

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

Институт машиностроения

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

Направление подготовки 280700.62 (20.03.01) «Техносферная безопасность»

Профиль «Пожарная безопасность»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Усовершенствование способов тушения пожаров на объектах хранения и переработки нефти на примере ОАО «Орскнефтеоргсинтез» (Орский нефтеперерабатывающий завод)

Студент(ка)

С.А. Турманбетов

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

Руководитель

М.И. Фесина

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

Консультанты

Т.А. Варенцова

(И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д.п.н., профессор Л.Н. Горина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

_____ (личная подпись)

« _____ » _____ 2016 г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «УПиЭБ»

Л.Н. Горина

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

Студент Турманбетов Серикбай Абдулхаликович

Тема Усовершенствование способов тушения пожаров на объектах хранения и переработки нефти на примере ОАО «Орскнефтеоргсинтез» (Орский нефтеперерабатывающий завод)

Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы 06.06.2016

Исходные данные к выпускной квалификационной работе: генеральный план объекта, план тушения пожара, планировка зданий и сооружений, схема системы водоснабжения и электроснабжения, сведения о пропускной способности объекта.

Содержание выпускной квалификационной работы (перечень подлежащих разработке вопросов, разделов)

Аннотация,

Введение,

1. Оперативно-тактическая характеристика объекта тушения пожара,
2. Прогноз развития пожара,
3. Организация тушения пожара обслуживающим персоналом до прибытия пожарных подразделений,
4. Организация проведения спасательных работ,
5. Средства и способы тушения пожара,
6. Требования охраны труда и техники безопасности,
7. Организация несения службы караулом во внутреннем наряде,
8. Организация проведения испытания пожарной техники и вооружения с оформлением документации,
9. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность,
10. Оценки эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности

Заключение

Консультанты по разделам: нормоконтроль - А.Г. Егоров, Т.А. Варенцова, В.В. Петрова.

Дата выдачи задания « 18 » марта 2016 г.

Руководитель бакалаврской работы

М.И. Фесина

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

(подпись)

С.А. Турманбетов

(И.О. Фамилия)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

УТВЕРЖДАЮ

Завкафедрой «УПиЭБ»

Л.Н. Горина

(подпись)

(И.О. Фамилия)

« » 20 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН выполнения бакалаврской работы

Студента Турманбетова Серикбая Абдулхаликовича

по теме Усовершенствование способов тушения пожаров на объектах хранения и переработки нефти на примере ОАО «Орскнефтеоргсинтез» (Орский нефтеперерабатывающий завод)

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Аннотация	18.03.16- 19.03.16	19.03.16	Выполнено	
Введение	20.03.16- 21.03.16	21.03.16	Выполнено	
1. Оперативно-тактическая характеристика объекта тушения пожара	21.03.16- 31.03.16	31.03.16	Выполнено	
2. Прогноз развития пожара	01.04.16- 15.04.16	15.04.16	Выполнено	
3. Организация тушения пожара обслуживающим персоналом до прибытия пожарных подразделений	16.04.16- 20.04.16	20.04.16	Выполнено	
4. Организация проведения спасательных работ	21.04.16- 31.04.16	31.04.16	Выполнено	
5. Средства и способы тушения пожара	01.05.16- 10.05.16	10.05.16	Выполнено	
6. Требования охраны труда и техники безопасности	11.05.16- 15.05.16	15.05.16	Выполнено	
7. Организация несения службы караулом во внутреннем наряде	16.05.16- 18.05.16	18.05.16	Выполнено	
8. Организация проведения испытания пожарной техники и вооружения с оформлением документации	19.05.16- 22.05.16	22.05.16	Выполнено	
9. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность	22.05.16- 24.05.16	24.05.16	Выполнено	
10. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности	25.05.16- 27.05.16	27.05.16	Выполнено	
Заключение	28.05.16- 29.05.16	29.05.16	Выполнено	
Список использованной	30.05.16-	02.06.16	Выполнено	

литературы	02.06.16			
Приложения	03.06.16- 05.06.16	05.06.16	Выполнено	

Руководитель бакалаврской работы

Задание принял к исполнению

_____	_____
(подпись)	М.И. Фесина (И.О. Фамилия)
_____	_____
(подпись)	С.А. Турманбетов (И.О. Фамилия)

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Кафедра «Управление промышленной и экологической безопасностью»

ОТЗЫВ
руководителя о выпускной квалификационной работе

Студента Турманбетова Серикбая Абдулхаликовича

(ФИО полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Профиль: Пожарная безопасность

(направленность (профиль))

Тема Усовершенствование способов тушения пожаров на объектах хранения и переработки нефти на примере ОАО «Орскнефтеоргсинтез» (Орский нефтеперерабатывающий завод)

1. Соответствие темы и содержания бакалаврской работы выданному заданию: тема бакалаврской работы соответствует выданному заданию.
2. Характеристика уровня теоретической подготовки, умений и навыков студента:
работа выполнена с использованием теоретических основ, анализ данных исследований выполнен комплексно с использованием теоретических знаний и практических навыков.
3. Оценка самостоятельности выполнения работы студентом: работа выполнена самостоятельно.
В исследовании использованы технические сведения реальных технологических процессов и используемого оборудования на предприятии, что подтверждает самостоятельность обработки данных и практической рекомендации и выводов.
4. Характерные элементы бакалаврской работы, выводы и рекомендации: Бакалаврская работа состоит из шести разделов:
В разделе характеристика объекта рассмотрены: расположение объекта, характеристика технологического оборудования, особенности технологического процесса, расстановка технологического оборудования, виды осуществляемых работ, обеспеченность объекта противопожарным водоснабжением, проанализирована пожарная безопасность в резервуарном парке ОАО «Орскнефтеоргсинтез».
В разделе «Прогноз развития пожара» спрогнозированы два варианта возможного развития пожаров, а также проанализированы возможные пути распространения пожара.
В научно-исследовательском разделе рассмотрены: выбор 2-х возможных вариантов развития пожара, анализ обстановки, методов и средств обеспечения тушения пожаров, произведен расчёт сил и средств для различных вариантов развития пожара.

В разделе «Охрана труда» разработаны меры по обеспечению безопасных условий ведения действий по тушению пожара в резервуарном парке ОАО «Орскнефтеоргсинтез».

В экологическом разделе рассмотрено воздействие пожаров на окружающую среду и рассчитан экологический ущерб от пожара в резервуарном парке ОАО «Орскнефтеоргсинтез». В экономическом разделе произведена экономическая оценка вариантов тушения пожаров.

5. Общая оценка студента над бакалаврской работой:
исследование носит заверченный характер, а работа представляет ценность, и ее результаты могут использоваться в технических приемах эффективного тушения пожара возникающих в закрытых резервуарах содержащих легковоспламеняемое углеводородное топливо.
Работа заслуживает отличной оценки.

Руководитель,

к.т.н., доцент, профессор кафедры «УПиЭБ»
(ученая степень, звание, должность)

(подпись)

М.И. Фесина
(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

Аннотация

Тема: Усовершенствование способов тушения пожаров на объектах хранения и переработки нефти на примере ОАО «Орскнефтеоргсинтез» (Орский нефтеперерабатывающий завод).

Объём бакалаврской работы 66 страницы текстовой части, 11 рисунков, 9 таблиц. При написании бакалаврской работы использовалось 34 источника используемой литературы.

Ключевые слова: готовность, профессиональная деятельность, условия готовности.

Объектом исследования: послужил ОАО «Орскнефтеоргсинтез» (ОАО НПЗ «ОНОС») г. Орска, Оренбургской области».

В разделе: «Характеристика объекта» рассмотрены: расположение объекта, характеристика технологического оборудования, особенности технологического процесса, расстановка технологического оборудования, виды осуществляемых работ, обеспеченность объекта противопожарным водоснабжением, проанализирована пожарная безопасность в резервуарном парке ОАО НПЗ «ОНОС».

В «Технологическом разделе»: Спрогнозированы два варианта возможного развития пожаров, а также проанализированы возможные пути распространения пожара.

В «Научно-исследовательском разделе» рассмотрены: выбор 2-х возможных вариантов развития пожара, анализ обстановки, методов и средств обеспечения тушения пожаров, произведен расчёт сил и средств для различных вариантов развития пожара.

В разделе «Охрана труда» разработаны: меры по обеспечению безопасных условий ведения действий по тушению пожара в резервуарном парке ОАО НПЗ «ОНОС».

В разделе «Охрана окружающей среды»: просчитан экологический ущерб, ущерб от выброса загрязняющих веществ в атмосферу, ущерб от загрязнения водного объекта, ущерб от загрязнения почвы.

В разделе «Экономическая оценка вариантов тушения пожаров: произведена экономическая оценка вариантов тушения пожаров.

Заключение посвящено основным выводам и предложениям по совершенствованию тушения пожаров на объектах хранения и переработки нефти.

В графической части изображены:

- 1) План схема ОАО НПЗ «ОНОС»;
- 2) Схема противопожарного водоснабжения ОАО НПЗ «ОНОС»;
- 3) Диаграммы анализа пожаров;
- 4) Схема расстановки сил и средств (вариант 1);
- 5) Схема расстановки сил и средств (вариант 2);
- 6) Характеристика лафетных стволов ЛС-ПУ;
- 7) Экономическая оценка;
- 8) Генеральный план; 9) Расписание выездов.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	4
РАЗДЕЛ 1. Характеристика объекта.....	7
1.1. Расположение объекта	7
1.2. Производимая продукция	8
1.3. Расположение оборудования	10
РАЗДЕЛ 2. Технологический раздел.....	13
2.1. Описание технологической схемы, технологического процесса. Данные об особенностях технологического процесса	13
2.2. Анализ пожарной безопасности в резервуарном парке ОАО «Орскнефтеоргсинтез».....	14
2.3. Прогнозирование и оценка обстановки на пожаре в резервуаре РВС 10000 № 390 с нефтью	15
2.3.1. Места возможного возникновения пожара	15
2.3.2. Возможные пути распространения пожара	17
2.3.3. Временные характеристики развития и тушения пожаров в резервуарах.....	22
2.4. Порядок привлечения сил и средств для оперативно – тактических действий по обеспечению пожарной безопасности объекта.....	24
2.4.1. Оценка возможностей гарнизона по сосредоточению сил и средств согласно расписанию выездов.....	24
2.4.2. Рассмотрение временных параметров сосредоточения и введения сил и средств, которые могут быть привлечены к ликвидации пожара (аварии) на объекта.....	25
2.5. статистический анализ сведений о пожарах на данном и аналогичных объектах отрасли.....	28
РАЗДЕЛ 3. Научно – исследовательский раздел.....	33
3.1. Выбор объекта исследования, обоснование.....	33
3.2. Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны	38
3.2.1. Расчет сил и средств при варианте тушения пожара № 1.....	38
3.2.2. Расчет сил и средств при варианте тушения пожара № 2.....	45
3.2.3. Вывод, по итогам сравнения двух вариантов	52
РАЗДЕЛ 4. Охрана труда	54

4.1. Разработка мер по обеспечению безопасных условий ведения действий по тушению пожара, рассмотрение вопросов охраны труда.....	54
РАЗДЕЛ 5. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность.....	57
РАЗДЕЛ 6. Экономическая оценка вариантов тушения пожаров.....	60
Заключение	66
Список используемых источников	67

ВВЕДЕНИЕ

С пожарами как реальной угрозой человечество столкнулось ещё на ранних этапах развития нашей цивилизации. Но, и в настоящее время они являются одной из самых основных опасностей, унося ежегодно десятки тысяч человек, оставляя миллионы людей без крова, причиняя миллиардные ущербы мировой экономике. В развитых странах ежегодные материальные потери от пожаров, по данным журнала «Международной Ассоциации Пожарно-спасательных служб» «CTIF» (www.ctif.org) затраты на борьбу с ними составляют не менее 1% валового национального продукта.

В настоящее время нефтегазовая отрасль России играет весьма существенную роль в экономике нашей страны, давая значительную долю во внутреннем валовом продукте и заметную часть налоговых поступлений. Из этого вытекает необходимость её поступательного развития и совершенствования, без которого вряд ли возможно улучшения социально-экономического положения граждан нашей страны и решение стоящих перед ней задач. В то же время основной спецификой нефтегазовой отрасли является добыча, хранение и подготовка огромных количеств нефти и газа, являющихся чрезвычайно пожароопасными веществами. Высокая пожароопасность нефти и газа обуславливает высокие вероятности возникновения пожаров при реализации тех или иных аварийных ситуаций, а также значительные скорости распространения пожара по территории нефтегазодобывающего предприятия. Концентрация на относительно небольшой площади огромных количеств пожаровзрывоопасных веществ и материалов обуславливает возможность реализации крупных пожаров и взрывов с катастрофическими последствиями, приводящими к значительным экономическим потерям, загрязнению окружающей среды и, что наиболее существенно, к многочисленным человеческим жертвам.

