкое привлечение общественности к вопросам обеспечения пожарной безопасности;
- организацию обучения рабочих и служащих правилам пожарной безопасности;
- разработку и реализацию норм и правил пожарной безопасности, инструкций о порядке работы с пожароопасными веществами и материалами, о соблюдении противопожарного режима и о действиях людей при возникновении пожара;
- разработку мероприятий по действиям администрации, рабочих, служащих на случай возникновения пожара и организации эвакуации людей;
- изготовление и использование средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности.

1.6 Анализ мер пожарной безопасности, характерных для склада ГСМ

Помещения лаборатории, операторской, защищены прибором приемно-контрольный и управления пожарный ППКУП "С2000-АСПТ" с выходом сигнала в помещение охраны, (в дальнейшем - прибор) предназначен для:

- защиты одного направления пожаротушения;

– управления автоматической установкой пожаротушения (АУП) газового, порошкового или аэрозольного типов в автоматическом и дистанционном режимах;

– приема извещений от автоматических и ручных пассивных, активных (питающихся по шлейфу) и четырехпроводных пожарных извещателей (ИП) с нормально-замкнутыми или нормально-разомкнутыми внутренними контактами;

– управления звуковыми и световыми оповещателями (ЗО и СО);

– управления отключением вентиляционных систем и иным инженерным оборудованием;

– приёма команд и выдачи тревожных извещений по интерфейсу RS-485 на сетевой контроллер (пульты контроля и управления "С2000" 1), "С2000М", версии 2.02, либо компьютер с установленным ПО АРМ "Орион" выпуск 6 и выше);

– контроля исправности цепей управления АУП, световых и звуковых оповещателей;

– приема извещений от: датчиков состояния (ДС) дверей; сигнализаторов давления (СДУ); блоков контрольно-пусковых "С2000-КПБ" (в дальнейшем – блок "С2000-КПБ"); датчиков ручного пуска; считывателей электронных идентификаторов (ЭИ);

– выдачи извещений "Пожар" и "Неисправность" на пульт пожарной части Информационная емкость прибора.

Количество защищаемых направлений 1.

Количество шлейфов сигнализации (ШС) 3.

Разветвлённость прибора (количество коммутируемых цепей, приходящихся на одно направление) 8.

Количество выходов для запуска АУП:

– без блоков "С2000-КПБ" – 1;

– совместно с блоками "С2000-КПБ" – до 97

Количество выходов для управления световыми оповещателями – 3:

– СО1: табло "УХОДИ" ("Газ – уходи", "Порошок – уходи", "Аэрозоль – уходи", в зависимости от типа АУП);

– CO₂: табло "НЕ ВХОДИТЬ" ("Газ – не входите", "Порошок – не входите", "Аэрозоль – не входите", в зависимости от типа АУП);

– CO₃: табло "Автоматика отключена".

Количество выходов для управления звуковыми оповещателями – 1: – ЗО: выход "Сирена".

Количество выходов для отключения вентиляционных систем – 1.

Количество выходов для питания внешних устройств, напряжением 12 В – – "12В".

Количество выходов для питания внешних устройств, напряжением 24 В – – "24В".

Количество входов цепей контроля – 9:

– цепи ШС1, ШС2, ШС3;

– цепь ДС двери ("ДВЕРЬ");

– цепь датчиков ручного пуска ("РУЧН.");

– цепь СДУ ("СДУ"); – цепь считывателей ЭИ ("ШУ+");

– интерфейс RS-485-1 ("A1", "B1");

– интерфейс RS-485-2 ("A2", "B2");.

Количество выходов на пожарную часть – 2:

– "Пожар" ("ПОЖАР");

– "Неисправность" ("НЕИСПР").

Информативность прибора (количество видов извещений). Виды извещений:
– "Аварийный пуск"; – "Взятие зоны под охрану";

Устройство УПКОП 135-1-1 предназначено для установки во взрывоопасных зонах классов В-I, В-Ia, В-Iб, В-Iг, В-II, В-IIa, в которых возможно наличие взрывоопасных смесей газов или паров категории IIА, IIВ, IIС при отсутствии в воздухе паров кислот и щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

Технические характеристики

Климатическое исполнение УЗ.1 по ГОСТ 15150.

Диапазон рабочих температур от минус 30 до 50оС.

Питание от источника постоянного тока номинальным напряжением 12 В.

Потребляемая мощность в дежурном режиме и режиме "тревога" не более 0,5 Вт.

В дежурном режиме работы напряжение в искробезопасном шлейфе $6,8 \pm 2$ В, ток $1,8 \pm 1$ мА, при сопротивлении выносного элемента $R_{ЭВ} = 3,9 \pm 0,39$ кОм.

Устройство обеспечивает при обрыве искробезопасного шлейфа напряжение не более 29,5 В, при коротком замыкании ток не более 6 мА.

Количество подключаемых искробезопасных шлейфов "ia" - 1.

Устройство обеспечивает искробезопасность шлейфа:

при емкости шлейфа ($C_{шсia}$), мкФ, не более 0,1;

индуктивности ($L_{шсia}$), мГн, не более 2.

Устройство устойчиво к воздействию электромагнитных помех со степенью жесткости не ниже 4 по ГОСТ Р 50009.

Класс защиты от поражения электрическим током по ГОСТ 12.2.007 - I.

Габаритные размеры устройства, мм, не более: БИВ 91x156x45; ЭВ d80x41.

Средний срок службы не менее 10 лет

В помещениях АБК установлен ТОПАЗ-1 - Устройство приёмно-контрольное охранно-пожарное.

Устройство обеспечивает:

- прием сигналов от пожарных и охранных извещателей с размыкающими контактами;

- контроль исправности связей сигнальных линий с контролируемыми объектами;

- отображение поступающей информации с помощью световых и акустических сигнализаторов с индивидуальной расшифровкой адреса и вида сигналов;

- выдачу на пульт централизованного наблюдения отдельных сигналов "Пожар", "Тревога", "Авария";

формирование адресных команд телеуправления установками автоматического пожаротушения и систем противопожарной и противодымной защиты объектов

Технические данные

Номинальное напряжение основного источника питания от сети переменного тока, В 220 +22...-33

Частота сети, Гц 50 ± 1 ; 60 ± 1

Потребляемая устройством мощность в дежурном режиме от сети переменного тока, В-А, не более 25

Номинальное напряжение резервного источника питания постоянного тока, В $24 \pm$

Максимальный потребляемый ток от резервного источника питания постоянного тока, А, не более 0,9

Сопротивление проводов линии связи, кОм, не более 1

Мощность светового и звукового сигнализаторов, подключаемых к устройству, В. А. 60

Частота мигающего светового сигнала, Гц 0,5...3

Габаритные и установочные размеры, мм, не более: 410x170x230
базового элемента линейного блока

Масса составных частей устройства, кг, не более:
базового элемента 10

линейного блока 9

В помещениях с взрывоопасной средой установлены извещатели пожарные тепловые взрывозащищенные ИП103-2/1

Основные технические данные

Извещатели поставляются с фиксированным температурным порогом срабатывания, который перенастройке не подлежит! 2.2 Диапазон питающих напряжений 8-28 В. Без использования ОЭ допускается включать извещатель в шлейфы с напряжением питания 6-28 В. 2.3 Предельный коммутируемый ток 0,1 А. ИП103-2/1-ТР пассивный и ток не потребляет. Ток потребления ИП103-2/1-ТР-ОЭ, не более: 50 мкА.

Полное сопротивление замкнутых контактов не более 1,0 Ом.

Условия эксплуатации извещателя: а) температура окружающего воздуха для соответствующих температурных классов Т5 от -550С до +700С (допускается кратковременный нагрев до +1000С); Т6 от -550С до +700С (допускается кратковременный нагрев до +850С); б) относительная влажность воздуха 100% при температуре не более 250С и давлении от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.); в) извещатель устойчив к воздействию соляного (морского) тумана.

Извещатель виброустойчив к воздействию синусоидальной вибрации с частотой от 2 до 150 Гц.

По способу защиты от поражения электрическим током извещатель соответствует классу III по ГОСТ 12.2.007.0.

Габаритные размеры корпуса извещателя с двумя ввинченными кабельными вводами не более 265x86x225 мм. Длина трубки чувствительного элемента 147±1 мм.

Масса извещателя не более 0,9 кг.

Назначенный срок службы: 10 лет.

Вводное устройство извещателя выполнено для монтажа кабелем круглого сечения наружным диаметром 6-10 мм (по резиновому уплотнению – поясной изоляции). Извещатели комплектуются вводными устройствами по заявке потребителей: а) кабельными вводами для монтажа бронированным кабелем с наружным диаметром брони не более 12 мм ; б) штуцерами для подсоединения к трубной разводке, резьба штуцеров внешняя G¹/₂" в) кабельными вводами для монтажа кабелем в металлорукаве , применение металлического рукава возможно в соответствии с требованиями п.9.1.1 и п.12.2.2.5 ГОСТ Р 51330.13.

Рекомендуется применять металлорукав марки РЗ-Ц-Х или Металанг с диаметром условного прохода 15 мм.

Выбор кабеля проводить в соответствии с СП 6.13130.2009, сечение жил 0,75-1,0 мм² , диаметр поясной изоляции 6-10 мм.

Клеммы WAGO позволяют зажимать провода сечением 0,08-2,5 мм² .

Размещать извещатели следует согласно требованиям СП 5.13130.2009.

Расположение извещателя в пространстве – произвольное

В помещениях с не взрывоопасной средой установлены: извещатель пожарный ручной ИПР

Технические характеристики

Питание извещателя ИПР осуществляется от приемно-контрольных приборов систем пожарной сигнализации напряжением со следующими параметрами:

- форма напряжения
- импульсная знакопеременная;
- диапазон напряжения – от 9 до 30 В;
- длительность положительного такта – $(0,70 \pm 0,15)$ с;
- длительность отрицательного такта – $(0,05 \pm 0,1)$ с, при этом амплитуда отрицательного такта должна быть не менее половины амплитуды положительного такта.

Ток, потребляемый извещателем ИПР:

- в дежурном режиме – не более 0,05 мА;
- в режиме передачи тревожного сигнала – (5 ± 1) мА.

Электрические параметры коммутации герконом:

- диапазон электрического тока от 0,05 до 100 мА;
- диапазон постоянного напряжения от 5 до 65 В.

Свечение оптического индикатора красного цвета, расположенного на лицевой панели извещателя:

- при дежурном режиме
- в импульсном режиме свечения (короткими вспышками);
- при приеме приемно-контрольным прибором извещения "Пожар"
- в прерывистом режиме свечения (с короткими погасаниями).

Габаритные размеры извещателя ИПР - не более 150x45x120 мм.

Масса извещателя ИПР - не более 0,35 кг.

Станция налива масла (в стадии пусконаладочных работ) Буран-8Н

Технические характеристики модуль порошкового пожаротушения (МПП):

Величина пускового тока - мА100

Устанавливается на высоту до 3 метров

Защищает объем до 18 метров квадратных

Срабатывает в течении 2сек.

Общие размеры – 250мм. диаметр и 170мм. высота

Масса рабочего вещества 1.95 кг.

Полный вес – 3.6 кг.

Сам процесс срабатывания модуля происходит следующим образом: электросигнал приходит на активационное устройство запускающее газогенератор. В результате активного выделения газа происходит скачек давления внутри корпуса с порошковым веществом, вследствие этого специальная мембрана перекрывающая выход разрушается и порошок под большим давлением поступает в систему.

Основным действием модулей является ограничение действия возгорания определенной областью, другими словами МПП не дает огню распространится далее той территории, что он уже смог занять и далее производится тушение.