Потенциально высокая пожарная опасность предприятий по добыче нефти и газа усугубляется в нашей стране тремя обстоятельствами. Во-первых, происходит ускоренное внедрение новых, более интенсивных технологий добычи, хранения и подготовки нефти и газа. Во-вторых, добыча нефти и газа реализуется в районах с суровым климатом и на континентальном шельфе северных морей. Указанные два

обстоятельства требуют новых прогрессивных подходов к обеспечению пожарной безопасности объектов нефтегазовой отрасли. Однако ситуация усугубляется наличием третьего обстоятельства — устаревшей нормативной базой обеспечения пожарной безопасности. Большинство нормативных документов в этой области утверждены в 70-х, 80-х годах 20-го столетия различными министерствами и ведомствами и не учитывают как научные достижения, полученные в последние годы, так и специфику новых технологий добычи, хранения и подготовки нефти и газа. В связи с вышесказанным проблема обеспечения пожарной безопасности объектов нефтегазового комплекса представляется весьма актуальной.

В развитии современного строения резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов можно отметить два фактора, имеющих важное значение для пожарной охраны: значительное увеличение емкостей отдельных резервуаров и изменение конструкции резервуаров, связанных с их геометрическими размерами.

Максимальный объем резервуаров, находящихся в эксплуатации в России составляет 100 тыс.м³. В будущем предполагается строительство резервуаров объемом до 120 тыс.м³. Если диаметр резервуара объемом 50 тыс. м³ около 60 м, то резервуар объемом 120 тыс.м³ имеет диаметр около 90 м, а площадь зеркала - 2800 и 6900 м², соответственно.

Анализ тушения реальных пожаров в резервуарах и резервуарных парках показывает, что все пожары были потушены с помощью передвижной пожарной техники. Как показывает практика, установки пожаротушения выводятся из строя в первые же моменты пожара или взрыва, предшествующему пожару.

Но данный способ сопряжен с определенными трудностями, такими как воздействие опасных факторов пожара, на личный состав пожарных подразделений и технику, принимающих участие в его тушении, интенсивное тепловое излучение, необходимость использования автоподъемников на шасси большой грузоподъемности или гусеничных тягачей требует для их установки специально оборудованных площадок на территории резервуарных парков. Значительные габариты транспортных средств затрудняют маневрирование пеноподъемников и не всегда позволяют произвести их установку в наиболее выгодных с тактической

точки зрения местах для подачи пены в горящий резервуар, а так же, что часто является ключевым фактором влияющего на исход тушения, это время развертывания сил и средств.

Отмечается, что только в 7% случаев реальное время подготовки пенной атаки с использованием пеноподъемников при тушении пожаров в резервуарах составляло менее одного часа (не менее 50 минут). В 43,1% случаев подготовка пенной атаки занимала 3 часа и более. Средняя продолжительность подготовки пенной атаки при тушении нефтяных пожаров в резервуарах составляла более 30 минут.

В настоящее время во всем мире для тушения пожаров в резервуарах широко используются компактные, распыленные и расширенные струи низкократной пены, подаваемые в очаг горения при помощи водопенных мониторов большой производительности, предназначенных для подачи воды или пены низкой кратности на значительные расстояния. Современные мониторы позволяют подавать струи воды или низкократной пены на расстояния 50-60 метров и более, высота подъема струи достигает до 22 м и более.

Большая дальность подачи струй воды или пены низкой кратности, высокая мобильность, возможность установки вследствие малых габаритов в наиболее выгодных местах для подачи пены в очаги горения, позволяет использовать водопенные мониторы не только для тушения пожаров в резервуарах и резервуарных парках, но и на других объектах. Все это является основными достоинствами этого типа пожарного оборудования. Малые габариты водопенных мониторов позволяют хранить их непосредственно на защищаемом объекте, так как для их хранения не требуется специальных помещений. Применение водопенных мониторов для тушения пожаров в резервуарах для хранения нефти и нефтепродуктов показало их неоспоримые преимущества по сравнению с другими средствами подачи пены низкой кратности в резервуары с помощью передвижной пожарной техники, среди которых следует отметить прежде всего снижение риска для пожарных, так как монитор, как правило, устанавливается за обвалованием резервуара. Реальность использования навесных компактных струй возникла после освоения производства особого типа пенообразователей, на фторированной основе,

которые формируют пены, не смешивающиеся с углеводородами и образуют водные пленки, самопроизвольно растекающиеся по поверхности нефти и нефтепродуктов.

Американские фирмы по тушению РВС различной вместимости используют навесные струи на основе фторсодержащих пенообразователей и не охлаждают стенки резервуара. При этом огнетушащие вещества подают на заднюю стенку огромными расходами (более 350 л/с) постепенно продвигаясь к передней стенке.

На сегодняшний день существует множество примеров использования водопенных мониторов при тушении пожаров в резервуарах хранения ЛВЖ и ГЖ за рубежом. Среди них можно выделить:

- пожар в резервуаре с высокооктановым бензином объемом 20000 м³ в резервуарном парке компании Теннеко (США);
- крупный пожар в резервуарах с бензином вместимостью соответственно 6400, 16000, 10000 и 40000 м³, происшедший в штате Нью-Джерси (США);
- самый крупный пожар со времени окончания второй мировой войны на НПЗ «Амоко» в Милфорд-Хейвене (Великобритания) в резервуаре вместимостью 100000 м³, до половины заполненном нефтью.

Цель данной работы: исследовать тушение пожаров на объектах переработки и хранения нефти на примере ОАО НПЗ «ОНОС».

Задачи бакалаврской работы:

1. Провести анализ статистических данных о пожарах на объектах хранения, транспортировки и переработки нефти и нефтепродуктов;
2. Изучить оперативно-тактическую характеристику объекта;
3. Изучить характеристику местного гарнизона пожарной охраны;
4. Рассмотреть прогноз развития наиболее вероятного пожара на объекте и разработать варианты их ликвидации;
5. Провести сравнительную экономическую оценку принятых решений.

1 Характеристика объекта

1.1 Расположение объекта ОАО «Орскнефтеоргсинтез» (ОАО НПЗ «ОНОС»)

Резервуарный парк расположен в северо-западной части завода на площади 24,8 га (247625 м²) на более высокой отметке по сравнению с технологическими установками, производственными и вспомогательными цехами. Для предотвращения растекания продукта, на случай пожара и аварии вокруг парка сделано специальное обвалование. На территории участка имеется 42 РВС для хранения нефтепродукта. На резервуаре имеется дыхательный клапан, предохранительный клапан, огнепреградители. РВС-5000 № 6, 13, 268, 269, 271, 272, 273, 409; РВС-10000 № 393, 394, 461, 463 - с понтоном. В одном здании находятся операторная, керосиновая насосная, насосная пожаротушения; административно-бытовое здание; холодный склад металлов, узел управления, трансформаторная подстанция ТП-37. Все здания одноэтажные.

В целях предотвращения возникновения и ограничения масштабов пожара в резервуарном парке завода предусмотрены:

- кольцевой противопожарный водопровод речной воды диаметром 250-400 мм. и расходом $Q=200$ л/с., на котором установлено 77 ПГ (ПГ 301-377). Вся водопроводная сеть работает автономно от насосов – повысителей, расположенных в пожарной насосной. Насосы подают воду из двух пожарных водоемов объемом 2000 м³ каждый. При включении насосов – повысителей давление увеличивается до 9 атм. Для цели пожаротушения в резервуарном парке смонтированы трубопроводы колец орошения, запитанные от насосной станции и сухотрубы к подслоному и надслоному пожаротушению через стволы ГПС-2000. Предназначенный для этих целей пенообразователь объемом 16 м³ находится в насосной.

- на территории резервуарного парка имеется 8 пожарных водоемов: 4 шт. по 250 м³ – подземный ж/б; 1 шт. 600 м³ – подземный ж/б; 2 шт. по 2000 м³ – подземный ж/б, для подачи воды в водопроводную сеть; 1 шт. 5000 м³ – РВС. К узлу управления задвижками подведен тупиковый водопровод диаметром 250 мм, подключенный от противопожарного водопровода речной воды резервуарного парка. На нем установлено два пожарных гидранта (ПГ 374, 375);

- автоматические системы пенного тушения пожаров в резервуарах;
на территории резервуарного парка имеются дороги с твердым асфальтовым покрытием, расстояние до пожарной части 1 км;
на резервуарный парк завода разработаны планы тушения пожара;
в целях организации действий обслуживающего персонала завода в случае ликвидации пожаров, аварий и других чрезвычайных ситуаций, а также консультирования руководителя тушения пожара (РТП) по вопросам изменения технологического процесса, оценки работоспособности технологического оборудования и т.п.

1.2 Используемая производственно – техническое оборудование и производимая продукция ОАО НПЗ «ОНОС»

Резервуарный парк предназначен для приема, хранения и отгрузки нефти полуфабрикатов для приготовления бензина, дизельного топлива, а также товарной продукции – специального топлива (керосина), дизельного топлива.

Предприятие ОАО НПЗ «ОНОС» - старейшее в нефтеперерабатывающей отрасли страны - сейчас одно из самых стабильно работающих и развивающихся в восточном Оренбуржье. Территориально расположено в Орском промышленном узле на Южном Урале, в Оренбургской области при слиянии рек Урал, Орь, Елшанка, Удалённость объекта от жилых домов и других объектов 1000 метров. Площадь объекта составляет 400 га, наибольшая рабочая смена 1200 человек.

ОАО НПЗ «ОНОС» - нефтеперерабатывающее предприятие установленной мощностью более 6 млн. тонн в год. Завод производит высококачественную, конкурентоспособную продукцию: автобензина, дизельное топливо, авиа керосин, битум, мазут.

В 2015 году Орский НПЗ переработал 5 млн. 938 тыс. тонн нефтяного сырья. За отчетный период было произведено 863,32 тыс. тонн бензинов. В том числе 56,34 тыс. тонн бензина марки «Премиум-95»; 599,77 тыс. тонн – «Регуляр-92»; 189,11 тыс. тонн Нормаль-80; 18,4 тыс. тонн бензина газового стабильного. Объем производства дизельного топлива по итогам 2015 года составил более 1 млн. 639

тыс. тонн, реактивного топлива – более 270 тыс. тонн, битума - почти 145 тыс. тонн, маловязкого судового топлива – 133,74 тыс. тонн.

Акционером ОАО «Орскнефтеоргсинтез» по поставке нефти и реализации нефтепродуктов является АО «ФортеИнвест». Компания реализует широкий спектр нефтепродуктов Орского НПЗ как на российском рынке, так и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

На предприятии в рамках Программы развития осуществляется реконструкция производства, внедряются прогрессивные технологии, выполняются инвестиционные проекты. Благодаря чему на заводе уже добились значительных успехов по увеличению выпуска высокооктановых марок автомобильного топлива, по выпуску дизельного топлива европейского качества, увеличению глубины переработки, снижению безвозвратных потерь.

Перспективы Орского НПЗ акционеры и руководство предприятия связывают с капитальными вложениями, направленными, в первую очередь, на строительство новых объектов, реконструкцию и техническое перевооружение производства. Все это позволит улучшить качество выпускаемой продукции в соответствии с требованиями Технического регламента, решить вопросы оперативности, промышленной и экологической безопасности.

В 2012 году на заводе началась реализация комплексной Программы развития, рассчитанная на 12 лет, предусматривает строительство новых комплексов, реконструкцию существующих установок, развитие общезаводского хозяйства. Модернизация нацелена на улучшение качества моторных топлив и увеличение глубины переработки нефти.

Основной поток инвестиций направлен на строительство установки изомеризации легких углеводородов, что позволит наладить производство автомобильных бензинов классов 4 и 5. Параллельно идет реконструкция установки гидроочистки ЛЧ-24-2000 с целью обеспечить выработку гидроочищенного дизельного топлива (класс ЕВРО-4). Для обеспечения надежного электроснабжения на заводе ведется строительство центральной распределительной подстанции ЦРП-1А. Закончено строительство автоматизированной установки тактового налива

светлых нефтепродуктов. Ее внедрение обеспечит повышение промышленной и экологической безопасности, более качественный контроль налива нефтепродуктов. Параллельно ведется разработка проектов и подготовка к возведению целого ряда важнейших для предприятия объектов: комплекса гидрокрекинга вакуумного дистиллята, установок висбрекинга, производства водорода, производства серы и др.