Автоматизированная система налива типа АСН-5М1 "Дельта", обеспечивающая прекращение налива при достижении предельного уровня нефтепродукта в автоцистерне;

Технические характеристики

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений, %:

- объема продукта $\pm 0,25$

- плотности продукта при вязкости до 50 сСт $\pm 0,15$

- массы продукта $\pm 0,4$

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений;

- температуры, °С $\pm 0,5$

Минимальный объем продукта при отпуске, л 1000

Максимальный расход, м³/ч 75

Минимальный расход, м /ч 20

Максимальное рабочее давление, МПа 1,0

Автоматизированная система "Струна-М", осуществляющая замер уровня плотности и температуры хранимого нефтепродукта, а также сигнализацию наличия подтоварной воды.

Технические характеристики

Диапазон измерения уровня (без плотности) мм от 150 до 4000

Диапазон измерения уровня (с плотностью), мм от 200 до 4000

Абсолютная погрешность измерения уровня мм $\pm 1,0$

Порог чувствительности мм 0,2

Температурный диапазон эксплуатации ППП 0 С от - 40 до + 50

Абсолютная погрешность измерения температуры н/продукта "С $\pm 1,0$

Диапазон измерения плотности 600-880 кг/м³:

- диапазон (АИ-80) кг/м³ от 690 до 760

- диапазон (АИ-92, АИ-95, АИ-98) кг/м³ от 715 до 785

- диапазон (ДТ) кг/м³ от 810 до 880

Абсолютная погрешность измерения плотности кг/м³ $\pm 1,5$

Сигнализация наличия подтоварной воды на уровне мм 25

Количество контролируемых резервуаров шт. до 16

Длина кабеля от каждого резервуара до операторской, М до 200

Количество выходов управления силовыми цепями на каждый резервуар шт. 4

Параметры цепи управления (коммутации):

силовые цепи В/А ~220/0,5

маломощные цепи (сухой контакт): В/А =27/0,5 =12/1,0 =5/1,5А

Питание:

Напряжение В 220+10-15%

потребляемый ток А 0,6

Условия поставки и ввод в эксплуатацию уровнемера "Струна-М"

Датчики уровнемера поставляются с крепежным фланцем, обеспечивающим герметичность и вертикальность установки его в резервуаре.

СС-1 Сирена сигнальная звуковой оповещатель предназначен для подачи мощных звуковых сигналов, отличающихся от производственных шумов, что обеспечивает их хорошую слышимость.

Технические характеристики

Номинальное напряжение, В 220*

Частота тока, Гц 50* Потребляемая мощность, ВА, не более 35

Сила звука, дБ, не менее 98 Масса, кг, не более 1,5

1.7 Средства пожаротушения, применяемые на складе ГСМ. Их назначение и правила применения. Наружное противопожарное водоснабжение.

Сеть противопожарного водопровода кольцевая (К-200) подземной прокладки. На ней установлены пожарные гидранты на расстоянии 100м друг от друга; свободный напор в сети 60м. Предусмотрено повышение давления в сети при помощи запуска дополнительного насоса в помещении насосной.

Таблица 8 - Наружное водоснабжение

№ п/п	Место расположения пожарных гидрантов	Диаметр водопровода, тип сети	Давление в сети (атм)	Расстояние до объекта (м)	Q Сети л/сек
1	2	3	4	5	6
1	На территории склада 11 ПГ	К-200	4 атм.	-	130

При необходимости можно использовать открытый естественный водоем, расположенный с западной стороны склада ТНПС на расстоянии 100м.

Таблица 9 - Внутреннее водоснабжение

Место расположения	Кол-во ПК	Q л/сек	Наличие насосов повысителей	Наличие первичных средств пожаротушения
1	2	3	4	5
Лаборатория	2	2,5	-	ОП-5 2 шт.
Операторская	нет	-	-	ОП-5 2 шт.
Склад ПО	нет	-	-	ОП-5 1 шт.
Вспомогательные склады	нет	-	-	ОП-5 2 шт.

диаметр водопровода – 50 мм

длина пожарного рукава – 20 м

На складе предусмотрено пенное пожаротушение ВМП с помощью передвижной пожарной техники. Для тушения принят пенообразователь марки ПО-1. РВС объемом от 1000м³ до 3000м³ оборудованы, пеногенераторами сухими трубопроводами и соединительными головками, выведенными за обвалование. Резервуары оборудованы кольцами орошения, охлаждение РВС осуществляется водяным орошением с помощью открытия задвижек в колодцах расположенных по периметру парка РВС.

таблица 10 - Перечень первичных средств пожаротушения

Перечень первичных средств пожаротушения			
№п/п	Место хранения	Средство пожаротушения	Количество, шт.
1.1	ДТ V=3000м ³	ГПС-600	3
1.2	Бензин V=3000м ³	ГПС-600	4
1.3	Бензин V=2000м ³	ГПС-600	3
1.4	Бензин V=1000м ³	ГПС-600	2

Для водяного охлаждения цистерн насосной перекачки ЛВЖ ГЖ, насосной перекачки масла установлены сухотрубы с лафетными стволами по 2 шт. на каждую насосную.

Глава 2 ОРГАНИЗАЦИЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА

2.1 Организация тушения пожара персоналом объекта до прибытия пожарных подразделений

Порядок действий персонала объекта по тушению пожара и ликвидации аварийных ситуаций описан в приложении А (выписка из Плана ликвидации аварийных ситуаций, стр. 90) [22]

2.2 Прогноз пожара

С учётом вероятности распространения опасных факторов пожара наиболее неблагоприятная обстановка может сложиться при возникновении пожара в одном из трех (группа) резервуаров хранения светлых нефтепродуктов (резервуар №3).

В результате удара молнии, произошел взрыв паровоздушной смеси и возгорание бензина в резервуаре №3 парка светлых нефтепродуктов. Создалась угроза разрушения резервуара и разлива бензина в обвалование и распространения пламени на соседние резервуары.

Резервуары для хранения нефтепродуктов наземные вертикальные стальные цилиндрические. Объем резервуара - 3000 м³, площадь зеркала – 283 м², высота - 12 м, диаметр – 19м, периметр – 60м.

Рекомендуемые средства и способы тушения пожара.

Первоочередной задачей при тушении пожаров в вертикальных стальных резервуарах (РВС) является организация охлаждения горящего и соседних резервуаров водой.

Первые стволы подаются на охлаждение горящего резервуара по всей длине окружности его стенки, затем на охлаждение соседних, находящихся на расстоянии от горящего не более двух минимальных расстояний между резервуарами по длине полуокружности, обращенной к горящему резервуару.

Основным средством тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарных парках является воздушно-механическая пена средней и низкой кратности.

Огнетушащие действия воздушно-механической пены заключается в изоляции

поверхности горючего от факела пламени, снижении вследствие этого скорости испарения жидкости и сокращения количества горючих паров, поступающих в зону горения, а также в охлаждении горячей жидкости.

Перед проведением пенной атаки на месте пожара создается трехкратный запас пенообразователя при нормативном времени тушения пожара 15 мин., сосредотачивается необходимое количество сил и средств. Предусматривается подача лафетных или ручных стволов для защиты пеноподающей техники при проведении пенной атаки и дыхательной аппаратуры резервуаров.

Пенная атака проводится одновременно всеми расчетными средствами до полного прекращения горения. Подача пены продолжается не менее 5 минут после прекращения горения для предупреждения повторного воспламенения горючей жидкости.

При пожарах резервуаров, основным поражающим фактором является волна прорыва, приводящая к разрушению обвалования, запорной аппаратуры и резкому увеличению теплового воздействия возникающего при горении разливов.

Для оценки последствий таких разливов, зонами их действия принимаются:

– при частичном и полном разрушении хранилищ без образования волны прорыва - территория в пределах обвалования резервуаров;

– при полном разрушении хранилищ с образованием волны прорыва в направлении смежного резервуара - территория в пределах обвалования двух резервуаров;

– при полном разрушении хранилищ с образованием волны прорыва во всех направлениях, кроме смежного резервуара - полукруг с центром в середине полосы прорыва площадью равной частному от деления объема перелившейся жидкости на высоту слоя разлива 50 мм;

– при полном и (или) частичном разрушении запорного оборудования и трубопроводов - круг с центром в месте разрушения (повреждения) площадью равной частному от деления объема разлившейся жидкости на высоту слоя разлива 50мм;

– при возгорании разливов, зонами действий поражающих факторов являются территории самих разливов и площади территории, ограниченные фигурами подобия формам разливов с удалением граничных точек от периметра разлива на величину расчетного радиуса зоны действия поражающего фактора соответствующей интенсивности.

При наличии ветра горение значительно усиливается, масса дыма и пламени отклоняется в сторону, тем самым тем самым усложняется обстановка на пожаре за счет увеличения вероятности распространения пожара на соседние резервуары и сооружения, ведет к потере ориентации, сковывает действия пожарных подразделений.

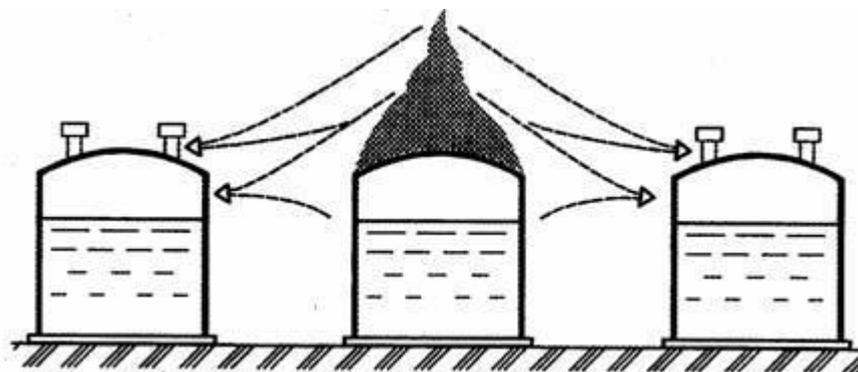


Рис. 3 Схема переноса тепловой энергии на смежные резервуары

Температура пламени зависит от вида нефтепродукта и практически не зависит от размеров факела и колеблется от 1000 до 1300°С.

2.3 Расчёт сил и средств тушения пожара

$$V=3000\text{м}^3 \quad D = 19\text{м} \quad S_{\text{зеркала}} = 283\text{м}^2$$

1. Определение времени свободного развития пожара:

$$T_{\text{св}} = T_{\text{ос}} + T_{\text{сбора}} + T_{\text{след}} + T_{\text{бр}} = 1 + 1 + 9 + 3 = 14 \text{ (мин)} \quad (1)$$

где $T_{\text{след}} = 60 \times 6.5 / 45 \approx 8,6 \text{ мин.} = 9 \text{ мин.}$

2. Определяем необходимое количество стволов РС–70 на охлаждение горящего резервуара:

$$N^{\text{гор. ст. А}} = D/4 = 19/4 = 4,5 \text{ принимаем } 5 \text{ стволов РС–70} \quad (2)$$

где D – диаметр горящего резервуара,

3. Определяем необходимое количество стволов РС-70 на охлаждение соседних резервуаров:

– резервуар № 2

$$N_{\text{ст.А}}^{\text{оох.}} = D/20 = 19/20 = 0.95 \text{ из тактических принимаем } 2 \text{ (ствола РС-70);}$$

где D – диаметр горящего резервуара равный 19м

– резервуар № 4

$$N_{\text{ст.А}}^{\text{оох.}} = D/20 = 15/20 = 0.75 \text{ из тактических принимаем } 2 \text{ (ствола РС-70);}$$

где D – диаметр горящего резервуара равный 15м,

Из тактических соображений принимаем:

– один РС-70 на защиту пеноподающей техники;

4. Определяем требуемое количество отделений для охлаждения резервуаров:

$$N_{\text{отд}}^{\text{охл}} = \frac{N_{\text{охл}}^{\text{с}}}{n_{\text{ств.}}^{\text{Л(РС-70)}}} + \sum \frac{N_{\text{охл}}^{\text{с}}}{n_{\text{ств.}}^{\text{Л(РС-70)}}} = \frac{5}{2} + \left(\frac{2}{2} + \frac{2}{2}\right) = 4,5 \Rightarrow 5 \text{ (отд.)}, \quad (3)$$

где $n_{\text{ств.}}^{\text{РС-70}} = 2$ – количество стволов РС-70, подаваемых одним отделением.