1.3 Расположение оборудования

Все резервуары расположены по группам, имеющим обвалования. Резервуарный парк имеет вторичное обвалование (земляной вал) в сторону уклона. Все РВС оборудованы трубопроводами наполнения и расхода, диаметр 150-500 мм. Задвижки расположены на площадках управления перед группой резервуаров. При пожаре из всех резервуаров можно производить откачку и закачку нефтепродуктов. Для этой цели в трехстах метрах от резервуарного парка, с юго-западной стороны, расположено здание узла управления, Узел управления предназначен для распределения поступающей нефти по резервуарам и из резервуаров по установкам. Переключение коллекторов с резервуара на резервуар или на установку производится задвижками вручную. В этом же здании установлен коллектор дизельного топлива, предназначенный для распределения дизтоплива из 1-го и 2-го цехов в резервуары и из резервуаров на наливную эстакаду (диаметр трубопроводов – 400 мм). Все трубопроводы входят в здание с южной и восточной стороны. На случай аварии здание узла управления оборудовано дренажами, выведенными в приямок промканализации.

С восточной стороны, в 15 метрах от здания, на открытой площадке установлен насос, с группой задвижек предназначенный для откачки остатков нефти из резервуаров и для прокачки нефтепроводов дизельным топливом.

Объемно-планировочные и конструктивные решения резервуара РВС - 10000 резервуарного парка ОАО НПЗ «ОНОС»

Для хранения сырья на НПЗ применяют емкостные стальные сварные резервуары. РВС (резервуар вертикальный стальной) №390 предназначен для хранения нефти (рисунок 1).

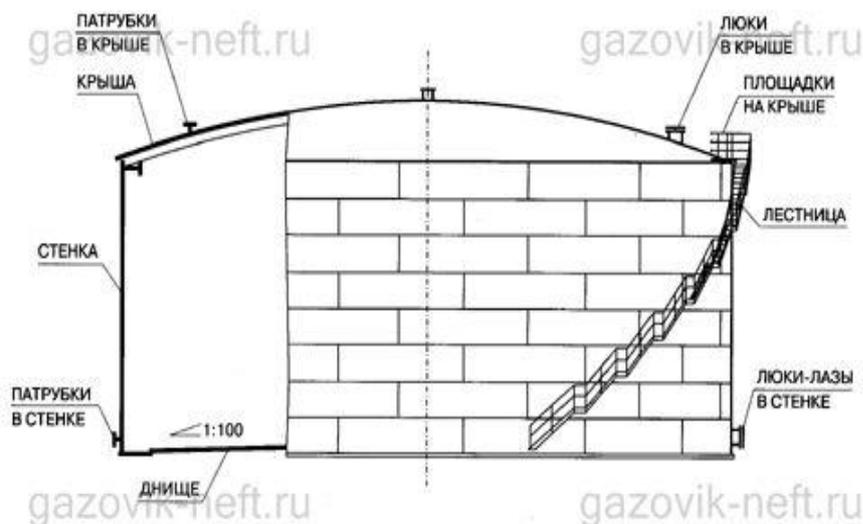


Рисунок 1 – Резервуар вертикальный стальной

Техническая характеристика резервуара вертикального стального – 10 000 м³ представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики РВС-10000 м³

Наименование параметра	Величина параметра
Номинальный объем, м ³	10000
Внутренний диаметр стенки, мм	34200
Высота стенки, мм	12000
Плотность продукта, т/м ³	0,9
Расчетная высота налива, мм	11200

Все конструкции резервуара изготовлены на заводе. Стенки и днище резервуара изготовлены в виде полотнищ, которые были доставлены на ОАО НПЗ «ОНОС» к месту строительства, свернутыми в рулоны. Стенка состоит из 4-х полотнищ. При изготовлении допускаемые отклонения от проектных линейных размеров не должны превышать по ширине $\pm 0,5$ мм, по длине ± 2 мм. Покрытие резервуара в виде ребристо-кольцевого купола собрано из укрупненных щитов. Между собой щиты соединяются путем сварки внахлест. Опорное кольцо, установленное на стенке резервуара, служит для восприятия распора купола и ветровой нагрузки со стенки резервуара, кольцо состоит из отдельных монтажных элементов. В соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации

резервуаров» для обслуживания оборудования, расположенного на крыше, резервуар снабжен площадками с ограждением и наружной лестницей. По условиям технической эксплуатации марши лестницы имеют уклон 45° . Для защиты от коррозии наружная поверхность резервуара покрывается лакокрасочным покрытием состоящим из 1-го слоя грунтовки и 2-х слоев лака ПФ-170.

В первом поясе резервуара имеются люки - лазы диаметром 500 мм., для обслуживания оборудования, на резервуаре имеются стационарные лестницы, площадки и проходы шириной 0,7м с ограждениями по всему периметру высотой 1м. На резервуарах смонтирована дыхательная арматура.

На резервуаре в верхнем поясе смонтировано кольцо орошения системы стенок охлаждения резервуара в случае пожара. Производительность системы орошения стенок резервуара составляет 0,80 л/с на метр длины стенки.

В верхнем поясе резервуара смонтированы пеносливные камеры без герметизирующей крышки с генераторами ГПС-2000.

2 Технологический раздел

2.1 Описание технологической схемы, технологического процесса. Данные об особенностях технологического процесса.

Нефть на завод поступает по двум нефтепроводам: Казахнефть – Орск и Ишимбайнефть – Орск, а также в железнодорожных цистернах. Нефть через насосную поступает в узел учета нефти, откуда перекачивается в резервуарный парк. В поступающей нефти содержится значительное количество воды, солей и механических примесей, которые отрицательно сказываются на дальнейшей переработке.

Хранение нефти и нефтепродукта осуществляется в 44 стальных вертикальных резервуарах.

Из резервуаров нефть поступает по трубопроводам на установки: ЭЛОУ (электрообессоливающая установка) - АВТ (атмосфено-вакуумная трубчатка), ЭЛОУ-АВТ-2, ЭЛОУ-АВТ-3, ЭЛОУ-АТ-5.

После переработки готовая продукция перекачивается по трубопроводам в резервуары: с установки Л-24-Т-6 (Установка Л-24-Т6 – установка гидроочистки керосиновых фракций, которая предназначена для производства топлива РТ из керосиновых фракций) реактивное топливо, с установки ЛЧ-24-2000 86 дизельное топливо, с установок первичной перегонки нефти прямогонный бензин с установок Л 35-11\300-1, ЛГ 35-11\300-95 и катализат.

Принципиальная технологическая схема (Рисунок 2) производства продукции должна определять последовательность технологических операций по превращению сырья в готовую продукцию, параметры технологического режима, места ввода в процесс сырья и вспомогательных веществ, места получения полупродуктов и готовой продукции.

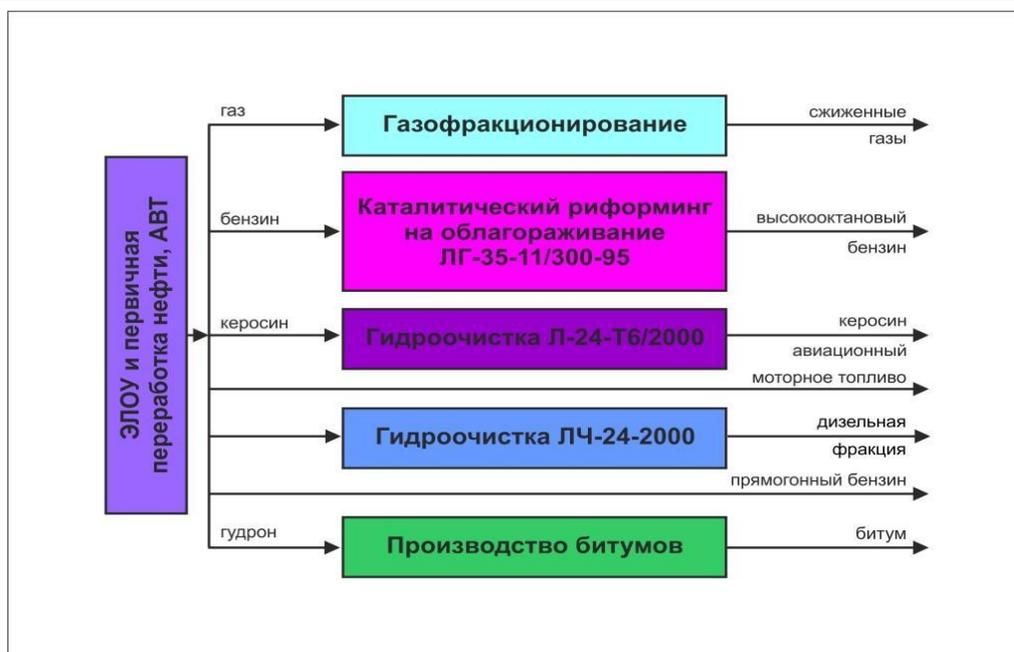


Рисунок 2 – Принципиальная технологическая схема производства продукции

2.2. Анализ пожарной безопасности в резервуарном парке ОАО НПЗ «ОНОС»

Данные о пожароопасных свойствах представляются для всех имеющихся на производстве опасных веществ, материалов, смесей, полупродуктов и готовой продукции с учетом особенностей и параметров технологического процесса (давления, температуры, состава окислительной среды и т.п.).

Оценку опасности возникновения пожара и путей его распространения проводят с помощью схем расположения опасного оборудования, построенных на основе планов производственных зданий, установок, этажерок и помещений.

На схемах и картах указывают:

места возможного образования пожаровзрывоопасной горючей среды;

участки возможных аварий и их причины;

вероятные источники зажигания;

пути распространения огня при пожаре;

предусмотренные проектом меры защиты участков, узлов и аппаратов от пожара.

Нефть и нефтепродукты относятся к горючим (сгораемым) веществам и способны возгораться от источника зажигания и продолжать самостоятельно гореть после удаления огня. Низкомолекулярные нефтепродукты относятся к

легковоспламеняющимся веществам (ЛВЖ), т.е. продуктам с температурой вспышки не превышающей 61 °С. Легковоспламеняющиеся жидкости делят на три разряда:

разряд - особо опасные ЛВЖ с температурой вспышки от -18 °С и ниже в закрытом тигле, или от -13 °С и ниже в открытом тигле;

разряд - постоянно опасные ЛВЖ с температурой вспышки от -18 °С до +23 °С в закрытом тигле или выше -13 °С до 27 °С в открытом тигле;

разряд - опасные при повышенной температуре воздуха ЛВЖ с температурой вспышки выше 23 °С до 61 °С в закрытом тигле или выше 27 °С до 66 °С в открытом тигле.

Характеристики нефти и нефтепродуктов хранящиеся в резервуарном парке представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Пожароопасные свойства нефти и нефтепродуктов

Наименование помещения, оборудования	Горючее вещество	Краткая характеристика пожарной опасности	Группа горючести
РВС-10000 № 383-388; 395, 396 РВС-5000 № 457, 458, 459, 460	Дизельное топливо (ДЛ,ДЗ)	Твсп = 59-65 °С Тсмв = 225-237 °С	ЛВЖ
РВС-10000 № 389-394; 461, 462, 463, 464 РВС-5000 № 3, 4, 5, 6, 12, 13	Нефть (Туймазинская)	Твсп = -21°С Тсмв = 234 °С	ЛВЖ
РВС-5000 № 399, 400.	Нефтеловушка	Твсп < 61 °С	ЛВЖ
РВС-5000 №266-273,409	Бензин (АИ-95)	Твсп = - 36 °С Тсмв = 300-370 °С	ЛВЖ
РВС-5000 №7,9,10,401,402	Керосин	Твсп <61 °С Тсмв = 250 °С	ЛВЖ

2.3 Прогнозирование и оценка обстановки на пожаре в резервуаре РВС 10000 №390 с нефтью.

2.3.1 Места возможного возникновения пожара.

Для разработки мероприятий по тушению пожара в резервуаре в данной работе выбран резервуар №390 с нефтью. Резервуар расположен с южной стороны резервуарного парка. В одной группе с РВС №389,391,392 с хранением нефти. Размеры обвалования РВС № 390: 65 х 65 х 2,5 м. Хранимый продукт – нефть. Уровень разлива нефтепродукта 9 м.

Характеристика резервуаров представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика резервуаров.