5. Определяем требуемое количество генераторов для проведения пенной атаки:

$$N_{\text{ГПС}} = \frac{S_n \cdot I_{\text{тр}}^{\text{р-р}}}{q_{\text{ств.}}^{\text{р-р}}} = \frac{283 \cdot 0,08}{6} \Rightarrow 4 \text{ (ГПС-600)}, \quad (4)$$

где $S_n = 283 \text{ м}^2$ – площадь горения поверхности жидкости в резервуаре;

$I_{\text{тр}}^{\text{р-р}} = 0,08 \text{ л/(с}\cdot\text{м}^2)$ – требуемая интенсивность подачи водного раствора пенообразователя на тушение пожара;

$q_{\text{ств.}}^{\text{р-р}} = 6 \text{ л/с}$ – расход раствора пенообразователя из пеногенератора ГПС-600.

6. Определяем требуемое количество пенообразователя на тушение пожара:

$$V_{\text{по}} = N_{\text{ГПС}} \cdot q_{\text{ГПС}}^{\text{но}} \cdot t_n \cdot 60 \cdot K_3 = 4 \cdot 0,36 \cdot 15 \cdot 60 \cdot 3 = 3888 \text{ (л)}, \quad (5)$$

где $q_{\text{ГПС}}^{\text{но}} = 0,36 \text{ л/с}$ – расход ГПС по пенообразователю (6 % концентрация раствора);

$t_n = 15 \text{ мин.}$ – нормативное время проведения пенной атаки;

$K_3 = 3$ – трехкратный запас пенообразователя.

7. Определим общий требуемый расход воды на тушение и защиту.

$$Q_{\text{требуемый}} = N_{\text{ГПС туш.}} \times q_{\text{ГПС}} + N_{\text{ОХЛ.СТ.А}} \times q_{\text{СТ.А}} + N_{\text{ЗАЩ.СТ.А}} \times q_{\text{СТ.А}} + N_{\text{ЗАЩ.ТЕХ.}} \times q_{\text{СТ.А}} \\ = 4 \times 5,64 + 5 \times 7,4 + 2 \times 7,4 + 2 \times 7,4 + 1 \times 7,4 = 96,6 \text{ л/с} \quad (6)$$

$$Q_{\text{вод}} = 130 \text{ л/с} > Q_{\text{ф}} = 96,2 \text{ л/с};$$

существующий водопровод обеспечит требуемый расход воды

8. Предельное расстояние между водоисточником и местом установки пеноподъемника определяют по формуле:

$$L = \frac{16,7(H_H - h_{\text{см}}) - Z}{SQ^2} = 16,7(10-6) - 13 / 0,015 \times 36 \approx 100 \text{ м}$$

где H_H – напор на насосе = 10

$h_{\text{см}}$ – напор у пеногенераторов, м = 6

Z – высота подъема стволов, м = 13

S – сопротивление одного напорного рукава длиной 20 м; $77 = 0,015$

Q – подача воды (раствора пенообразователя), л·с⁻¹ = 6

9. Определение требуемой численности личного состава:

$$N_{\text{л/с}} = N_{\text{л/с пеноп.}} + N_{\text{ГОР. ст.А}} \times 3 + N_{\text{СОС. ст.А}} \times 3 + N_{\text{ПБ}} + N_{\text{М}} + N_{\text{СВ}} = 6 + 5 \times 2 + 4 \times 2 + 9 + 4 + 1 = 38$$

где: $N_{\text{л/с пеноп.}}$ - количество л/с задействованного в установке пеноподъемника;

$N_{\text{ГОР. ст.А}}$ - количество л/с задействованного в подаче стволов РС-70 на охлаждение горящего РВС;

$N_{\text{СОС. ст.А}}$ - количество л/с задействованного в подаче стволов РС-70 на охлаждение соседнего РВС;

$N_{\text{ПБ}}$ - постовые ПБ ГДЗС;

$N_{\text{М}}$ - работа на автомобилях и контроль насосно-рукавных систем;

$N_{\text{СВ}}$ - связные РТП, НШ, НТ, НУТ;

10. Определение требуемого количества отделений:

$$N_{\text{Ото}} = \frac{N_{\text{л/с}}}{4} = \frac{38}{4} = 9,5 \text{ отделений}$$

где: 4 - количество личного состава на АЦ-40

По вызову № 2 к месту пожара пребывает согласно расписанию выездов 8 отделений основной и 5 специальной техники, с общим количеством личного состава

с учетом складывающейся обстановки 43 человека, что в данном случае достаточно для ведения успешных действий по тушению пожара. При необходимости вызывать к месту пожара дополнительно оперативные группы Тольяттинского гарнизона ГПС или повышать ранг пожара.

2.4 Силы и средства, привлекаемые на тушение пожара и время их сосредоточения

Силы и средства привлекаются согласно Расписания выезда подразделений пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на территории городского округа Тольятти

Таблица 11 - Силы и средства, привлекаемые на тушение пожара и время их сосредоточения [69]

Ранг пожара	Подразделения	Количество и тип пожарных автомобилей	Численность боевого расчета / звенов ГДЗС	Расстояние от пожарных подразделений до объекта, км	Время следования, мин.	Кол-во огнетушащего вещества	
						Воды, л	ПО, л
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ПЧ-35	2 АЦ	8/2	1,0	1	6000	380
1-Бис	ПЧ-146	1 АЦ	4/1	5	1,5	2500	150
	ПЧ-86	1 АЦ	4/1	5	7	2500	150
2	ПЧ-86	1 АЦ 1 АГ	6/1	4	7	2500	150

продолжение таблицы 11							
	ПЧ-70	1 АЦ	4/1	7,5	13	3000	150
	ПЧ-13	1 АЦ 1 АЛ/АКП	5/1	7,5	13	3000	150
	ПЧ-11	1 АЦ	4/1	9	14	3000	150
	ПЧ-65	1 АЦ	4/1	9	21	3000	150
	ПЧ-75	1 АЦ	4/1	9	16	3000	150
	МБУ «ЦГЗ»	2 АСА	8/2	12,5	17	-	-
	ГСС	1 АГГС	4/1	17	1	3000	150
	Итого:	АЦ-10, АЛ/АКП-2, АГ-1, АСА- 2, АГГС-1	55/13			31500	1730
3	ПЧ-76	1 АЦ	4/1	13,5	19	2500	150
	ПЧ-63	1 АЦ	4/1	25	26	2500	150
	ПЧ г. Самара	1 АЦ	4/1	70	90	2500	150
	ПЧ г. Самара	1 АЦ	4/1	70	90	2500	150
	Итого:	АЦ-14, АЛ/АКП-2, АГ-1, АСА2	71/17			41500	2330

По требованию руководителя тушения пожара (РТП) к месту пожара могут быть высланы дополнительные силы и средства, в количестве необходимом для решения основной боевой задачи.

2.5 Тактико-техническая характеристика и основные тактические возможности основных и специальных пожарных автомобилей, находящихся на вооружении Тольяттинского местного гарнизона

2.5.1 Тактико-техническая характеристика основных автоцистерн

Они предназначены для доставки к месту пожара л/с, пожарных устройств и пожарного оборудования, запаса огнетушащих веществ (воды, пенообразователя или раствора смачивателя) и подачи пожарных стволов (водяных и пенных) как без установки, так и с установкой на водоисточник. [40]

Кроме того, пожарные автоцистерны могут быть использованы как промежуточные объемы при перекачке воды

Таблица 12 - Тактико-техническая характеристика основных автоцистерн

Показатели	АЦ-40(130) (модель 63Б)	АЦ-40(131) (модель 137)
Максимальная скорость, км/ч	80	80
Число мест для боевого расчета, включая водителя	7	7
Масса с полной нагрузкой, кг	9600	11050
Наименьший радиус поворота, м	8,0	10,2
Расход горючего на 100 км,	44,0	40,0
Емкость бака для горючего, л	150	170
Марка насоса		
Подача воды при высоте всасывания 3,5 м, л/мин	2400	2400
Напор, м	100	100
Емкость, л:		
Цистерны для воды	2350	2400
Бака для пенообразователя	165	150

2.5.2 Тактико-техническая характеристика пожарных насосных станций

Таблица 13 - Тактико-техническая характеристика пожарных насосных станций [40]

Показатели	ПНС-110 (131) (модель 131)
Максимальная скорость, км/ч	80
Число мест для боевого расчета	3
Масса с полной нагрузкой, кг	11000
Габаритные размеры, мм:	
Длина	7370
Ширина	2500
Высота	2680
Наименьший радиус поворота, м	10,2
Контрольный расход топлива на 100 км. л	40
Модель насоса	ПН-110
Подача воды при высоте всасывания 3,5 м, л/мин	6600
Напор, м	100
Наибольшая геометрическая высота всасывания, м	7
Марка двигателя привода насоса	2Д12Б
Мощность двигателя привода насоса, кВт (л. с.)	221 (300)
Время всасывания воды с глубины 7 м, с	70

2.5.3 Тактико-техническая характеристика пожарной автолестницы

Пожарная автолестница (АЛ) предназначена для подъема пожарных в верхние этажи зданий и сооружений, эвакуации людей и ценностей из верхних этажей горящих зданий и сооружений и служит для тушения пожаров водой или воздушно-механической пеной с помощью лафетного ствола и пеногенераторов,

установленных на вершине комплекта колен, для перемещения тяжестей краном при сложенных коленях. [39]

Таблица 14 - Тактико-техническая характеристика пожарной автолестницы

Показатели	АЛ-30(131) ПМ 506
Тип шасси	ЗИЛ-131
Число мест для боевого расчета	5
Габаритные размеры, мм:	
Длина	9800
Ширина	2500
Высота	3160
Масса с полной нагрузкой, кг	10300
Наименьший радиус поворота, м	10,2
Максимальная скорость, км/ч	80
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	110(150)
Контрольный расход топлива на 100 км, л	40
Запас хода по топливу, км	400
Емкость топливного бака, л	170
Длина полностью выдвинутой лестницы, м:	
Без дополнительного колена	30,2
С дополнительным коленом	32,2
Время выполнения маневров лестницы, с:	
Подъем колен на 75°	30±3
Выдвигание колен на полную длину	30±3
Поворот колен на 90° вправо, влево	15±3
Одновременный подъем на 75° полное выдвигание колен и поворот на 90°	55

продолжение таблицы 14

Максимально допустимая нагрузка на вершину колен свободностоящей лестницы (без дополнительного колена), кг, при угле подъема:	
75°	325
Свыше 60°	200
Грузоподъемность лифта, кг	-

2.5.4 Тактико-техническая характеристика рукавного автомобиля

Пожарные рукавные автомобили осуществляют прокладку одной или двух одновременно магистральных рукавных линий на ходу движения автомобиля со скоростью 9 - 12 км/ч из рукавов диаметром 150, 110, 89 или 77 мм; механизированную намотку рукавов в скатки, погрузку и транспортирование их с пожара, а также могут подавать мощные струи воды или воздушно-механической пены для тушения пожаров с помощью стационарного лафетного ствола, установленную на кабине водителя. [38]

Таблица 15 - Тактико-техническая характеристика рукавного автомобиля

Показатели	AP-2(131)(модель 133)
Тип шасси	ЗИЛ-131
Число мест для боевого расчета	3
Габаритные размеры, мм:	
Длина	7275
Ширина	2536
Высота	3030
Масса с полной нагрузкой, кг	10425
Наименьший радиус поворота, м	10,2