Тип резервуара	Высота резервуара, м	Диаметр резервуара, м	Площадь зеркала горючего, м ²	Периметр резервуара, м
РВС-10000	12	34	918	107

Исходные данные по пожару:

- линейная скорость выгорания нефти 15 см/час;
- линейная скорость прогрева нефти 0,4 см/час;
- требуемая интенсивность подачи воды на охлаждение
 - горящего резервуара 0,8 л/сек•м.;
 - соседних резервуаров 0,3 л/сек•м;
- нормативная интенсивность подачи пены средней кратности для тушения нефти в резервуаре (Твсп. ниже = 28⁰С) при использовании раствора пенообразователя общего назначения составляет 0,08 л/сек•м²;
- нормативная интенсивность подачи пены низкой кратности для тушения нефти в резервуаре (Твсп. ниже = 28⁰С) при использовании раствора фторпротеинового пенообразователя составляет 0,07 л/сек•м²;
- ориентировочное время наступления возможного выброса в резервуаре №390 с хранением нефти:

$$T = \frac{(H - h)}{(W + u + V)} = \frac{(9 - 0,5)}{(0,15 + 0,4 + 0)} = 15,4 \text{ часов} \quad (2.1)$$

где; **T**- время от начала пожара до ожидаемого момента наступления выброса, ч;

H - начальная высота слоя горючей жидкости в резервуаре, м (9 м);

h - высота слоя донной (подтоварной) воды, м (0,5м);

W - линейная скорость прогрева горючей жидкости, $\text{м}\cdot\text{ч}^{-1}$ ($0,40 \text{ м}\cdot\text{ч}^{-1}$);

u - линейная скорость выгорания горючей жидкости, $\text{м}\cdot\text{ч}^{-1}$ ($0,15 \text{ м}\cdot\text{ч}^{-1}$);

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

На основании «Руководства по тушению нефти и нефтепродуктов резервуарах и резервуарных парках» и анализа потушенных пожаров в резервуарах с нефтепродуктами разработаны 2 варианта тушения пожара в резервуаре с нефтью и обваловании в резервуарном парке ОАО НПЗ «ОНОС».

Тактический замысел: при закачке нефти в РВС-10000 №390 Из-за разряда статического электричества произошел взрыв паровоздушной смеси во внутреннем объеме резервуара с последующим горением. От взрыва паровоздушной смеси сорвало крышу резервуара и произошло нарушение его герметичности, в результате происходит растекание нефти в обвалование. Из-за высокой температуры и излучения пламени создавалась угроза воспламенения паров горючих жидкостей, выходящих из дыхательной аппаратуры соседних резервуаров №№389,392.

Схема возможного загорания представлена на рисунке 3.

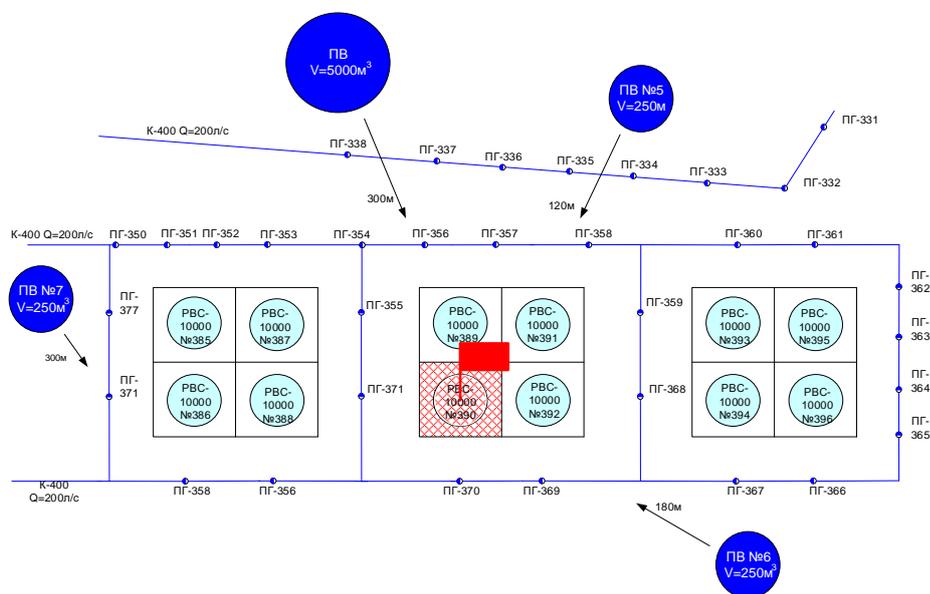


Рисунок 3 – Схема возможного загорания

2.3.2 Возможные пути распространения пожара

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

Варианты развития пожара представлены на рисунке 4.



Рисунок 4 – Варианты развития пожаров

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

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

- третий (В) - развитие пожара с возможным разрушением смежных резервуаров, зданий и сооружений на территории предприятия и за его пределами, а также поражение опасными факторами пожара персонала предприятия и населения близлежащих районов. Такой вариант пожара наблюдался в 14 случаях (около 7%). Несмотря на то, что процент этих пожаров незначителен, для их тушения привлекалось большое количество сил и средств, а продолжительность тушения составляла сутки и более.

Сложная обстановка при пожарах в резервуарах возникает, когда происходит полное разрушение резервуара с нефтепродуктом или при взрыве паровоздушной смеси, когда в нем разрушаются сварные швы между стеной и его днищем. Это

подтверждают пожары, происшедшие в резервуарном парке Каширской нефтебазы Московской области и на нефтеперекачивающей станции «Кременчуг».

Большую опасность при пожарах в резервуарах представляют вскипание и выбросы горящего нефтепродукта, а также перелив через свободный борт при погружении крыши во внутрь резервуара от высокой температуры воздействующей на них. Вскипание происходит из-за наличия в нефти мелких фракций воды, которые испаряются при прогреве верхнего слоя жидкости и вспенивают нагретый слой темного нефтепродукта. Вскипать могут все нефтепродукты, но наиболее интенсивно вскипают темные нефтепродукты, так как из-за большей вязкости, капельки воды долгое время могут находиться в верхнем слое продукта. Вскипание сопровождается характерным шумом, увеличением высоты пламени в 2-4 раза, а температура пламени достигает 1500 °С. При горении жидкости на верхнем уровне или при деформации стенок возможен перелив вскипевшей массы через борт резервуара, это создает угрозу людям, увеличивает опасность деформации стенок и перехода огня на соседние резервуары. Это подтверждает пожар, происшедший в резервуарном парке линейно-производственной диспетчерской станции «Каркатеевы» в Тюменской области.

Сложная ситуация может создаваться при пожарах в резервуарах со стационарной крышей, которая при взрыве не сброшена с резервуара. При обрушении ее в резервуар, нефтепродукт вытекает из горящего резервуара в обваловку и создается явная угроза соседним резервуарам. Это можно подтвердить данными пожара, происшедшего в резервуарном парке линейно-производственной диспетчерской станции «Тюмень».

Очень сложная обстановка может возникать при пожарах в резервуарах, когда они разрушаются с гидродинамическим истечением нефтепродукта.

Первоочередной задачей, при тушении пожаров в резервуарах, является охлаждение горящих и соседних с горящим резервуаров. Это вызвано тем, что через 3-5 мин воздействия пламенем свободного борта резервуара он теряет свою несущую способность, т.е. появляются визуально определяемые деформации из-за прогрева конструкций. Если своевременно не осуществлено охлаждение стенок горящего

резервуара не подается вода с требуемой интенсивностью, то через 20-25 мин от начала пожара стенка металлического резервуара выше уровня горячей жидкости деформируется (свертывается) до такой степени, что образуются «карманы» и горящая жидкость может переливаться в обвалование. Однако, как показывает практика тушения пожаров в резервуарах, на результат поведения стенок горящего резервуара оказывает не только величина интенсивности подачи воды на охлаждение, но и типы стволов, которые используются для охлаждения. При тушении пожаров в резервуарах с темными нефтепродуктами или в обваловании, личный состав, работающий со стволами, располагается за обвалованием и, следовательно, не обеспечивается требуемая интенсивность подачи воды на охлаждение горящего резервуара.

В настоящее время в качестве основного вещества тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах применяется воздушно-механическая пена средней кратности.

Полученные результаты показывают, что при тушении крупных пожаров с разливом горящего нефтепродукта и наличием труднодоступных мест в горящем резервуаре, неверно определяли требуемую интенсивность подачи пены (таблица 3). При определении требуемого расхода пены на тушение пожара не учитывались, время свободного горения до начала пенной атаки и высота свободного борта резервуара. Это приводит к тому, что время тушения пожара во много раз превышает нормативное. В результате, на тушение пожара расходуется большое количество пенообразователя. Так, при тушении пожара в РВС-10000 с понтоном в Ленинградской области было израсходовано 900т пенообразователя, что значительно превышает нормативное значение.

С целью успешного тушения пожаров в резервуарах необходимо:

- создать запас воды для тушения наиболее сложного варианта развития пожара;
- создать запас пенообразователя с учетом времени свободного горения и высоты свободного борта резервуара;

- обеспечить нормативное охлаждение горящих резервуаров в течение 15-20 мин с момента возникновения горения;

- кольцо орошения резервуара разбить на секции с расходом по 25-30 л/с с выводом трубопроводов к ним за пределы обвалования для подачи воды от пожарных автомобилей;

- оборудовать обваловки дополнительными трубопроводами для отвода воды, которая была использована для охлаждения, за пределы обвалования горящего резервуара;

- предусмотреть водопровод высокого давления с подводом трубопроводов в местах установки переносных лафетных стволов в обваловании каждого резервуара. Расстояние от позиции лафетных стволов должно позволять орошать кромку резервуара длиной 25-30 м;

- отработать способы подачи пены для тушения пожаров в РВС-10000 со стационарной крышей.

Фактическая интенсивность подачи пены (по раствору) на тушение, время свободного горения, время пенной атаки и количества израсходованного пенообразователя при тушении крупных пожаров представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Фактическая интенсивность подачи пены (по раствору) на тушение, время свободного горения, время пенной атаки и количества израсходованного пенообразователя при тушении крупных пожаров.

Наименование объекта	Тип и кол-во стволов поданных на тушение		Фактическая интенсивность подачи пены на тушение, л/см ² (по раствору)	Время свободного горения, ч, мин	Время пенной атаки, ч, мин	Израсходовано пенообразователя, т	Результат
	ГПС-600	ГПС-2000					
1	2	3	4	5	6	7	8
Резервуарный парк НПЗ Ленинградской области	23	2	0,18	83	2ч 12 мин	900	Потушен

Продолжение таблицы 4

Резервуарный парк НПЗ г. Комсомольск-на-Амуре	6	2	0,038	тушение розлитого продукта	-	212	выгорел полностью
Резервуарный парк нефтеперекачивающей станции «Кременчуг»	-	8	0,08	15 ч 27 мин	2ч 46 мин	127	выгорел полностью
Резервуарный парк линейно-производственной станции «Каратеевы»	8	2	тушение розлитой нефти	-	-	37	выгорел полностью
Резервуарный парк линейно-производственной диспетчерской станции «Тюмень»	6	4	0,06	11 ч 35 мин	65 мин	30	потушен
ЛПДС «Конда» филиала «Урайское УМН» ОАО «Сибнефтепрово д»	-	-	-	19 часов	-	-	выгорел полностью

2.3.3 Временные характеристики развития и тушения пожаров в резервуарах.

Пожары в резервуарах обычно начинаются со взрыва паровоздушной смеси в газовом пространстве резервуара и срыва крыши или вспышки "богатой" смеси без срыва крыши, но с нарушением целостности ее отдельных мест.

Сила взрыва, как правило, большая у тех резервуаров, где имеется большое газовое пространство, заполненное смесью паров нефтепродукта с воздухом (низкий уровень жидкости).

В зависимости от силы взрыва в вертикальном металлическом резервуаре может наблюдаться обстановка:

- крыша срывается полностью, ее отбрасывает в сторону на расстояние 20-30 м, жидкость горит на всей площади резервуара;

- крыша несколько приподнимается, отрывается полностью или частично, затем задерживается в полупогруженном состоянии в горячей жидкости;

- крыша деформируется и образует небольшие щели в местах крепления к стенке резервуара, а также в сварных швах самой крыши. В этом случае горят пары ЛВЖ над образованными щелями.

Основными параметрами пожаров в резервуарных парках являются: площадь пожара, высота факела пламени, плотность теплового потока, скорость выгорания, скорость прогрева жидкости.

Горение ЛВЖ и ГЖ со свободной поверхности происходит сравнительно спокойно при высоте светящейся части пламени, равной 1,5 диаметров резервуара.

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

Изменяется тепловой режим пожара за счет увеличения теплоотдачи с поверхности жидкости, стенки резервуара, контактируя с пламенем, нагреваются до более высокой температуры.

За счет теплового излучения факела пламени, а также конвективного переноса тепла раскаленными газами часто происходит воспламенение паров нефтепродуктов на соседних резервуарах, выходящих через дыхательную арматуру, замерные устройства и т.п.