продолжение таблицы 15

Максимальная скорость, км/ч	80
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	110 (150)
Контрольный расход топлива на 100 км, л	40
Емкость топливных баков, л	170
Длина вывозимых напорных рукавов, м, диаметром, мм:	
150	1340
110	1760
89	1900
77	2040
Скорость выкладки рукавов в линию, км/ч	9
Максимальное время механизированной прокладки рукавных линий, мин	2,5
Ствол стационарный лафетный:	ПЛС-60КС
Напор рабочий у ствола, м	6-8
Пропускная способность по воде при напоре 80 м и спрыске диаметром 50 мм, л/с	60
Пропускная способность по пене кратностью 8, м ³ /мин	25
Дальность струи воды, м	60
Угол подъема в вертикальной плоскости, град:	
Вверх	60
Вниз	15
Угол поворота в горизонтальной плоскости влево и вправо от оси автомобиля, град.	70
Мостик рукавный, шт.	4
Зажим рукавный, шт.	8

2.5.5 Тактико-техническая характеристика автомобиля газодымозащитной службы

Автомобили газодымозащитной службы предназначены для доставки к месту пожара или аварии личного состава, средств дымоудаления, аппаратов защиты органов дыхания, специального оборудования, инструментов, средств связи и освещения. Подразделения, вооруженные автомобилями газодымозащитной службы, во взаимодействии с подразделениями на основных и специальных пожарных машинах осуществляют спасание людей, проводят разведку и тушение пожаров в задымленной и отравленной атмосфере, а также создают условия для успешного тушения пожаров подразделениями пожарной охраны. Отделение на автомобиле ГДЗС может работать в полном составе или в составе двух звеньев. [38]

Таблица 16 - Тактико-техническая характеристика автомобиля газодымозащитной службы

Параметры	Автомобиль АГ-12 (3205)
Шасси	ПАЗ 3205
Число мест для боевого расчета (включая место водителя)	8
Масса автомобиля в снаряженном состоянии, кг	4830
Максимальная скорость, км/ч	80
Мощность двигателя, л. с.	120
Номинальная мощность электрогенератора, кВт	12
Напряжение, В	230
Частота, Гц	50
Род тока	Переменный

2.6 Водоотдача сети наружного противопожарного водоснабжения

Таблица 17 - Водоотдача сети наружного противопожарного водоснабжения [19]

Напор в сети, м	Вид водопроводной сети	Водоотдача водопроводной сети, л/с, при диаметре трубы, мм						
		100	125	150	200	250	300	350
10	Тупиковая	10	20	25	30	40	55	65
10	Кольцевая	25	40	55	65	85	115	130
20	Тупиковая	14	25	30	45	55	80	90
20	Кольцевая	30	60	70	90	115	170	195
30	Тупиковая	17	35	40	55	70	95	110
30	Кольцевая	40	70	80	110	145	205	235
40	Тупиковая	21	40	45	60	80	110	140
40	Кольцевая	45	85	95	130	185	235	280
50	Тупиковая	24	45	50	70	90	120	160
50	Кольцевая	50	90	105	145	200	265	325

продолжение таблицы 17

60	Тупиковая	26	47	55	80	110	140	190
60	Кольцевая	52	95	110	163	225	290	380
70	Тупиковая	29	50	65	90	125	160	210
70	Кольцевая	58	105	130	182	265	330	440
80	Тупиковая	32	55	70	100	140	180	250
80	Кольцевая	64	115	140	205	287	370	500

2.7 Способы и средства ликвидации последствий аварий на объектах хранения ЛВЖ и ГЖ

При разведке пожара необходимо определить:

- продолжительность пожара в резервуаре к моменту прибытия пожарных подразделений и характер разрушения резервуара;
 - количество и вид ЛВЖ и ГЖ в горящем и соседних резервуарах, уровни заполнения, наличие водяной подушки (подтоварной воды);
 - возможность вскипания и выброса;
 - состояние обвалований, угрозу повреждения смежных сооружений при выбросах или разрушениях резервуара, пути возможного растекания жидкостей с учетом рельефа местности;
- места установки пеноподъемников, пеномониторов;
- наличие и состояние производственной и ливневой канализации, смотровых колодцев и гидрозатворов;
 - возможность отвода воды из обвалования и ее повторного использования для охлаждения резервуаров;

- возможность откачки нефти (нефтепродуктов) из горящего резервуара и заполнения его водой, паром, инертными газами;

- наличие, состояние и возможность использования установок и средств пожаротушения, водоснабжения и пенообразующих веществ;

- возможность откачки или дренажа донной воды из горящего резервуара;

- возможность быстрой доставки пенообразователя с соседних объектов.

В зависимости от вида пожара в резервуаре, имеющейся пожарной техники и ПТВ, средств пожаротушения, наличия и состояния стационарных систем пожаротушения РТП должен определиться со способом тушения пожара.

Пенная атака для тушения пожара в резервуаре должна осуществляться одним из следующих способов:

- подачей пены средней кратности с помощью пеноподъемников, техники, приспособленной для ее подачи, или стационарных пенокамер в случае их работоспособности;

- подачей пены низкой кратности на поверхность горючей жидкости с помощью мониторов;

- подачей пены низкой кратности в слой горючей жидкости (при наличии системы подслоного тушения).

Подготовку к пенной атаке необходимо проводить в короткие сроки. РТП лично контролирует места установки пожарной техники, ход подготовки пенной атаки, определяет места установки пеноподъемников, проверяет правильность расчетных данных для проведения пенной атаки. Все операции по откачке нефтепродукта из горящего и соседних резервуаров должны проводиться только с разрешения администрации объекта и по согласованию с РТП.

Подготовка и проведение пенной атаки

Для подготовки пенной атаки необходимо:

- назначить из числа наиболее опытных лиц начальствующего состава пожарной охраны начальника боевого участка по подготовке и проведению пенной атаки;

сосредоточить на месте пожара расчетное количество сил и средств. Запас пенообразователя и воды принимается трехкратным при расчетном времени тушения 15 мин - при подаче пены сверху и 10 мин - при подаче пены под слой горючего;

собрать схему подачи пены.

провести тщательную проверку собранной схемы подачи пены, опробовать работу техники;

о начале и прекращении пенной атаки объявить по громкоговорящему устройству и продублировать по радиосвязи. Все сигналы на пожаре должны отличаться от сигнала на эвакуацию.

Подача пены средней или низкой кратности на поверхность горючей жидкости должна осуществляться с помощью пеноподъемников, стационарных пенокамер или пенных лафетных стволов. Подача огнетушащих веществ должна осуществляться преимущественно из-за обвалования.

Пеноподъемники Трофимова допускается использовать для тушения резервуаров объемом не более 700 м³.

При тушении пеной средней кратности необходимо установить пеноподъемник (пеноподъемники) с расчетным количеством пеногенераторов с наветренной стороны, провести тщательную проверку собранной схемы подачи пены (стрела пеноподъемника с пеногенераторами должна находиться выше стенки резервуара не менее чем на 0,5 м), опробовать работу техники и визуально определить качество пены. Определение качества пены производится при отведенной гребенке с пеногенераторами в сторону от горящего резервуара. Если в течение 2-3 мин не получается качественной пены, следует выяснить причины и устранить их. Учитывая дальность растекания пены для тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах емкостью 10000 м³ и более, пеногенераторы ГПС следует подавать с помощью АКП-30, АКП-50 или аналогичной техники.

Необходимо предусмотреть один лафетный или ручной ствол для защиты пеноподъемников с пеногенераторами при проведении пенной атаки.

При тушении нефти и нефтепродуктов пеной средней кратности в подземных железобетонных резервуарах количество пеногенераторов ГПС определяется из условия подачи пены с нормативной интенсивностью на всю площадь резервуара независимо от площади проемов, образующихся в его покрытии. Тушение отдельных очагов горения у колонн и в "карманах", образовавшихся при обрушении плит покрытия и стен, осуществлять с помощью водопенных стволов (ВПС). Количество ВПС определяет РТП, исходя из сложившейся на пожаре обстановки. Подача пены в горящий железобетонный резервуар должна производиться непосредственно от стенки резервуара с наветренной стороны.

При тушении пеной низкой кратности следует использовать пенные лафетные стволы или мониторы, устанавливаемые на обваловании или перед ним.

Тушение пожара в резервуарах с понтоном следует осуществлять как в резервуарах со стационарной крышей без понтона. Расчетная площадь горения принимается равной всей площади резервуара.

В резервуаре с плавающей крышей расчетная площадь горения и тактические приемы тушения определяются площадью пожара.

На резервуарах с плавающей крышей в начальной стадии пожара при горении нефти или нефтепродукта в зазоре между стенкой резервуара и краем плавающей крыши к тушению следует приступать немедленно, независимо от количества прибывших сил и средств. При этом пену следует подавать равномерно в кольцевое пространство между стенкой резервуара и барьером крыши. Для подачи пены могут быть использованы как стационарно установленные пеногенераторы, так и переносные пенные стволы. Последние необходимо подавать с площадок стационарных лестниц и обходных площадок, снабженных спасательными веревками, с наветренной стороны резервуара.

При развитии пожара за пределами кольцевого пространства тушение должно производиться как в обычных резервуарах со стационарной крышей. Расчетная площадь горения в этом случае принимается равной всей площади резервуара.

Тушение нефти и нефтепродуктов подслои́мым способом производится в резервуарах, оборудованных системой подслои́ного пожаротушения.

При использовании системы подслои́ного пожаротушения следует применять только фторированные пленкообразующие пенообразователи.

При тушении методом подачи пены под слой горючего РТП обязан:

назначить расчеты личного состава и ответственных лиц из начальствующего состава для обеспечения работы и обслуживания системы подслои́ного тушения и пультов управления задвижками;

проверить наличие жесткой опоры у пеногенераторов;

при подаче пены в технологический трубопровод закрыть задвижки и обеспечить поступление пены в горящий резервуар.

При проведении пенной атаки необходимо:

по команде РТП открыть задвижки на пенопроводах; на насосе пожарного автомобиля, подающего пенообразователь в напорную линию, установить давление, превышающее давление воды на смесителе на 0,05-0,1 МПа; осуществить подачу пены всеми расчетными средствами непрерывно до полного прекращения горения;

откачку нефтепродукта из горящего резервуара прекратить, если она до этого момента производилась.

Горение проливов продукта в обваловании резервуарного парка ликвидируется в первую очередь в местах расположения пенопроводов систем подслои́ного пожаротушения путем немедленной подачи огнетушащих веществ.

Пенную атаку необходимо проводить одновременно всеми расчетными средствами непрерывно до полного прекращения горения.

Для предупреждения повторного воспламенения нефти или нефтепродукта подачу пены в резервуар необходимо продолжать не менее 5 мин после прекращения горения.

Если в течение 15 мин при подаче пены сверху и 10 мин при подаче пены под слой горючей жидкости с начала пенной атаки интенсивность горения не снижается, то следует прекратить подачу пены и выяснить причины.

Тушение может быть не достигнуто из-за недостаточной интенсивности подачи раствора пенообразователя, а также плохого качества пены вследствие:

низкого напора перед пенными стволами;

засорения сеток или смесителей;

недостаточной концентрации пенообразователя в растворе;

расположения пенных стволов пеноподъемников в факеле пламени.

В случае продолжения пожара в резервуаре в закрытых для подачи пены зонах горение (по решению РТП) может быть ликвидировано с помощью ручных порошковых и пенных стволов, подаваемых через борт резервуара, или другими способами (подачей в "карман" инертных газов, водяного пара, воды аэрозольного распыла).

При тушении факельного горения на технологической арматуре или над отверстиями (щелями) резервуара следует применять пенные или водяные струи, подаваемые из лафетных стволов.

Горение нефтепродуктов в обваловании, межсвайном пространстве, фланцевых соединениях, на узлах управления задвижками следует ликвидировать с помощью лафетных или ручных стволов, мониторов.

Одновременно с администрацией объекта принимаются меры к прекращению истечения жидкости из резервуара или трубопроводов путем перекрытия ближайших к аварийному участку задвижек и хлопун на резервуарах. Эффективным приемом для ликвидации горения жидкости, вытекающей из поврежденных задвижек и трубопроводов, является закачка воды (при наличии такой возможности) в поврежденный трубопровод.

В случае пожара в обваловании или при интенсивном обогреве соседних резервуаров целесообразно подать пену на поверхность горючей жидкости в них с помощью стационарных систем пожаротушения.

Тушение пожаров в резервуарах без подрыва стационарной крыши необходимо осуществлять с помощью стационарных пенных камер, установленных на резервуарах, или системы подслоного тушения (при ее

наличии). При невозможности использования стационарных систем необходимо производить вырезку отверстий в стенке резервуара

2.8 Особенности ведения боевых действий на объектах хранения ЛВЖ и ГЖ

Тушение пожаров в резервуарах и резервуарных парках представляет собой боевые действия, направленные на ликвидацию пожара.

Организация тушения пожаров в резервуарах и резервуарных парках должна осуществляться с учетом требований Боевого устава пожарной охраны (БУПО), а также руководства по тушению нефтепродуктов.

Управление боевыми действиями при тушении пожара предусматривает:

- оценку обстановки и создание соответствующей требованиям БУПО нештатной структуры управления боевыми действиями на месте пожара;
- определение компетенции оперативных должностных лиц и их персональной ответственности при выполнении поставленных задач;
- планирование действий по тушению пожара, в том числе определение необходимых сил и средств, принятие решений по организации боевых действий;
- постановку задач перед участниками тушения пожара, обеспечение контроля и необходимого реагирования на изменение обстановки на пожаре;
- осуществление в установленном порядке учета изменения обстановки на пожаре, применения сил и средств для его тушения, а также регистрацию необходимой информации, в том числе диспетчером и с помощью технических средств нештатной службы управления гарнизона;
- проведение других мероприятий, направленных на обеспечение эффективности боевых действий по тушению пожара.

Непосредственное руководство тушением пожара осуществляется руководителем тушения пожара (РТП), прибывшим на пожар старшим должностным лицом пожарной охраны (если иное не установлено другими документами). РТП на принципах единоначалия управляет личным составом,

участвующим в боевых действиях по тушению пожара, а также привлеченными силами.

Указания РТП обязательны для исполнения должностными лицами и гражданами на территории, где осуществляются боевые действия по тушению пожара.

Никто не вправе вмешиваться в действия РТП или отменять его распоряжения при тушении пожара.

Руководитель тушения пожара обязан:

обеспечивать управление боевыми действиями на пожаре непосредственно или через оперативный штаб;

установить границы территории, на которой осуществляются боевые действия по тушению пожара, порядок и особенности указанных действий;

провести разведку пожара и определить решающее направление боевых действий;

сообщать диспетчеру гарнизона пожарной охраны необходимую информацию об обстановке на пожаре;

организовывать связь на пожаре;

определить его номер (ранг), вызвать силы и средства в количестве, достаточном для ликвидации пожара;

организовать требуемое охлаждение горящего и соседних с ним резервуаров;

определить способ тушения горящего резервуара;

создать на месте оперативный штаб тушения пожара с обязательным включением в его состав представителей администрации и инженерно-технического персонала объекта и, при необходимости, других служб;

определить боевые участки и назначить их начальников;

организовать подготовку пенной атаки, назначить расчеты личного состава и ответственных лиц из начальствующего состава для обеспечения работы средств тушения (ГПС, ГНП, переносных мониторов);

принимать решения об использовании на пожаре специальных служб гарнизона пожарной охраны;

лично и с помощью специально назначенных работников объекта и пожарной охраны обеспечить выполнение правил охраны труда, доводить до участников тушения пожара информацию о возникновении угрозы для их жизни и здоровья;

при угрозе вскипания, выброса или разрушения горящего резервуара создать второй рубеж защиты по обвалованию соседних резервуаров с установкой пожарных машин на удаленные водоисточники и прокладкой резервных рукавных линий с подсоединением стволов и пеногенераторов;

обеспечивать в установленном порядке взаимодействие со службами жизнеобеспечения (энергетической, водопроводной, скорой медицинской помощи и др.), привлекаемыми в установленном порядке к тушению пожара;

выполнять обязанности, возлагаемые в соответствии со статьями 56, 62-64 БУПО на оперативный штаб, если указанный штаб на пожаре не создается.

При разведке пожара кроме выполнения общих задач, изложенных в БУПО, необходимо определить:

продолжительность пожара в резервуаре к моменту прибытия пожарных подразделений и характер разрушения резервуара;

количество и вид ЛВЖ и ГЖ в горящем и соседних резервуарах, уровни заполнения, наличие водяной подушки(подтоварной воды);

возможность вскипания и выброса;

состояние обвалований, угрозу повреждения смежных сооружений при выбросах или разрушениях резервуара, пути возможного растекания жидкостей с учетом рельефа местности;

места установки пеноподъемников, пеномониторов;

наличие и состояние производственной и ливневой канализации, смотровых колодцев и гидрозатворов;

возможность отвода воды из обвалования и ее повторного использования для охлаждения резервуаров;

возможность откачки нефти (нефтепродуктов) из горящего резервуара и заполнения его водой, паром, инертными газами;

наличие, состояние и возможность использования установок и средств пожаротушения, водоснабжения и пенообразующих веществ;

возможность откачки или дренажа донной воды из горящего резервуара;

возможность быстрой доставки пенообразователя с соседних объектов.

В зависимости от вида пожара в резервуаре, имеющейся пожарной техники и ПТВ, средств пожаротушения, наличия и состояния стационарных систем пожаротушения РТП должен определиться со способом тушения пожара.

Пенная атака для тушения пожара в резервуаре должна осуществляться одним из следующих способов:

подачей пены средней кратности с помощью пеноподъемников, техники, приспособленной для ее подачи, или стационарных пенокамер в случае их работоспособности;

подачей пены низкой кратности на поверхность горючей жидкости с помощью мониторов;

подачей пены низкой кратности в слой горючей жидкости (при наличии системы подслоного тушения).

Подготовку к пенной атаке необходимо проводить в короткие сроки. РТП лично контролирует места установки пожарной техники, ход подготовки пенной атаки, определяет места установки пеноподъемников, проверяет правильность расчетных данных для проведения пенной атаки.

Все операции по откачке нефтепродукта из горящего и соседних резервуаров должны проводиться только с разрешения администрации объекта и по согласованию с РТП.

2.9 Обеспечение безопасности личного состава ГПС, администрации и персонала объекта при ликвидации пожаров на объектах хранения ЛВЖ и ГЖ

При тушении пожара необходимо обеспечить выполнение требований правил охраны труда.

Перед началом разворачивания ответственный за ОТ обязан:

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

- установить автомобили, 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 техники с подветренной стороны;

- установить единые сигналы для быстрого оповещения людей об опасности и известить о них весь личный состав, работающий на пожаре (аварии), и определить пути отхода в безопасное место. Сигнал на эвакуацию личного состава при возникновении угрозы разрушения резервуара, вскипания или выброса горячей жидкости из резервуара следует подавать с помощью сирены от пожарного автомобиля по приказу РТП или оперативного штаба тушения пожара. Сигнал на эвакуацию личного состава должен принципиально отличаться от всех других сигналов на пожаре;

- в целях обеспечения безопасности личного состава и техники при угрозе выброса устанавливать пожарные машины (за исключением техники, используемой для подачи огнетушащих веществ) с наветренной стороны не ближе 100 м от горящего резервуара;

в процессе подготовки к тушению пожара назначить наблюдателей за поведением горящего и соседних с ним резервуаров;

При проведении разворачивания запрещается:

- начинать его до полной остановки пожарного автомобиля;

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

- поднимать на высоту рукавную линию, заполненную водой;

подавать воду в рукавные линии до выхода ствольщиков на исходные позиции.

Не допускается пребывание личного состава:

- непосредственно не задействованного в тушении пожара в зоне возможного поражения при выбросе и вскипании;

- на кровлях аварийных или соседних резервуаров, если это не связано с крайней необходимостью, на покрытии горящего железобетонного резервуара.

Личный состав пожарной охраны, обеспечивающий подачу огнетушащих веществ на тушение и охлаждение резервуаров, должен работать в теплоотражательных костюмах, а при необходимости - под прикрытием распыленных водяных струй.

Подъем личного состава на крыши соседних с горящим наземных резервуаров и покрытия железобетонных заглубленных резервуаров не допускается. В исключительных случаях с разрешения оперативного штаба допускается пребывание на крышах резервуаров лиц, специально проинструктированных для выполнения работ по защите дыхательной и другой арматуры от теплового излучения.

При выполнении работ в зонах с повышенной тепловой радиацией необходимо предусмотреть своевременную замену личного состава.

При возникновении опасности образования загазованных зон необходимо:

- контролировать зоны загазованности;
- ограничить доступ людей и запретить работу техники в предполагаемой зоне загазованности;
- организовать оцепление загазованной зоны с использованием предупреждающих и запрещающих знаков.

Личный состав и иные участники тушения пожара обязаны следить за изменением обстановки: процессом горения, поведением конструкций, состоянием технологического и пожарного оборудования и, в случае возникновения опасности, немедленно предупредить всех работающих на этом участке и руководителя тушения пожара.

Категорически запрещается ствольщикам находиться в обваловании горящего резервуара при наличии проливов нефти или нефтепродукта, не

покрытого слоем пены, и при отсутствии работающих пеногенераторов или пенных стволов в местах работы личного состава.

При угрозе выброса необходимо немедленно подать условный сигнал и вывести личный состав в безопасное место.

При работе с пенообразователем или его раствором личный состав должен быть обеспечен защитными очками или щитками.

2.9 Охрана труда при использовании пенообразователя.

К работе, связанной с пенообразователем допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, прошедшие медицинское освидетельствование, вводный инструктаж по технике безопасности, инструктаж на рабочем месте, усвоившие безопасные приемы работ и прошедшие проверку полученных при инструктаже знаний и навыков. Сотрудник (работник), показавший неудовлетворительные знания правил охраны труда, к работе не допускается. Он обязан вновь пройти инструктаж.

Места хранения пенообразователя должны соответствовать требованиям Правил по охране труда в подразделениях Государственной противопожарной службы МЧС России, правилам пожарной безопасности и производственной санитарии.

При погрузке-разгрузке, заправке пожарных автомобилей пенообразователем, ответственные лица, назначенные приказом по подразделению, должны провести с личным составом целевой инструктаж с росписью в журнале инструктажей. Руководство отряда (части) должно обеспечить личный состав, работающий с пенообразователем, спецодеждой и средствами индивидуальной защиты.

По степени воздействия на организм человека, синтетические углеводородные пенообразователи общего назначения относятся к 4 классу опасности (вещества малоопасные); пенообразователи целевого назначения к 4

классу опасности (вещества малоопасные) или к 3 классу опасности (вещества умеренно опасные).

Пенообразователи в концентрированном виде обладают слабыми кумулятивными свойствами, могут вызвать при контакте раздражение кожных покровов и слизистой оболочки глаз.

Рабочие растворы пенообразователей безвредны. Составы, содержащие фторированные соединения, обладают слабым кумулятивным и кожно-резорбтивным действием

При работах, связанных с разгрузкой пенообразователей, промывкой аппаратуры и тары, следует исключить возможность попадания состава на кожные покровы, слизистую оболочку глаз и в желудочно-кишечный тракт. Обслуживающий персонал при этом должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты: непромокаемой спецодеждой, резиновыми сапогами, прорезиненными перчатками или рукавицами, защитными очками и щитками. Для защиты рук следует пользоваться защитными кремами типа «Силиконовый» или «Ланолиновый». При попадании продукта в глаза или на кожу, его надо смыть обильным количеством проточной воды.