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

Линейная скорость выгорания различных нефтепродуктов в зависимости от их физико-химических свойств находится в пределах от 6 до 30 см/ч она практически не зависит от размеров резервуара или от площади горения, если эта площадь превышает 5 м².

Процесс горения нефтепродуктов в резервуарах металлических наземных и железобетонных подземных при полностью разрушенной крыше практически не отличается. Например, линейная скорость выгорания для нефти составляет 15 см/ч для обоих видов резервуаров, а скорость прогрева в металлических резервуарах для нефти составляет 24-36 см/ч и в железобетонных 24-30 см/ч. Накопление тепла в поверхностном слое нефтепродукта в значительной степени влияет на процесс тушения. Высокая температура разрушает пену, увеличивает расход огнетушащих веществ и время тушения.

На поверхности жидкости температура близка к температуре кипения, но у нефти температура поверхности медленно возрастает по мере выгорания легких фракций. Для большинства нефтепродуктов температура поверхности жидкости составляет более 100°C. Наличие прогретого слоя наблюдается при длительном горении сырой нефти и мазутов.

Основными явлениями, сопровождающими пожар в резервуарных парках, являются вскипание и выброс. По характеру прогрева у поверхности все ЛВЖ-ГЖ можно разделить на две группы. Первая группа, у которой температура в слое почти не меняется (спирты, ацетон, бензол, керосин, дизельное топливо и др.), а на поверхности горения устанавливается температура, близкая к температуре кипения. Вторая группа (сырая нефть, бензин, мазуты и др.) при длительном горении у поверхности образуется кипящий слой. Бывают случаи, когда нет слоя воды, но она имеется в виде эмульсии в самой горючей жидкости. При уменьшении вязкости верхнего слоя нефти капли воды опускаются вглубь и накапливаются там, где вязкость нефти еще велика. Одновременно капли воды нагреваются и закипают пары воды вспенивают нефть, которая переливается через борт и происходит вскипание (т.е. вскипание воды, содержащейся в нефти). Вскипание возникает раньше, чем выброс. Сейчас нет точных данных, позволяющих РТП определить время, по истечении которого наступит вскипание.

Опытами установлено, что если высота свободного борта превышает толщину прогретого слоя больше чем вдвое, жидкость не переливается через борт при условии содержания воды в нефти до 1%, тогда вскипание происходит через 45-60

мин. Вскипание увеличивает температуру пламени до 1500°С, высота пламени увеличивается в 2-3 раза, тепловой поток возрастает в несколько раз, за счет полного сгорания. Согласно статистической информации пожары в резервуарах более чем в 60% всех случаев сопровождались образованием «карманов», что затрудняло тушение пламени подачей пены в резервуар сверху. Тепло и массообмен при горении жидкостей в резервуарах тесно связаны между собой, поскольку интенсивность тепловыделения при горении однозначно связана со скоростью подачи пара горючего в зону реакции. Т.е. с испарением горючего, а величина этой скорости зависит от количества тепла, поступившего к жидкости от факела пламени.

2.4 Порядок привлечения сил и средств для оперативно-тактических действий по обеспечению пожарной безопасности объекта.

2.4.1 Оценка возможностей гарнизона по сосредоточению сил и средств согласно расписанию выездов.

В соответствии с расписанием выездов Орского гарнизона пожарной охраны в случае пожара в резервуарном парке ОАО НПЗ «ОНОС» пожару присваивается номер (ранг пожара) - «Пожар №3» автоматически, к месту пожара направляются силы и средства в следующем составе: 14 АЦ - с насосами производительностью 40 л/с, 2 АПТ - с насосами производительностью 40 л/с, 2 АР-2, 2 ПНС-110, 1 АТС-59, 1 АЛ-30, 1 АКП-30. При подтверждении повышенного номера «Пожар №3» по распоряжению руководителя тушения пожара личный состав Орского гарнизона пожарной охраны свободный от несения службы привлекается к тушению пожара. При этом в резерве, в распоряжении начальника гарнизона будут находиться 12 единиц пожарной основной техники (8АЦ, 1 ПНС, 3 АА), 4 единицы специальной пожарной техники (1 АР-2, 2 АЛ-30, 1 АСО) и 1 пожарный поезд 1-й категории.

В случае тушения развывшегося и длительного пожара, а также в случае практической надобности под руководством ФГКУ «5 ОФПС по Оренбургской области» к месту пожара могут быть направлены дополнительно требуемое количество сил и средств гарнизонов г.Орска и других гарнизонов области в

соответствии с планом привлечения сил и средств. К месту пожара выезжает руководство Главного управления МЧС России по Оренбургской области.

2.4.2 Рассмотрение временных параметров сосредоточения и введения сил и средств, которые могут быть привлечены к ликвидации пожара (аварии) на объекте.

На страже ОАО НПЗ «ОНОС» стоит подразделение частной пожарной охраны ООО «Защита», оснащенное современным пожарно-техническим вооружением и подготовленным личным составом, способное ликвидировать сложные пожары (лицензия от 01.09.2013. срок действия 5 лет.).

Штатная численность составляет 185 человек из которых:

штатная численность ПЧ ООО «Защита» - 145 человек (численность одного дежурного караула составляет от 32 до 37 человек);

штатная численность ГСО - 40 человека (численность одной дежурной смены газоспасательного отряда от 8 человек).

По первому сообщению о пожаре резервуарном парке НПЗ «ОНОС» к месту вызова направляется:

- дежурный караул ПЧ ООО «Защита» в составе: 2 отделений на АЦ-7-40, 1 отделение на АЦ-4-40(433112), 1 отделение на АЦ-40(130)63Б; на 2 отделений на АПТ-40(53215) и АПТ-40(5557); автомобили АР-2 и ПНС-110 (время следования - 2 мин);

- дежурный караул 9 ПСЧ ФПС ФГКУ «5 ОФПС по Оренбургской области» в составе: 2 отделений на АЦ-40 и 1 отделение на АЛ-30 (время следования - 3 мин);

- дежурный караул 16 ПСЧ ФПС ФГКУ « ОФПС по Оренбургской области» в составе: 2 отделений на АЦ-40, (время следования - 11 мин);

- дежурный караул 10 ПСЧ ФПС ФГКУ «5 ОФПС по Оренбургской области» в составе: 1 отделение на АЦ-40, (время следования - 17 мин);

- дежурный караул 24 ПСЧ ФПС ФГКУ «5 отряд ФПС по Оренбургской области» в составе: 1 отделение на АЦ-40, (время сосредоточения - 30 мин).

Объявляется сбор работников ПЧ ООО «Защита» и личного состава Орского гарнизона пожарной охраны свободного от несения службы вводится в боевой

расчет резервная пожарная техника и направляется на пожар по мере комплектования отделений (максимальное время сосредоточения – 71 мин).

Расписание выездов гарнизона пожарной охраны приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Расписание выезда гарнизона пожарной охраны

Ранг пожара	Подразделение, место дислокации	Количество и тип пожарных автомобилей, шт.	Численность боевого расчёта, чел.	Время следования, мин	
1	2	3	4	5	
1	ООО "Защита"	АЦ-7-40(53215)	4	2	
		АЦ-4-40(433112)	4	2	
		АЦ-40(130)63Б	4	2	
2	ООО "Защита"	АЦ-7-40(53215)	4	2	
		АПТ-40(5557)	4	2	
		АПТ-40(53215)	4	2	
		ПНС-110	3	2	
	9 ПСЧ ФПС	АР-2	2	2	
		АЦ-40	4	3	
		АЦ-40	4	3	
3	9 ПСЧ ФПС	АЛ-30	2	3	
		ООО "Защита"	АТС-59	1	2
		16 ПСЧ ФПС	АЦ-40	4	11
		16 ПСЧ ФПС	АЦ-40	4	11
		16 ПСЧ ФПС	АКП-30	2	11
		16 ПСЧ ФПС	АР	2	11
		16 ПСЧ	ПНС	3	11
		СПТ ФГКУ «5 ОФПС»	АШ	2	11
		10 ПСЧ ФПС	АЦ-40	4	17
		10 ПСЧ ФПС	АЦ-40	4	17
		ОП 16 ПСЧ ФПС	АЦ-40	4	20
		ПЧ №14	АЦ-40	4	25
		ПЧ №17	АЦ-40	4	25
24 ПСЧ ФПС	АЦ-40	4	30		
		14 АЦ, 2 АВ, 2 АР, 2 ПНС, 1 АТС, 1 АЛ, 1 АКП, АШ.	77		
Резерв гарнизона находящийся на местах постоянной дислокации (может быть направлен на пожар по распоряжению начальника гарнизона)					

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5
	ПЧ ИК-5	2 АЦ	8	20
	ПЧ ИК-3	2 АЦ	8	30
	ПЧ №17	1АЦ	4	25
	ПЧ №14	1АЦ	4	25
	ПЧ №14	АЛ	2	25
	ПЧ №14	ПНС	3	25
	ПЧ №14	АР	2	25
	ПЧ №14	АСО	2	25
	24 ПСЧ ФПС,	АЛ	2	30
	24 ПСЧ ФПС	АЦ	4	30
	ПЧ-Аэропорт	3 АА	12	35
	ПЧ-ХПП	АЦ	4	45
	ПЧ-23 РЖД ст. Орск	Пожарный поезд 1-й категории	6	20
		8 АЦ, 1 АСО, 2 АЛ, 3АА, 1 ПНС, 1 АР, Пожарный поезд	56	

Силы и средства, направляемые под руководством ФГКУ «ЦУКС по Оренбургской области» Главного управления МЧС России по Оренбургской области из гарнизонов г. Орск и других гарнизонов в соответствии с планом привлечения сил и средств.

2.5 Статистический анализ сведений о пожарах на данном и аналогичных объектах отрасли.

За прошедшие 5 лет на ОАО НПЗ «ОНОС» произошел один пожар – 08.11.2013 года на установке ЭЛОУ АВТ-3 ОАО «ОНОС» находившейся на капитальном ремонте. В результате пожара огнем повреждена обшивка колонны на площади 10 м². Причиной пожара послужило разгерметизация оборудования и попадание остатков нефтепродуктов на обшивку колонны. Пожар был ликвидирован в течении 24 минут силами Орского гарнизона пожарной охраны, с минимальным ущербом.

В тематическом обзоре «Пожары резервуаров с нефтью и нефтепродуктами» (http://ros-pipe.ru/clauses/statistika_pozharov_na_neftebazakh/) проанализированы пожары, произошедшие на территории нашей страны за 20-ти летний период.

Всего за исследуемый период зарегистрировано 238 пожаров на объектах добычи, транспорта, хранения и переработки нефти и нефтепродуктов. Статистика свидетельствует, что в нефтяной отрасли произошло пожаров: на насосных нефтепроводах – 10%, на нефтепромыслах - 14%, на НПЗ - 27,7%, а на распределительных нефтебазах зафиксирована наибольшая доля пожаров - 48,3%.

Секторная диаграмма распределения пожаров по виду объекта представлена на рисунке 5.

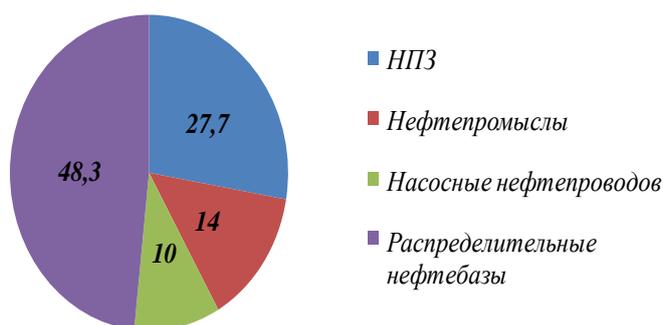


Рисунок 5 – Секторная диаграмма распределения пожаров по виду объекта

На наземных резервуарах произошло 93,3% пожаров и аварий из общего их числа. По виду хранимых продуктов эти пожары распределились следующим образом: 32,4% - на резервуарах с сырой нефтью; 53,8 % - на резервуарах с бензином; и 13,8% - на резервуарах с другими видами нефтепродуктов (мазут, керосин, дизельное топливо, масло и др.). Пожары происходили, в основном (222 случая), на действующих резервуарах типа РВС, из них в 194 случаях (81,5%) пожар возникал в резервуарах с бензином и сырой нефтью.

Секторная диаграмма распределения пожаров по виду нефтепродукта представлена на рисунке 6.