Лицам, работающим с пенообразователями, необходимо соблюдать меры гигиены. Перед приемом пищи и курением следует вымыть руки с мылом, по окончании работ – принять душ. При сильном загрязнении необходимо сменить одежду.

Лица, постоянно работающие с пенообразователями, должны проходить предварительный и периодический (не реже 1 раза в год) медицинские осмотры.

Пенообразователи неспособны к самостоятельному горению. Пенообразователи ПО-ЗНП, ПО-БНП могут образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при обычной температуре. Температурные пределы воспламенения паров в воздухе для ПО-БНП – $(37 \pm 2)^\circ\text{C}$ – нижний и $(59,1 \pm 3,2)^\circ\text{C}$ – верхний. В связи с этим, при обращении с данными пенообразователями запрещается пользоваться открытым огнем и другими источниками зажигания. Рабочие растворы пенообразователей пожаровзрывобезопасны.

Подразделениям пожарной охраны запрещается использовать биологически «жесткие» пенообразователи ПО–6К, ПО–1, ПО–1Д.

При тушении твердых веществ активная часть пенообразователей адсорбируется поверхностью горящих предметов, а при проливе на землю – ее поверхностным слоем, что практически исключает возможность попадания пенообразователей в водоемы.

В процессе эксплуатации и хранения необходимо соблюдать меры безопасности (предупреждающие пролив пенообразователей).

В случае аварийного пролива биологически «мягкого» пенообразователя следует смыть его обильной струей воды в канализацию.

При проливе биологически «жесткого» и фторсодержащего пенообразователя пропитанный продуктом слой почвы должен быть снят и вывезен на свалку химических отходов.

Слив остатков пенообразователей любого типа при промывке пенных коммуникаций, пеносмесителей, оборудования, емкостей для хранения в водоемы хозяйственно–питьевого и культурно–бытового водопользования не разрешается.

2.10 Обязанности и полномочия участников тушения пожара

2.10.1 Обязанности руководителя тушения пожара

Руководитель тушения пожара (далее – РТП):

- обеспечивает управление действиями подразделений на пожаре непосредственно или через оперативный штаб пожаротушения; [5]
- устанавливает границы территории, на которой осуществляются действия подразделений по тушению пожара и проведению АСР, порядок и особенности указанных действий;
- проводит разведку пожара, определяет его номер (ранг), привлекает силы и средства подразделений в количестве, достаточном для ликвидации пожара;
- принимает решения о спасании людей и имущества при пожаре, в том числе ограничивающие права должностных лиц и граждан на территории пожара;

- определяет решающее направление на основе данных, полученных в ходе разведки пожара;
- производит расстановку прибывающих сил и средств подразделений с учетом выбранного решающего направления, обеспечивает бесперебойную подачу огнетушащих веществ;
- принимает решения об использовании на пожаре ГДЗС, в том числе о составе и порядке работы звеньев ГДЗС, а также других нештатных служб гарнизона пожарной охраны;
- организывает связь на пожаре, докладывает диспетчеру об изменениях оперативной обстановки и принятых решениях;
- сообщает диспетчеру необходимую информацию об обстановке на пожаре;
- докладывает старшему должностному лицу гарнизона пожарной охраны об обстановке на пожаре и принятых решениях;
- обеспечивает выполнение правил охраны труда и техники безопасности личным составом подразделений, участвующим в тушении пожара и проведении АСР, и привлеченных к тушению пожара и проведению АСР сил, доводит до них информацию о возникновении угрозы для жизни и здоровья;
- обеспечивает взаимодействие со службами жизнеобеспечения, привлекаемыми к тушению пожара и проведению АСР;
- принимает решение о принятии мер по сохранению вещественных доказательств, имущества и вещной обстановки в очаге пожара и на объекте пожара для установления причины пожара;
- принимает меры по охране мест тушения пожара и ведения АСР до времени их окончания;
- составляет акт о пожаре;
- выполняет обязанности, возлагаемые настоящим Порядком на оперативный штаб пожаротушения, если указанный штаб на пожаре не создается;
- предусматривает при тушении затяжных пожаров резерв сил и средств для обеспечения успешного тушения возможного другого пожара.

Полномочия РТП:

- отдавать обязательные для исполнения указания должностным лицам гарнизона пожарной охраны, руководителям предприятий, органов власти и гражданам в пределах границ территории, на которой ведутся действия по тушению пожара и проведению АСР;
- назначать оперативных должностных лиц на пожаре;
- освобождать от выполнения обязанностей оперативных должностных лиц на пожаре;
- получать необходимую для организации тушения пожара и проведения АСР информацию от администрации организаций (объектов) и служб жизнеобеспечения;
- принимать решения по созданию оперативного штаба пожаротушения, УТП (СТП);
- принимать решения по привлечению дополнительных сил и средств на тушение пожара и проведение АСР, а также по изменению мест их расстановки;
- определять порядок убытия с места пожара подразделений, а также привлеченных сил и средств.

2.10.2 Обязанности начальника оперативного штаба пожаротушения

Начальник оперативного штаба пожаротушения (далее - НШ) подчиняется непосредственно РТП. В непосредственном подчинении НШ находятся должностные лица оперативного штаба пожаротушения. НШ, по согласованию с РТП, назначает своего заместителя и помощников, распределяя между ними обязанности по решению задач в соответствии с требованиями настоящего Порядка и делегируя им часть своих полномочий. [5]

НШ руководит работой оперативного штаба пожаротушения, он обязан:

- готовит и своевременно доводит до РТП на основе данных разведки, докладов участников тушения пожара и проведения АСР, информации диспетчера и других

сведений, предложения по организации тушения пожара и проведении АСР, потребности в огнетушащих веществах, созданию резерва сил и средств;

- организовывает доведение указаний РТП до соответствующих участников тушения пожара и проведения АСР, обеспечивает их регистрацию и контроль исполнения, ведение регламентных документов оперативного штаба пожаротушения;

- организовывает расстановку сил и средств подразделений;

- докладывает РТП и сообщает диспетчеру оперативную информацию об обстановке на пожаре;

- организовывает взаимодействие с судебно-экспертными учреждениями.

Полномочия НШ:

- отдавать в пределах своей компетенции обязательные для исполнения указания участникам тушения пожара и проведения АСР, должностным лицам служб жизнеобеспечения населения, организации (объекта), на территории которых осуществляются действия по тушению пожара и проведения АСР, а также другим должностным лицам, прибывшим на место пожара;

- отдавать от лица РТП указания участникам тушения пожара и проведения АСР, с последующим обязательным докладом о них РТП;

- требовать от участников тушения пожара и проведения АСР и должностных лиц служб жизнеобеспечения населения, организаций (объектов), а также других должностных лиц, прибывших на место пожара, исполнения своих обязанностей, а также указаний РТП и собственных указаний;

- отменять или приостанавливать исполнение ранее отданных указаний при возникновении явной угрозы для жизни и здоровья людей, в том числе участников тушения пожара и проведения АСР (вероятность обрушения конструкций, взрыва и других изменений обстановки на пожаре, требующих принятия безотлагательных решений).

-

2.10.3 Обязанности начальника тыла

Начальник тыла (далее – НТ) подчиняется непосредственно НШ. В распоряжение НТ поступают силы и средства подразделений, не выведенные на позиции, а также резерв огнетушащих веществ, пожарного инструмента и оборудования. Для обеспечения успешной работы тыла на крупных пожарах, по решению РТП, назначаются помощники НТ. [5]

НТ организует работу тыла на пожаре, в том числе:

- проводит разведку водоисточников, выбор насосно-рукавных систем, встречу и расстановку на водоисточники пожарной техники;
- сосредоточивает резерв сил и средств, необходимый для тушения пожара и проведения АСР;
- обеспечивает бесперебойную подачу огнетушащих веществ, в том числе организует доставку к месту пожара специальных огнетушащих веществ и материалов;
- принимает меры к обеспечению личного состава подразделений защитной одеждой и средствами защиты;
- организует своевременное обеспечение пожарной, аварийно-спасательной техники, а также техники, приспособленной для целей тушения пожаров и проведения АСР, горюче-смазочными и другими эксплуатационными материалами;
- контролирует исполнение работ по защите рукавных линий;
- принимает меры по восстановлению, в случае выхода из строя, работоспособности пожарной техники, пожарного инструмента и оборудования;
- обеспечивает ведение соответствующей документации.

Полномочия НТ:

- отдавать в пределах своей компетенции обязательные для исполнения указания участникам тушения пожара и проведения АСР, задействованным в работе тыла;

- требовать от участников тушения пожара и проведения АСР и должностных лиц служб жизнеобеспечения населенного пункта, организации (объекта), а также других должностных лиц, прибывших на место пожара, исполнения своих обязанностей, а также указаний оперативного штаба пожаротушения и собственных указаний;
- давать предложения РТП и оперативному штабу пожаротушения о необходимости создания резерва сил и средств для тушения пожара и проведения АСР;
- отдавать с согласия РТП (НШ) указания диспетчеру о доставке к месту пожара необходимых материально-технических ресурсов.

2.10.4 Обязанности начальника участка тушения пожара (УТП)

Начальник УТП (СТП) непосредственно подчиняется РТП, обеспечивает выполнение поставленных задач на соответствующем УТП (СТП) и постоянно находится на его территории, покидая ее только с разрешения РТП. Начальнику УТП (СТП) подчинены назначенные ему РТП участники тушения пожара и проведения АСР. [5]

Начальник УТП (СТП) обязан:

- проводит разведку пожара, сообщает о ее результатах РТП;
- обеспечивает спасание людей и эвакуацию имущества на УТП (СТП) и выполнение иных решений РТП, в том числе по ограничению прав должностных лиц и граждан на территории УТП (СТП);
- проводит расстановку сил и средств подразделений;
- обеспечивает подачу огнетушащих веществ на позиции;
- организовывает связь;
- запрашивает, в случае ухудшения обстановки на УТП (СТП), дополнительные силы и средства подразделений для решения поставленных задач;
- организовывает на УТП (СТП) работу звеньев ГДЗС;

- обеспечивает выполнение правил охраны труда, доводит до участников тушения пожара и проведения АСР информацию о возникновении угрозы для их жизни и здоровья;
- принимает меры к сохранению обнаруженных на УТП (СТП) возможных вещественных доказательств и имущества, имеющих отношение к пожару;
- докладывает РТП информацию о выполнении поставленных задач, предполагаемой причине пожара и лицах, причастных к его возникновению.

Полномочия начальника УТП:

- отдавать, в пределах своей компетенции, обязательные для исполнения указания участникам тушения пожара и проведения АСР;
- отменять или приостанавливать исполнение ранее отданных указаний при возникновении явной угрозы для жизни и здоровья людей, в том числе участников тушения пожара и проведения АСР (вероятное обрушение конструкций, взрыв и другие изменения обстановки на пожаре, требующие принятия безотлагательных решений);
- получать необходимую для организации тушения пожара и проведения АСР информацию от РТП, оперативного штаба пожаротушения, администрации организации (объекта) и служб жизнеобеспечения;
- определять процедуру убытия с УТП (СТП) подразделений, привлеченных сил и средств.

2.10.5 Обязанности начальника аварийно-спасательного расчета

Начальник аварийно-спасательного расчета возглавляет тактическое подразделение на аварийно-спасательном автомобиле или иной мобильной технике, оснащенной аварийно-спасательным оборудованием, способное самостоятельно решать отдельные задачи по проведению АСР. [5]

При прибытии к месту пожара (вызова) начальник аварийно-спасательного расчета выполняет задачи, поставленные ему на месте тушения пожара РТП, в том числе:

- руководит действиями подчиненного личного состава;
- указывает личному составу аварийно-спасательного расчета способы и технические средства спасания людей, животных, материальных ценностей, направление и способы прокладки рукавных линий, электрических кабелей, места установки аварийно-спасательного оборудования, его количество и виды;
- обеспечивает правильное и точное выполнение личным составом аварийно-спасательного расчета указаний должностных лиц на пожаре;
- контролирует соблюдение личным составом аварийно-спасательного расчета правил охраны труда при выполнении поставленных задач;
- поддерживает связь с РТП;
- обеспечивает работу закрепленного аварийно-спасательного автомобиля и аварийно-спасательного оборудования;
- проверяет наличие личного состава и аварийно-спасательного оборудования при завершении сбора сил и средств после ликвидации пожара и докладывает РТП о готовности аварийно-спасательного расчета к возвращению на место постоянного расположения подразделения;
- по прибытию на пожар самостоятельно, в составе аварийно-спасательного расчета, докладывает РТП о прибытии и поступает в его распоряжение.