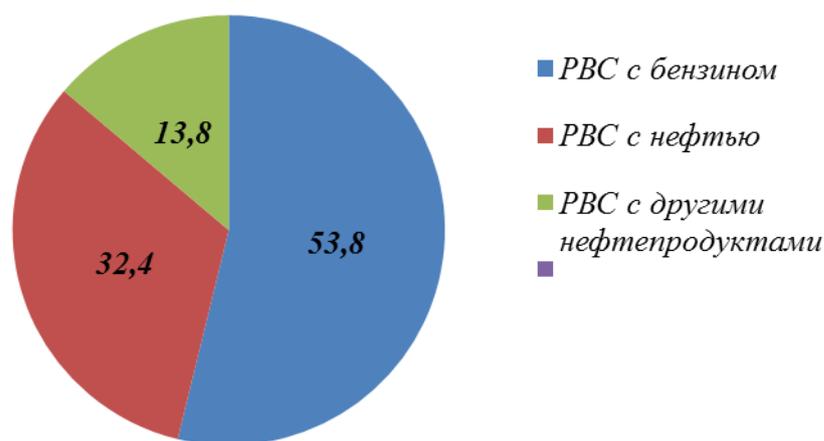


Рисунок 6 – Секторная диаграмма распределения пожаров по виду нефтепродукта

Установлено, что основными источниками зажигания, от которых возникали пожары, являются: огневые и ремонтные работы (23,5%), искры электроустановок (14,7%), проявления атмосферного электричества (9,2%), разряды статистического электричества (9,7%), большая часть всех пожаров на резервуарах (42,2%) произошла от самовозгорания пирофорных отложений, неосторожного обращения с огнем, поджогов и других источников зажигания. Доля пожаров от перечисленных источников зажигания, существенно различается по отраслям промышленности.

Секторная диаграмма распределения пожаров по источникам зажигания представлена на рисунке 7.



Рисунок 7 – Секторная диаграмма распределения пожаров по источникам зажигания.

За исследованный период средняя частота возникновения пожаров и загораний в год составляет: на распределительных нефтебазах - 5,75; в резервуарных парках НПЗ - 3,3; на промыслах - 1,65; на нефтепроводах - 1,2. Средняя частота пожаров по всем объектам и отраслям нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности составили 12 пожаров в год.

Секторная диаграмма распределения пожаров на объектах хранения и переработки нефти по частоте представлена на рисунке 8.

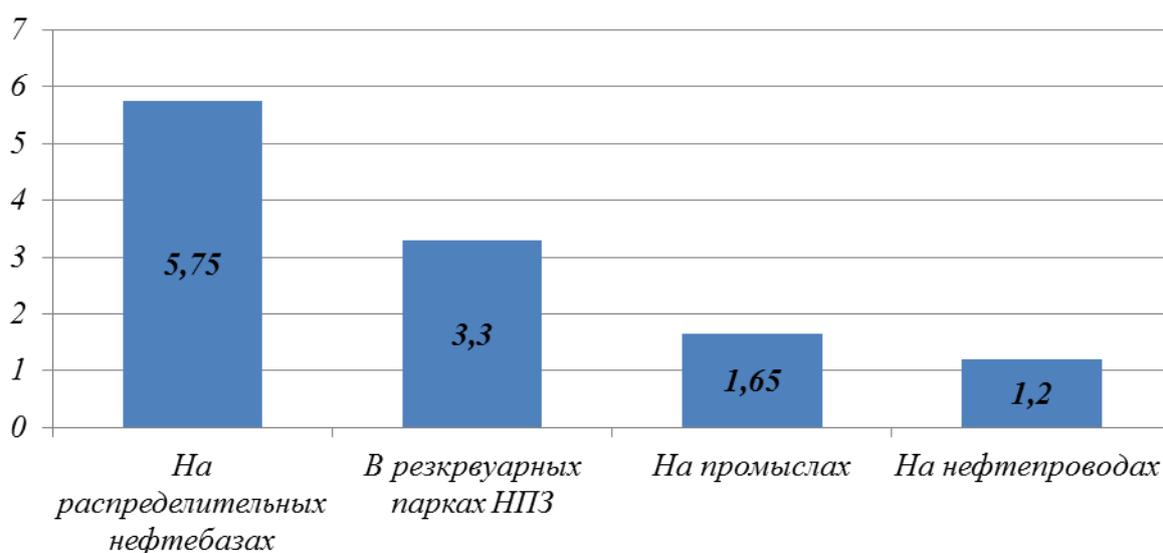


Рисунок 8 – Секторная диаграмма распределения пожаров на объектах хранения и переработки нефти по частоте загорания

Важную информацию для разработки мер пожарной безопасности дают сведения о непосредственном источнике зажигания взрывоопасной паровоздушной смеси. Однако примерно для 5% пожаров непосредственный источник зажигания не установлен, но из этого количества причиной 4 пожаров были повреждения оборудования, нарушения технологического процесса (режима), повышенная загазованность территории резервуарного парка. В этих случаях, естественно, источник зажигания является вторичным и второстепенным фактором, а защита должна быть направлена на поддержание исправности оборудования и нормальное ведение технологического процесса.

Из установленных непосредственных источников зажигания наиболее распространенный, огневые работы - 23% (почти каждый третий пожар).

Неосторожное обращение с огнем, допущенное при ремонте резервуаров, электрические и механические искры или горячие выхлопы глушителя автомобиля при очистке резервуара через нижний люк стали причиной (11,8%) пожаров.

В целом при очистке и ремонте резервуаров произошло 29 пожаров, что составляет 37,6% общего числа. Необходимо отметить, что 14 пожаров на резервуарах (18%) возникли от самовозгорания пирофорных отложений, причем 64 % пожаров, происшедших по этой причине, отмечено на объектах добычи нефти и 36% - в резервуарных парках на нефтеперерабатывающих заводах. Примечательно, что 65 % пожаров, происходит в весенне-летний период и основными источниками зажигания (не считая огневые и ремонтные работы) являются разряды атмосферного электричества (22,2%), а также огневые технологические установки (16,5%).

Здесь надо отметить, что в первом случае (разряды атмосферного электричества) загорались резервуары только на насосных станциях нефтепродуктов, что говорит о ненадежности существующей молниезащиты и необходимости ее усовершенствования на данных объектах. Огневые технологические установки, как источник зажигания, проявлялись только на нефтепромысловых объектах.

В качестве характерного примера связанного с технологическим процессом хранения нефти и нефтепродуктов, может служить описание пожара, произошедшего 22 августа 2009 года на резервуарном парке ЛПДС «Конда» Урайское УМН ОАО «Сибнефтепровод», которая расположена на территории Кандинского района Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области.

Пожары, происходящие в резервуарах с ЛВЖ, как правило, начинаются с взрыва, что приводит к выводу из строя автоматических установок пожаротушения. В этом случае, тушение пожаров требует больших расходов воды для защиты горящего и соседних резервуаров, большого количества личного состава и техники. Эти пожары трудно тушимы, носят затяжной характер, приводят к значительным материальным ущербам, сопровождаются сильными тепловыми потоками,

распространяющимися на большие расстояния, осложняют работу пожарных и являются причинами возникновения массовых пожаров в резервуарных парках.

3 Научно-исследовательский раздел

3.1 Выбор объекта исследования, обоснование.

Анализ пожаров, происшедших на предприятиях нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности показывает, что все они имеют существенную особенность: причина этих пожаров, как правило, целая совокупность обстоятельств, каждое из которых само по себе не способно инициировать крупный пожар, и только их сочетание приводит к серьезным последствиям. Анализ тушения пожаров показал следующее. Строящиеся в настоящее время резервуарные парки и резервуары большой емкости (100 тыс. м³) должны быть оснащены:

- пожарной частью с профилактическими работниками и дежурным караулом на основных и специальных автомобилях;
- на территории нефтебазы (хранилища) должен находиться необходимый запас рукавов, лафетных и пенных стволов;
- вблизи резервуарного парка должен быть трехкратный запас пенообразователя, рассчитанный для тушения резервуара с наибольшей емкостью и горения разлива жидкости в обваловании вокруг него;
- вышками, высотой 10-12 м, оборудованных лафетными стволами с подводом к ним воды и раствора пенообразователя, а также с дистанционным автоматическим управлением ими;
- наиболее эффективными способами тушения внутри резервуаров являются: подача пены через установленные на них стационарные пенные камеры с отражателем на стенке; введение пены под слой горючего у основания резервуара через стационарные пенопроводы или существующие продуктовые линии;
- целесообразно на тушение подавать пену низкой кратности (5-10) с концентрацией раствора 3-6 %;
- время аварийной откачки нефтепродукта из горящего резервуара должно быть меньше времени израсходования запаса воды, хранящегося в резервуарном парке для выполнения всех видов работ по тушению, охлаждению, защите и обеспечению последующей безопасности при проведении ремонтных работ;

- целесообразно одновременно с тушением в резервуаре проводить откачку из него горящего нефтепродукта.

Возможности гарнизона по сосредоточению на месте пожара и возможности подачи огнетушащих веществ (пенообразователь и приборы подачи пены).

На вооружении пожарной части ООО «Защита» имеется водопенные стволы ЛС-П20У (10 шт.), ЛС-П30У (10 шт.), ЛС-П40У (10шт.), а так же водопенные мониторы зарубежного производства «ANTENOR 1500P» (3 шт.) и «ANTENOR 2700 P» (7 шт.). Для подвоза дополнительного пожарно-технического вооружения на место пожара используется как вспомогательная техника ПЧ ООО «Защита» так и техника предприятия.

Проведем сравнение тактико-технических характеристик стволов (мониторов) с ручным приводом для подачи воды и пены низкой кратности зарубежного и российского производства:

Результаты сравнения тактико – технические характеристики водопенных стволов (мониторов) находящиеся на вооружении гарнизона пожарной охраны приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Тактико-технические характеристики водопенных стволов (мониторов) находящиеся на вооружении гарнизона пожарной охраны

Наименование параметра	Значения параметров				
	ЛС-П20У	ЛС-П30У	ЛС-П40У	ANTENOR 1500P	ANTENOR 2700 P
1	2	3	4	5	6
Рабочее давление, кгс/см ²	6,0 ... 8,0			6,0 ... 8,0	
Расход воды/водного раствора ПО, л/с	20	30/25	40/30	28,3	51,6
Кратность пены	7			6	

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6
Дальность струи (по крайним каплям), не менее:				45	50
- водяной сплошной, м	50 30	55 33	60 35		
- водяной распыленной (при угле факела 300), м	35	37	40		
- пенной сплошной, м					
Перемещение ствола, не менее:					
- в вертикальной плоскости, град.	от - 15° до +90°;			от 0 до +90°.	
- в горизонтальной плоскости, град.	360°.			от - 90° до +90°;	
Показатели транспортабельности (Д / Ш / В), мм	540 / 387 / 425			635/625/390	
Масса, кг,	не более 17			17	18
Цена (руб)	37000 - 42400			325000	

Итак, мы видим, что стволы пожарные лафетные водопенные универсальные переносные, с ручным управлением, ЛС-П20У, ЛС-П30У, ЛС-П40У Российского производства по тактико–техническим показателям не уступают, а по некоторым параметрам и превосходят представленные зарубежные аналоги. Но ключевым фактором выбора является цена, стоимость лафетного пожарного ствола ANTENOR производства Франции, различных модификаций более чем в 8 раз превышает стоимость отечественного ЛС-ПУ.

Стволы пожарные лафетные переносные универсальные комбинированные с регулируемым насадком ЛС-ПУ предназначены для формирования потока распыленной струи огнетушащего вещества с изменяемым углом распыления от прямой компактной струи до защитного экрана (100 град). Применяются для защиты пожароопасных объектов, тушения пожаров, охлаждения строительных и технологических конструкций, облаков ядовитых и радиоактивных газов, паров и

пылей. Входят в состав ПТВ пожарных автомобилей. Лафетные стволы выпускаются в соответствии с требованиями Технического регламента о требованиях пожарной безопасности (Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ), ГОСТ Р 51115-97 и ТУ 4854-005-72073424-2011.



Рисунок 9 – Ствол ЛС-ПУ

Согласно расписания выезда подразделений Орского гарнизона пожарной охраны в случае пожара в резервуарном парке на ОАО НПЗ «ОНОС» на месте пожара может быть сосредоточено:

- 8100 л пенообразователя ПО-6-НП на пожарных автомобилях;
- 8000 л фторпротеинового пленкообразующего пенообразователя 94 м³ «PETROFILM» на пожарных автомобилях;

А так же методом подвоза вспомогательной техникой как ПЧ «Защита» так и специальной техникой завода в короткие сроки на место пожара могут быть доставлены 120 м³ пенообразователя ПО-6-НП из резерва ОАО НПЗ «ОНОС» и фторпротеинового пленкообразующего 86 м³ «PETROFILM».