2.10.6 Обязанности начальника контрольно-пропускного пункта ГДЗС

Начальник контрольно-пропускного пункта (далее - КПП) ГДЗС возглавляет работу КПП, создаваемого для организации ГДЗС на месте пожара, при работе 3-х и более звеньев ГДЗС. [5]

Начальник КПП ГДЗС на пожаре непосредственно подчиняется НШ, а при организации КПП ГДЗС на УТП (СТП) - начальнику УТП (СТП).

Начальник КПП ГДЗС обязан:

- определяет место организации, состав КПП ГДЗС и обеспечивает его работу;
- обеспечивает возможность проведения проверок СИЗОД, в том числе посредством организации контрольных постов ГДЗС;

- привлекает медицинский персонал для контроля за работой личного состава в СИЗОД;
- обеспечивает готовность звеньев ГДЗС к работе в непригодной для дыхания среде и учет их работы;
- организовывает работу и осуществляет проверки постов безопасности;
- ведет необходимую служебную документацию.

ГЛАВА 3 ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОГNETУШАЩЕГО ВЕЩЕСТВА

3.1 Анализ механизма тушения пожаров пенами

Пена — огнетушащий состав, наиболее широко применяемый при пожаротушении на предприятиях химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, представляет собой коллоидную систему, состоящую из пузырьков газа, окруженных пленками жидкости. Достаточно подробно физико-химические и огнетушащие свойства пены рассмотрены в работе. Остановимся на некоторых основных свойствах огнетушащих пен. [44]

Пены характеризуются агрегативной и термодинамической неустойчивостью. Поскольку вода имеет большое поверхностное натяжение, для получения пены в систему необходимо вводить добавки, понижающие поверхностное натяжение воды. В качестве этих добавок, называемых пенообразователями (ПО) и пенопорошками, применяют некоторые природные (содержащие белок) и синтетические (сульфоокислоты, их соли и т. д.) поверхностно-активные вещества. Кроме того, для повышения устойчивости пен в них вводят также стабилизаторы (боли поливалентных металлов, глинозем и др.).

Пены применяют для тушения твердых и жидких веществ, не вступающих во взаимодействие с водой, и в первую очередь для тушения нефтепродуктов. При тушении пену сливают на отдельные участки горячей поверхности; растекаясь, пена полностью покрывает поверхность горючего, образуя слой определенной

толщины. По поверхности холодного нефтепродукта пена движется с постоянной скоростью, равной 34 см/с. В случае же растекания по горящему продукту движение пены замедляется по мере удаления от места слива и может в некоторой точке стать равной нулю. Этот эффект связан с тем, что разрушение пены с повышением температуры ускоряется и может наступить момент, когда скорости поступления пены и ее разрушения станут равными. Таким образом, минимальный расход пены должен обеспечивать превышение скорости движения пены над скоростью ее разрушения в самых отдаленных от мест слива точках.

Многочисленными исследованиями доказано, что огнетушащая способность пены обусловлена прежде всего ее изолирующим действием, т.е. способностью препятствовать прохождению в зону пламени горючих паров. Например, скорость испарения бензина под слоем пены толщиной 5 см уменьшается в 30—40 раз. Изолирующее действие пены зависит от ее физико-химических свойств и структуры, от толщины ее слоя, а также от природы горючего вещества и от температуры на его поверхности.

Вместе с тем, особенно при тушении твердых материалов, существенное значение может иметь также охлаждающее действие пены.

К достоинствам пены относится тот факт, что в отличие от ряда других огнетушащих составов для поверхностного тушения она не требует одновременного перекрытия всего зеркала (площади) горения. Применение пены, особенно многократной позволяет значительно сократить расходы воды. Кроме того, пена по сравнению с водой имеет повышенную смачивающую способность.

Огнетушащие свойства пены определяются также её кратностью, стойкостью, дисперсностью и вязкостью. Характеристики этих свойств зависят от природы горючего вещества, условий протекания пожара и подачи пены. Кратностью пены называется отношение объема пены к объему жидкой фазы (или к объему раствора, из которого она образована). С течением времени пена разрушается. Разрушение ее обуславливается старением, влиянием поверхности, на которую она нанесена, температурой и условиями подачи. Повышение

температуры способствует разрушению пены. Роль горючего, на которое наносится пена, связана прежде всего с его электростатическими свойствами.

Разрушению пены способствует также механическое разбивание струи пены при ее подаче. Стойкость пены характеризуется ее сопротивляемостью процессу разрушения и оценивается продолжительностью выделения из пены 50% жидкой среды, называемой отсеком. Пены с большей кратностью менее стойки. Химическая пена, как правило, более стойка, чем воздушно-механическая.

Дисперсность пены обратно пропорциональна размерам пузырьков и во многом определяет ее качество. Чем выше дисперсность, тем лучше пена, тем больше ее стойкость, тем выше ее огнетушащая эффективность. С повышением кратности пены ее дисперсность уменьшается. Степень дисперсности пены во многом зависит от условий ее получения, в том числе и от характеристики аппаратуры. С повышением вязкости пены стойкость ее возрастает, но ухудшается растекаемость по горячей поверхности. Поэтому необходимо подбирать оптимальное значение вязкости пены.

В зависимости от способа и условий получения огнетушащие пены подразделяют на химическую и воздушно-химическую различной кратности. [58]

Химическая пена образуется при взаимодействии растворов кислот и щелочей в присутствии пенообразующего вещества и представляет собой концентрированную эмульсию диоксида углерода в водном растворе минеральных солей, содержащем пенообразующее вещество. В последнее время наметилась тенденция к сокращению применения химической пены, что связано со сравнительно высокой ее стоимостью и сложностью организации тушения пожаров.

Воздушно-механическая пена подразделяется на низкократную (кратность до 30), средnekратную (кратность 30—200), высокократную (кратность выше 200). Наиболее широкое применение находит пена средней кратности, для получения которой используют простую пеногенерирующую аппаратуру (типа ГВП-600), обеспечивающую одновременную подачу на металлическую сетку 2—6 %-ного

водного раствора пенообразователя и эжектируемого потоком этого раствора воздуха.

Хотя при очень высокой кратности (например, 500—1000) расход воды еще больше сокращается, однако огнетушащая способность высокократной пены ухудшается, так как уменьшаются ее устойчивость и изолирующая способность. Оптимальная кратность пены составляет 70—150. Пена средней и высокой кратности имеет следующие преимущества перед низкократной пеной: она имеет меньшую плотность и поэтому менее вероятно ее погружение внутрь горячего; кроме того, пеной средней или высокой кратности можно осуществлять не только поверхностное, но и объемное тушение. Такой способ широко применяют при тушении пожаров в подвалах, кабельных каналах и т. п.

Пена низкой кратности имеет ограниченное применение и рекомендуется в основном для тушения пожаров жидкостей в резервуарах, оборудованных установками подачи пены через слой горячего, а также для охлаждения соседнего с горящим оборудования. Интенсивность подачи низкократной пены при тушении нефтепродуктов в резервуарах должна составлять 0,1—0,15 л/(с·м²).

- ПО «ФОРЭТОЛ» (ТУ 6-02-780-84) на основе фторированных ПАВ предназначен для тушения этанола и других полярных жидкостей. Повышенная устойчивость обеспечивается образованием полимерной пленки на горячей поверхности. Обладает высокой огнетушащей способностью;

- ПО пленкообразующий (ТУ 6-02-2-749-83) (аналог форэтола), обладает повышенной огнетушащей способностью, рекомендуется для тушения особо пожароопасных веществ (преимущественно ЛВЖ).

Качество пены зависит от природы воды. Например, при применении морской воды условия пенообразования ухудшаются. В этом случае рекомендуется применять раствор пенообразователей с концентрацией, в два раза большей указанных выше.

Качество пенообразователей характеризуется внешним видом, вязкостью, минимальной температурой применения, температурой замерзания, коррозионной способностью. По внешнему виду пенообразователи должны представлять собой

однородную жидкость без осадка и посторонних включений. Этот показатель оценивают визуально при наполнении стеклянного цилиндра (диаметром 3 см) испытуемым пенообразователем. Вязкость ПО не должна превышать 10^{-4} м²/с. Ее определяют обычными методами. Под минимальной температурой применения пенообразователя понимают ту наименьшую температуру, при которой он еще сохраняет подвижность. Ее оценивают по резкому изменению характера зависимости вязкости от температуры.

Корродирующую способность пенообразователей определяют на зачищенных и обезжиренных образцах стали марки Ст3 по изменению массы образцов на единицу поверхности металла в единицу времени в г/(м²·ч). Измерения выполняют через 1,5 и 30 сут. Для снижения корродирующей способности пенообразователей в них добавляют специальные ингибиторы.

Огнетушащая эффективность пены характеризуется интенсивностью ее подачи и удельным расходом.

Согласно нормативным требованиям, интенсивность подачи водных растворов пенообразователей при тушении нефтепродуктов с температурой вспышки 28 °С и ниже пеной средней кратности составляет 0,08 л/(м²·с)⁴, а при тушении нефтепродуктов с температурой вспышки более 28 °С, то значение равно 0,5 л/(м²·с).

Для повышения качества пенообразователей, например, с целью повышения устойчивых образуемых с их помощью пен, в раствор ПАВ вводят небольшие добавки, которые обеспечивают увеличение вязкости, облегчают создание поверхностных адсорбционных слоев и структурно укрепляют пленки пен. В качестве таких добавок используют метилцеллюлозу и натрийкарбоксиметилцеллюлозу, а также высшие спирты с содержанием 12—16 атомов углерода.

3.2 Сравнительный анализ марок пенообразователей

Одним из важнейших направлений в дальнейшем повышении эффективности пенного тушения является изыскание новых пенообразователей, обеспечивающих

повышенную устойчивость пены, хорошую растекаемость и другие ее показатели при небольшом расходе пенообразователя.

Пенообразователи разделены на две классификационные группы в зависимости от применения: пенообразователи общего назначения и пенообразователи целевого назначения. [30]

Сравнительные характеристики пенообразователей общего назначения приведены в таблице 16, пенообразователей целевого назначения в таблице 3.2.

Пенообразователи общего назначения

К этой группе пенообразователей относятся следующие: ПО-6К, ПО-ЗАИ, ПО-ЗНП, ТЭАС, ПО-6ТС. Они используются для получения огнетушащей пены и растворов смачивателей.

Данные пенообразователи получили наиболее широкое применение благодаря относительно низкой стоимости и доступности сырья, а также отработанной технологии их изготовления.