Технические характеристики пенообразователя приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики пенообразователей

Показатели	Пенообразователи общего назначения	Фторированные пенообразователи
	ПО-6НП	"Петрофилм" (FFFFP)
Плотность при 20 °С, кг·м ⁻³ , не менее	1,01·10 ³	1,13·10 ³
Кинематическая вязкость при 20 °С, мм ² ·с ⁻¹ , не более	100	52,1

Продолжение таблицы 7

Температура застывания, °С. не ниже	-8	-40
Температура хранения °С	+5...+40	-40...+50
Водородный показатель, рН	7,0-10,0	7,2

Продолжение таблицы 7

Концентрация рабочего раствора, % (об.)	6	3 или 6
Гарантийный срок хранения, лет, не менее	1,5	16
Биоразлагаемость	Б/м	Б/м

ПО-6НП - синтетический пенообразователь для пожаротушения, не содержащий фторированных поверхностно-активных веществ. В соответствии с ГОСТ Р 50588-2012 и международной классификацией, ПО-6НП относится к пенообразователям типа S. Пенообразователь ПО-6НП имеет повышенную огнетушащую способность и используется для получения пены низкой, средней и высокой кратности. Пенконцентрат представляет собой водный раствор натриевых солей вторичных алкилсульфатов со стабилизирующими добавками и применяется для тушения пожаров классов А и В.

По требованиям безопасности пенообразователь относится к 4 классу опасности и согласно ГОСТ 12.1.007 является малоопасным веществом. Согласно этому, ПО-6НП - трудногорючая жидкость со специфическим запахом, не способная к самостоятельному горению. Рабочий раствор пенконцентрата пожаро- и взрывобезопасен. Пенообразователь, согласно ГОСТ Р 50595, является биологически «мягким» продуктом и относится к быстроразлагаемым продуктам (более 80%).

Концентрация рабочего раствора ПО-6НП для получения пены на питьевой воде - 6% (объемных). Температура замерзания составляет -3°С.

Фторпротеиновый пленкообразующий пенообразователь «PETROFILM» относится к классу FFFP и позволяет получать пену устойчивую к загрязнению нефтепродуктами и использовать его не только для подачи на поверхность горючей жидкости, но и при подслоном способе тушения. Пена из пенообразователя «PETROFILM» имеет хорошую текучесть, повышенную сопротивляемость к повторному воспламенению топлива, образует устойчивую изолирующую пленку на поверхности углеводородов, в том числе при наличии горячих поверхностей, прочно прилипает к металлическим конструкциям. Высокая огнетушащая эффективность этого пенообразователя подтверждена во время многочисленных экспериментов как за рубежом, так и в России (в городах Новый Уренгой, Ноябрьск, Альметьевск, Ангарск, Ачинск, Новокуйбышевск и другие).

Достоинствами пенообразователя фторпротеинового пенообразователя являются умеренная стоимость, длительный гарантийный срок хранения (до 20 лет), низкая температура замерзания (минус 40°С), возможность получения пены низкой кратности с водой любой жесткости, в том числе морской, а также совместимость пены на его основе с сухими порошками при их отдельной подаче.

3.2 Организация тушения пожара подразделениями пожарной охраны.

3.2.1 Расчет сил и средств при варианте тушения пожара № 1

Тушение пожара в резервуаре и в обваловании при помощи ГПС-2000 с применением пенообразователя ПО-6-НП (наиболее распространенный способ);

1. Определяем необходимое количество лафетных стволов ПЛС-20 d_н -32 мм на охлаждение горящего резервуара в горящем обваловании:

$$N_{\text{охл}}^{\Gamma} = \frac{P_{\Gamma} \cdot I_{\text{тр}}^{\Gamma}}{Q_{\text{ств}}} \quad (3.1)$$

где: P_{Γ} - периметр горящего резервуара, (м);

$I_{\text{тр}}^{\text{г}}$ - требуемая интенсивность подачи воды для охлаждения горящего резервуара, л/(с·м);

$Q_{\text{ств}}^{\text{г}}$ - расход воды из одного пожарного ствола, (л/с).

$$N_{\text{охл}}^{\text{г}} = \frac{3,14 \cdot 34 \cdot 1,2}{28} = 4,57$$

принимаем 5 ПЛС-20

2. Определяем необходимое количество ручных стволов РС-70 с диаметром насадка $d_{\text{н}}$ -25мм предназначенных для охлаждения соседних резервуаров, геометрические размеры резервуаров одинаковы:

$$N_{\text{охл}}^{\text{с}} = \frac{P_{\text{с}} \cdot I_{\text{тр}}^{\text{с}}}{2 \cdot Q_{\text{ств}}^{\text{с}}} \quad (3.2)$$

где: $P_{\text{г}}$ - периметр горящего резервуара, м;

$I_{\text{тр}}^{\text{с}}$ - требуемая интенсивность подачи воды для охлаждения соседнего резервуара, л/(с·м);

$Q_{\text{ств}}^{\text{с}}$ - расход воды из одного пожарного ствола, л/с.

$$N_{\text{охл}}^{\text{с}} = \frac{3,14 \cdot 34 \cdot 0,3}{2 \cdot 10} = 1,6$$

принимаем 2 ствола РС – 70, $d_{\text{н}}$ – 25 мм

Получаем, что на охлаждение соседних резервуаров РВС №389, РВС №392 принимаем по 2 ствола РС-70, $d_{\text{н}}$ – 25 мм на каждый. Также для защиты дыхательного клапана соседнего резервуара №392 подать лафетный ствол ПЛС-20, $d_{\text{н}}$ – 25 мм

3. Определим фактический расход воды для охлаждения горящего резервуара:

$$Q_{\text{ф}}^{\text{г}} = N_{\text{ств}}^{\text{г}} \cdot Q_{\text{ств}}^{\text{г}} \quad (3.3)$$

$$Q_{\text{ф}}^{\text{г}} = 5 \cdot 28 = 140 \text{ л/с}$$

4. Определим фактический расход воды для охлаждения соседних резервуаров:

$$Q_{\phi}^c = N_{РВС}^c \cdot N_{ств} \cdot q_{ств} + N_{дых.ап.}^c \cdot N_{ств} \cdot q_{ств} \quad (3.4)$$

где: $N_{РВС}^c$ - количество соседних резервуаров;

$N_{ств}$ – количество подаваемых приборов тушения;

$N_{дых.ап.}^c$ – количество дыхательных клапанов соседних резервуаров,

которые необходимо охладить.

$$Q_{\phi}^c = 2 \cdot 2 \cdot 10 + 1 \cdot 1 \cdot 16,7 = 56,7 \text{ л/с}$$

5. Учитывая необходимость защиты приборов подачи пены и подъемных механизмов принимаем по 1 РСК-50 на каждый подъемник:

$$Q_{\phi}^r = N_{ств} \cdot q_{ств} \quad (3.5)$$

$$Q_{\phi}^r = 2 \cdot 3,7 = 7,4 \text{ л/с}$$

6. Определим общий расход на охлаждение:

$$Q_{\phi}^{охл} = Q_{\phi}^c + Q_{\phi}^r \quad (3.6)$$

$$Q_{\phi}^{охл} = 140 + 73,4 + 7 = 220,8 \text{ л/с}$$

7. Определим требуемое количество отделений для охлаждения резервуаров:

$$N_{охл}^{отд} = \frac{N_{охл}^r}{n_{ПЛС-20}} + \frac{N_{охл}^c}{n_{РС-70}} + \frac{N_{дых.ап.}^c}{n_{ПЛС-20}} \quad (3.7)$$

$$N_{охл}^{отд} = \frac{5}{1} + \frac{4}{2} + \frac{1}{1} = 8 \text{ отд}$$

8. Определим площадь пожара (тушение будем производить поэтапно, сначала в обваловании, потом по в зеркало резервуара путем подачи пены средней кратности с использованием ГПС-2000:

$$S_{п}^{обв} = S_{обв} - S_{рез} \quad (3.8)$$

$$S_{п}^{рез} = 918 \text{ м}^2$$

$$S_{п}^{обв} = (65 \cdot 65) - 918 = 3307 \text{ м}^2$$

9. Определим требуемое количество пенных стволов на тушение пожара:

$$N_{\text{ГПС-2000}}^{\tau} = \frac{S_{\text{п}} \cdot I_{\text{тр}}^{\tau}}{Q_{\text{р-р}}} \quad (3.9)$$

Тушение пожара в обваловании стволами ГПС – 2000:

$$N_{\text{ГПС-2000}}^{\tau} = \frac{3307 \cdot 0,08}{20} = 13,22$$

принимаем 14 ГПС – 2000,

Тушение пожара в резервуаре ГПС-2000:

$$N_{\text{ГПС-2000}}^{\tau} = \frac{918 \cdot 0,08}{20} = 3,67$$

принимаем 4 ГПС – 2000

10. Определить требуемое количество пенообразователя на тушение пожара в обваловании и резервуаре:

$$W_{\text{ПО}} = (Q_{\text{по}} \cdot N_{\text{ГПС-2000}}^{\tau}) \cdot \tau_{\text{р}} \cdot 60 \cdot k \quad (3.10)$$

где: $Q_{\text{по}}$ - расход пенообразователя из ствола, л/с;

$\tau_{\text{р}}$ -расчетное время тушения, мин;

k - трехкратный запас пенообразователя.

$$W_{\text{ПО}} = (1,2 \cdot 14 + 1,2 \cdot 4) \cdot 15 \cdot 60 \cdot 3 = 58320 \text{ л. (по – 6НП)}$$

Вывод: Для тушения пожара в по расчету необходимо 14 ГПС-2000 и около 59 м³ пенообразователя ПО-6НП. Запас пенообразователя в пожарной части ООО «Защита» 120 м³, из которого 5,3 м³ находится в боевом расчете на АПТ-40(5557). Для доставки пенообразователя, согласно плана тушения пожара привлекается специальная автоцистерна ОАО НПЗ «ОНОС» объемом цистерны равным 10 м³ на котором пенообразователь доставляется к месту пожара, также имеется техника для доставки пенообразователя хранящаяся в специальных емкостях.

11. Определим фактический (максимальный) расход воды на тушение пожара:

$$Q_{\text{ф}}^{\tau} = N_{\text{ГПС-2000}}^{\tau} \cdot Q_{\text{ГПС-2000}}^{\text{в}} \quad (3.11)$$

$$Q_{\phi}^T = 14 \cdot 18,8 = 263,2 \text{ л/с,}$$

12. Определим фактический расход воды на тушение и охлаждение:

$$Q_{\phi} = Q_{\phi}^T + Q_{\phi}^{\text{охл}} \quad (3.12)$$

$$Q_{\phi} = 263,2 + 220,8 = 484 \text{ л/с}$$

13. Проверка возможности противопожарного водопровода:

Водоотдача участка противопожарного водопровода в резервуарного парка ОАО НПЗ «ОНОС» составляет 200 л/с, но при повышении давления насосами-повысителями расход воды в кольцевом водопроводе составит 420 л/с. Водоотдача противопожарного водопровода обеспечит работу стволов на охлаждение горящего и соседних резервуаров, охлаждения дыхательного клапана соседнего резервуара №392. Для тушения пожара необходимо использовать пожарные водоемы: №6 V-250м³, расположенный с юго-восточной стороны резервуарного парка на расстоянии 120 м от места пожара; №8 V-5000м³ и №5 V-250м³, расположенные с северной стороны резервуарного парка на расстоянии 300 и 180 м от места пожара соответственно;

14. Определим требуемый объем воды для проведения пенной атаки в обваловании:

$$V_{\text{тр}}^B = N_{\text{ГПС-2000}}^T \cdot q_{\text{ГПС-2000}}^B \cdot \tau_p \cdot 60 \cdot k \quad (3.13)$$

$$V_{\text{тр}}^B = (14 \cdot 18,8 + 4 \cdot 18,8) \cdot 15 \cdot 60 \cdot 3 = 913680 \text{ л}$$

15. Определим продолжительность работы приборов тушения по имеющейся схеме боевого развертывания:

$$\tau_p = \frac{0,9 \cdot V_B}{N_{\text{ГПС-2000}}^T \cdot q_{\text{ГПС-2000}}^B \cdot 60} \quad (3.14)$$

- от ПВ V-250 м³ №6 с подачей 4 ГПС-2000:

$$\tau_p = \frac{0,9 \cdot 250000}{4 \cdot 18,8 \cdot 60} = 49,86 \text{ мин.}$$

- от ПВ V-250 м³ №5 с подачей 2 ГПС-2000:

$$\tau_p = \frac{0,9 \cdot 250000}{2 \cdot 18,8 \cdot 60} = 99,73 \text{ мин.}$$

- от ПВ V-5000 м³ №8 с подачей 8 ГПС-2000:

$$\tau_p = \frac{0,9 \cdot 5000000}{8 \cdot 18,8 \cdot 60} = 498,67 \text{ мин.}$$

Вывод: Запаса воды в пожарных водоем № 6,5,8 для проведения пенной атаки достаточно. По выбранной схеме боевого развертывания пожарный водоем №6, V-250 м³ обеспечат водой работу по 6 ГПС-2000 в течении нормативного времени, водоем № V-5000 м³ обеспечит водой работу 8 ГПС-2000 намного превышающий требуемое время работы (более 8 часов). Полученные данные могут быть использованы в работе штаба пожаротушения в случае если с первой пенной атаки горящий нефтепродукт потушить не удастся.