Таблица 18 Физико-химические свойства пенообразователей общего применения

Показатель	ПО-6К	ПО-ЗАИ	ПО-ЗНП	ТЭАС	ПО-6ТС
Внешний вид	Однородные жидкости от светло-жёлтого до тёмно-коричневого цвета без осадка и посторонних включений				
Плотность при 20°C, кг×м-3, не менее	1050	1020	1100	1000	1000
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² ×с-1, не более	40	10	100	40	40
Температура застывания, °С, не выше, минус	3	3	3	6	3
Водородный показатель	7,5-	8-10	7-10,5	7,5-9	7,8-10

(рН)	10,5				
Концентрация рабочего раствора, % (об.), не менее, для получения:					
пены средней кратности	6	3	3	6	6
смачивателя	4	2	2	2	2
Кратность пены:					
низкая, не более	20	20	20	20	20
средняя, не менее	60	60	60	60	60
Устойчивость пены средней кратности, с, не менее:					
разрушение 50% объема пены из ГПС-100 в 200 л емкости	420	600	750	720	720
разрушение 50% объема пены, полученной на стендовой установке	220	250	280	450	230
выделение из пены, полученной на стендовой установке, 50% объема жидкости	180	200	200	240	220
Время тушения н-гептана (бензина А-76) при интенсивности подачи рабочего раствора 0,038 дм ³ ×м-2×с-1 пеной средней кратности, с, не более	300	300	300	300	300
Показатель смачивающей способности, с, не более	9	9	9	9	8
Гарантийный срок хранения, мес.	18	12	18	30	12

Пенообразователи целевого назначения

К данной группе пенообразователей относятся САМПО, ПО-6НП, ФОРЭТОЛ, «Универсальный», «Морской». [30]

Они используются для получения пены при тушении нефтепродуктов и горючих жидкостей различных классов, наиболее пожароопасных объектов, а также для применения с морской водой.

Все пенообразователи целевого назначения отличаются повышенной огнетушащей эффективностью, однако фторсодержащие пенообразователи дороже, чем углеводородные.

Таблица 17 Физико-химические свойства пенообразователей целевого применения

Показатель	САМПО	ПО-6НП	«Морской »	ФОРЭТОЛ	«Универ- сальный»
Внешний вид	Однородные жидкости от светло-жёлтого до тёмно-коричневого цвета без осадка и посторонних включений				
Плотность при 20°C, кг×м-3, не менее	1010	1010	1010	1100	1300
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² ×с-1, не более	100	100	200	50	100
Температура застывания, °С, не выше, минус	10	8	10	5	10
Водородный показатель (рН)	8-10	7-10	8-10	5,5-7	6,5-9
Концентрация рабочего раствора, % (об.), не менее	6	6	6	10	10
Кратность пены:					
низкая, не более	20	20	20	20	20
средняя, не менее	60	60	60	40	40
Устойчивость пены средней кратности, с, не					

менее:					
разрушение 50% объема пены из ГПС-100 в 200 л емкости	1200	2700	1200		
разрушение 50% объема пены, полученной на стендовой установке	5000	5000	1100	1500	1000
выделение из пены, полученной на стендовой установке, 50% объема жидкости	750	800	200	250	300
Время тушения при интенсивности подачи рабочего раствора дмЗ×м-2×с-1, не более					
н-гептана (бензина А-76)	300	300	300	120	50
Этилового спирта	-	-	-	20	50
Гарантийный срок хранения, мес.	18	18	18	36	12

Таким образом установлено, что для тушения жидкого капролактама наиболее эффективнее будет являться применение пенообразователя марки ФОРЭТОЛ.

ПО «ФОРЭТОЛ» – смесь фторсодержащих и углеводородных ПАВ с добавками полимерных соединений, образует пену низкой и средней кратности. Используются при тушении всех классов органических жидкостей, кроме химически взаимодействующих с водой. ФОРЭТОЛ экономически целесообразно применять для тушения водорастворимых легковоспламеняющихся и горючих

жидкостей, например, спиртов. Так, тушение этилового спирта пеной средней кратности достигается практически без разбавления (на 3 %).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной диссертационной работе изложены основные моменты, которые позволяют понять пожарную опасность технологического процесса перелива и хранения ЛВЖ и ГЖ и предложен ряд конструктивных предложений, направленных на улучшение эффективности тушения резервуарных парков хранения ЛВЖ и ГЖ на территории г.о. Тольятти:

1. Детально рассмотрена характеристика пожароопасности склада ГСМ КФ «Тольятти Нефтепродукт-Сервис», а также меры противопожарной защиты данного предприятия.
2. Изучен порядок тушения пожара и ликвидации других аварийных ситуаций персоналом склада ГСМ КФ «Тольятти Нефтепродукт-Сервис», проведён расчёт сил и средств, необходимых для локализации и ликвидации пожара в РВС-3000.
3. Представлены тактико-технические характеристики и основные тактические возможности основных и специальных пожарных автомобилей, находящихся на вооружении Тольяттинского местного гарнизона
4. Изложены обязанности и полномочия участников тушения пожара.
5. Рассмотрен механизм тушения пожаров пенами, предложена к применению для тушения ЛВЖ и ГЖ конкретная марка пенообразователя, по свойствам и качествам, превосходящую все имеющиеся аналоги.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ «О пожарной безопасности». [текст]
2. Федеральный закон Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. N 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». [текст]
3. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 68-ФЗ "О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера" [текст]
4. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности” [текст]
5. Приказ МЧС России от 31 марта 2011 г. N 156 «Об утверждении порядка тушения пожаров подразделениями пожарной охраны» [текст]
6. Приказ МЧС России от 05 апреля 2011 г. N 167 «Об утверждении порядка организации службы в подразделениях пожарной охраны» [текст]
7. Приказ МЧС России от 31 декабря 2002 г. N 630 "Об утверждении и введении в действие правил по охране труда в подразделениях государственной противопожарной службы МЧС России (ПОТРО-01-2002)" [текст]
8. Правила противопожарного режима в Российской Федерации утвержденных Постановлением Правительства РФ от 25.04.12 № 390 «О противопожарном режиме». [текст]
9. Егоров А.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста: учебно-методическое пособие / А.Г. Егоров, В.Г. Виткалов, Г.Н. Уполовникова, И.А. Живоглядова – Тольятти, 2012, - 135с. [текст]
- 10.ГОСТ Р 7.0.5-2008 Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления; [текст]
- 11.ГОСТ 7.1-2003 Библиографическое описание. Общие требования и правила составления; [текст]
- 12.ГОСТ 7.12-93 Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила;

- 13.ГОСТ 7.32-2001 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления; [текст]
- 14.ГОСТ 7.9-95 (ИСО 214-76) Реферат и аннотация. Общие требования; [текст]
- 15.ГОСТ Р 12.3.047-98. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. [текст]
- 16.СНиП 21-01—97* Пожарная безопасность зданий и сооружений [текст]
- 17.Правила устройства электроустановок (ПУЭ) Утверждены приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 8 июля 2002 г. № 204 [текст]
- 18.Противопожарное водоснабжение: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. – 310 с. [текст]
- 19.Справочник руководителя тушения пожара. Терещнев В.В. Тактические возможности пожарных подразделений. — М.: Пожкнига, 2004. — 248 с, ил. — (Пожарная тактика). [текст]
- 20.Повзик Я.С., Панарин В.М. Тактическая и психологическая подготовка руководителя тушения пожара. – М.: Стройиздат, 1988. – ил. [текст]
- 21.Алексеев М.В. Основы пожарной профилактики в технологических процессах производств/М.В. Алексеев. -М.: ВШ МВД СССР, 1972. -339 с. [текст]
- 22.План ликвидации аварийных ситуаций ООО «Тольятти Нефтепродукт Сервис».
- 23.План тушения пожара ООО «Тольятти Нефтепродукт Сервис». [текст]
- 24.НПБ 88-01*. Установки пожаротушения и сигнализации. Нормы и правила проектирования. [текст]
- 25.НПБ 110-03. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией. [текст]
- 26.Н.Ф. Бубырь, В.П. Бабуров, В.А. Потапов. Производственная и пожарная автоматика. Учебник. ч. 2. - М.:ВИПТШ, 1986. – 296 с. [текст]
- 27.Н.Ф. Бубырь, А.Ф. Иванов, В.П. Бабуров, В.И. Мангасаров. Установки автоматической пожарной защиты. – М.: Стройиздат, 1979. – 176 с. [текст]

28. А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов, и средства их тушения: Справочник: в 2-х ч. – 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч. I. - 713 с; Ч. II. - 774 с. [текст]
29. Приказ МЧС №382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» от 30 июня 2009 г. [текст]
30. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров, инструкция, Москва 1996. [текст]
31. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) "Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения" - в части, касающейся определения горючести веществ и материалов, температуры воспламенения паров легковоспламеняющихся и особо опасных легковоспламеняющихся жидкостей. [текст]
32. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) "Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения". [текст]
33. ГОСТ 30247.0-94 (ИСО 834-75) "Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования". [текст]
34. ГОСТ 27990-88 "Средства охранной, пожарной и охранно-пожарной сигнализации. Общие технические требования". [текст]
35. ГОСТ Р 53325-2009 "Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний". [текст]
36. ГОСТ Р 51057-2001 "Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний". [текст]
37. ГОСТ Р 53278-2009 "Техника пожарная. Клапаны пожарные запорные. Общие технические требования. Методы испытаний". [текст]
38. ГОСТ Р 12.2.144-2005 "Система стандартов безопасности труда. Автомобили пожарные. Требования безопасности. Методы испытаний". [текст]
39. ГОСТ Р 52284-2004 "Автолестницы пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний". [текст]

- 40.ГОСТ Р 53328-2009 "Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний". [текст]
- 41.ГОСТ Р 53329-2009 "Автоподъемники пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний". [текст]
- 42.ГОСТ Р 50680-94 "Установки водяного пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний". [текст]
- 43.ГОСТ Р 50800-95 "Установки пенного пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний". [текст]
- 44.ГОСТ Р 50588-93 "Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний". [текст]
- 45.ГОСТ Р 53255-2009 "Техника пожарная. Аппараты дыхательные со сжатым воздухом с открытым циклом дыхания. Общие технические требования. Методы испытаний". [текст]
- 46.ГОСТ Р 50982-2009 "Техника пожарная. Инструмент для проведения специальных работ на пожарах. Общие технические требования. Методы испытаний". [текст]
- 47.ГОСТ Р 53300-2009 "Противодымная защита зданий и сооружений. Методы приемо-сдаточных и периодических испытаний". [текст]
- 48.ГОСТ 12.3.046-91 Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования. [текст]
- 49.СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. [текст]
- 50.СП 10.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности. [текст]
- 51.СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности. [текст]
- 52.СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования. [текст]

- 53.СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. [текст]
- 54.СП 3.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности.
- 55.НПБ 83-99 Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Узлы управления. Общие технические требования. Методы испытаний. [текст]
- 56.НПБ 110-03 Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией. [текст]
- 57.НПБ 105-03 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. [текст]
- 58.НПБ 304-01 Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний. [текст]
- 59.ВНЭ 5-79 Правила пожарной безопасности при эксплуатации предприятий химической промышленности (ППБО-103-79). [текст]
- 60.СП 30.13330.2012 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. [текст]
- 61.СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84*. [текст]
- 62.ПБ 03-576-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. [текст]
- 63.ПБ 09-170-97 Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.
- 64.Учебник спасателя. Шойгу С.К., Фалеев М.И., Кириллов Г.Н. и др. 2-е изд., перераб. и доп. — Краснодар: Советская Кубань, 2002. — 528 с. [текст]
- 65.Рекомендации по организации и ведению боевых действий подразделениями пожарной охраны при тушении пожаров на объектах с наличием аварийно химически опасных веществ. [текст]
- 66.Миргородский В. Способы, средства и особенности ликвидации химически опасных аварий. // Мир и безопасность. - №6. - 2000. [текст]

67. Буланенков С.А. Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций / С.А. Буланенков, С.И. Воронов П.П. Губченко и др.; Под общ. ред. М.И. Фалеева. - Калуга: ГУП "Облиздат", 2001. - 408 с. [текст]
68. Сычев Ю.Н. Безопасность жизнедеятельности в чрезвычайных ситуациях: учеб. пособие / Ю.Н. Сычев. - М.: Финансы и статистика, 2009. - 222 с. [текст]
69. Расписание выезда подразделений пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ на территории городского округа Тольятти. [текст]