В целях охлаждения горящего и соседних резервуаров, а так же для подачи стволов на тушение по зеркалу будет использоваться кольцевой противопожарный водопровод водоотдачей Q=420 л/с.

16. Определим численность личного состава для тушения пожара:

- для подготовки и проведения пенной атаки:

$$N_{\text{л.с}}^{\text{п.а.}} = 2 \cdot N_{\text{ГПС-2000}}; \quad (3.15)$$

$$N_{\text{л.с}}^{\text{п.а.}} = 2 \cdot 14 = 28 \text{ человека};$$

- для охлаждения горящего резервуара № 390 при помощи лафетных стволов:

$$N_{\text{л.с}}^{\text{охл.г.}} = 2 \cdot N_{\text{ПЛС-20}} \quad (3.16)$$

$$N_{\text{л.с}}^{\text{охл.г.}} = 2 \cdot 5 = 10 \text{ человек};$$

для работы со стволами РС-70 по охлаждению соседних резервуаров №389, №392 и охлаждение дыхательного клапана РВС№ 392:

$$N_{\text{л.с}}^{\text{охл.с}} = 2 \cdot N_{\text{РС-70}} + 1 \cdot N_{\text{ПЛС-20}} \quad (3.17)$$

$$N_{\text{л.с}}^{\text{охл.с}} = 2 \cdot 4 + 2 \cdot 1 = 10 \text{ человек};$$

- для работы на разветвлениях и контроле за насосно-рукавными системами:

$$N_{\text{л.с}}^{\text{разв}} = 14 \text{ человек};$$

- для организации связи (связные у РТП, НШ, НУТ):

$$N_{\text{л.с}}^{\text{св}} = 6 \text{ человек.}$$

Общая численность личного состава:

$$N_{\text{л.с}}^{\text{общ}} = N_{\text{л.с}}^{\text{п.а.}} + N_{\text{л.с}}^{\text{охл.г.}} + N_{\text{л.с}}^{\text{охл.с}} + N_{\text{л.с}}^{\text{разв}} + N_{\text{л.с}}^{\text{св}} \quad (3.18)$$

$$N_{л.с}^{общ} = 28 + 10 + 10 + 14 + 6 = 68 \text{ человек.}$$

Требуемое количество отделений на основных пожарных автомобилях:

$$N_{отд} = \frac{N_{л.с}^{общ}}{4} = \frac{68}{4} = 17, \text{ принимаем } 19 \text{ отделений.} \quad (3.19)$$

Схема расстановки сил и средств тушения пожара приведены на рисунке 10

Расстановка сил и средств:

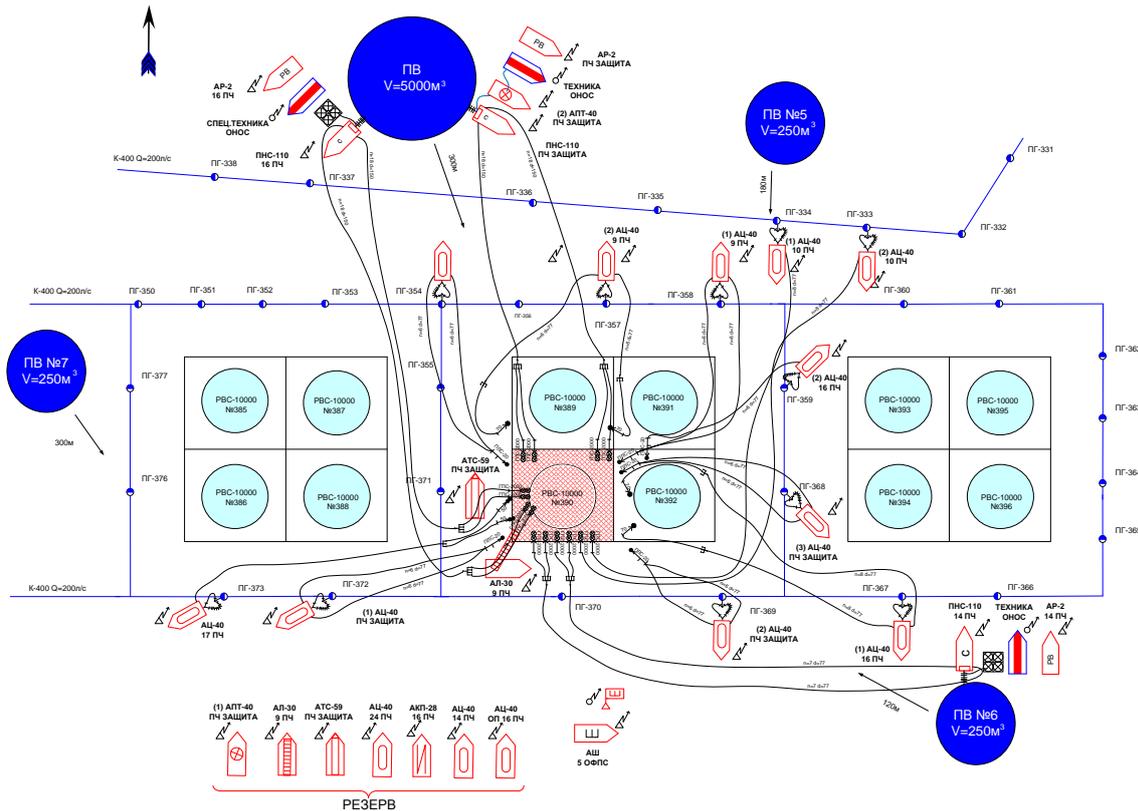


Рисунок 10 – Расстановка сил и средств (1 вариант)

Сводная таблица расчета сил и средств для тушения пожара в резервуаре обвалования и резервуаре представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Сводная таблица расчета сил и средств для тушения пожара в резервуаре обвалования и резервуаре

№ вызова	Периметр пожара, м.кв	Площадь пожара, м.кв	Кол-во УТП	Количество и вид пожарных стволов					Расход воды	Расход ПО, л	Кол-во рукавов				Кол-во л/с
				ПЛС-20	ГПС-2000	ЛС-П30У	РС-70	РСК-50			51	77	150	66	
3	260	4225	3	6	14	0	4	2	484,2	58320	4	124	80	4	68

Вывод: Согласно выполненным расчетам для тушения пожара в обваловании и резервуаре №390 с нефтью, необходимо не только привлечь силы и средства Орского гарнизона пожарной охраны по вызову «Пожар №3» который установлен на данный объект автоматически, но и использовать резервы (привлечение дополнительных ПНС и АР), а также организовать доставку дополнительных ГПС-2000, что существенно увеличит время свободного горения. Так же необходимо учитывать то, что тушение будет производиться поэтапно, сначала в обваловании потом в резервуаре, что так же увеличит время ликвидации. Сил и средств гарнизона для тушения данного пожара достаточно.

3.2.2 Расчет сил и средств при варианте тушения пожара №2.

Тушение пожара в РВС-10000 №390 с использованием современных водопенных стволов ЛС-П30У с применением фторпротеинового пленкообразующего пенообразователя «PETROFILM».

1. Определяем необходимое количество лафетных стволов ПЛС-20 d_H -32 мм на охлаждение горящего резервуара в горящем обваловании:

$$N_{\text{охл}}^{\Gamma} = \frac{P_{\Gamma} \cdot I_{\text{тр}}^{\Gamma}}{Q_{\text{ств}}^{\Gamma}} \quad (3.20)$$

где: P_{Γ} - периметр горящего резервуара, (м);

$I_{\text{тр}}^{\Gamma}$ - требуемая интенсивность подачи воды для охлаждения горящего резервуара, л/(с·м);

$Q_{\text{ств}}^{\Gamma}$ - расход воды из одного пожарного ствола, (л/с).

$$N_{\text{охл}}^{\Gamma} = \frac{3,14 \cdot 34 \cdot 1,2}{28} = 4,57$$

принимаем 5 ПЛС – 20

2. Определяем необходимое количество ручных стволов РС-70 с диаметром насадка d_H -25мм предназначенных для охлаждения соседних резервуаров, геометрические размеры резервуаров одинаковы:

$$N_{\text{охл}}^c = \frac{P_c \cdot I_{\text{тр}}^c}{2 \cdot q_{\text{ств}}} \quad (3.21)$$

где: $P_{\text{Г}}$ - периметр горящего резервуара, м;

$I_{\text{тр}}^c$ - требуемая интенсивность подачи воды для охлаждения соседнего резервуара, л/(с·м);

$q_{\text{ств}}$ - расход воды из одного пожарного ствола, л/с.

$$N_{\text{охл}}^c = \frac{3,14 \cdot 34 \cdot 0,3}{2 \cdot 10} = 1,6$$

принимаем 2 ствола РС – 70, $d_{\text{н}}$ – 25 мм

Получаем, что на охлаждение соседних резервуаров РВС №389, РВС №392 принимаем по 2 ствола РС-70, $d_{\text{н}}$ – 25 мм на каждый. Также для защиты дыхательного клапана соседнего резервуара №389 подать 1 лафетный ствол ПЛС-20, $d_{\text{н}}$ – 25 мм

3. Определим фактический расход воды для охлаждения горящего резервуара:

$$Q_{\text{ф}}^{\text{Г}} = N_{\text{ств}} \cdot q_{\text{ств}} \quad (3.22)$$

$$Q_{\text{ф}}^{\text{Г}} = 5 \cdot 28 = 140 \text{ л/с}$$

4. Определим фактический расход воды для охлаждения соседних резервуаров:

$$Q_{\text{ф}}^c = N_{\text{РВС}}^c \cdot N_{\text{ств}} \cdot q_{\text{ств}} + N_{\text{дых.ап.}}^c \cdot N_{\text{ств}} \cdot q_{\text{ств}} \quad (3.23)$$

где: $N_{\text{РВС}}^c$ - количество соседних резервуаров;

$N_{\text{ств}}$ – количество подаваемых приборов тушения;

$N_{\text{дых.ап.}}^c$ – количество дыхательных клапанов соседних резервуаров, которые необходимо охладить.

$$Q_{\text{ф}}^c = 2 \cdot 2 \cdot 10 + 1 \cdot 1 \cdot 16,7 = 56,7 \text{ л/с}$$

5. Определим общий расход на охлаждение:

$$Q_{\text{ф}}^{\text{охл}} = Q_{\text{ф}}^c + Q_{\text{ф}}^{\text{Г}} \quad (3.24)$$

$$Q_{\phi}^{\text{охл}} = 140 + 56,7 = 196,7 \text{ л/с}$$

6. Определим требуемое количество отделений для охлаждения резервуаров:

$$N_{\text{охл}}^{\text{отд}} = \frac{N_{\text{охл}}^{\Gamma}}{N_{\text{ПЛС-20}}} + \frac{N_{\text{охл}}^{\text{С}}}{N_{\text{РС-70}}} + \frac{N_{\text{дых.ап.}}^{\text{С}}}{N_{\text{ПЛС-20}}} \quad (3.25)$$

$$N_{\text{охл}}^{\text{отд}} = \frac{5}{1} + \frac{4}{2} + \frac{1}{1} = 8 \text{ отд}$$

7. Определим площадь пожара в обваловании (тушение будем производить сначала в обваловании, потом в резервуаре). После ликвидации пожара расчетное количество водопенных стволов будет подано на зеркало резервуара, а оставшиеся стволы при этом должны находиться в рабочем состоянии для исключения возникновения повторного возгорания в обваловании):

$$S_{\text{п}}^{\text{обв}} = S_{\text{обв}} - S_{\text{рез}} \quad (3.26)$$

$$S_{\text{п}}^{\text{рез}} = 918 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{п}}^{\text{обв}} = (65 \cdot 65) - 918 = 3307 \text{ м}^2$$

8. Определим требуемое количество пенных стволов ЛС – П30У на тушение пожара:

$$N_{\text{ЛС-П30У}}^{\Gamma} = \frac{S_{\text{п}} \cdot I_{\text{тр}}^{\Gamma}}{q_{\text{р-р}}} \quad (3.27)$$

Тушение пожара в обваловании:

$$N_{\text{ЛС-П30У}}^{\Gamma} = \frac{3307 \cdot 0,07}{30} = 7,7 \text{ принимаем } 8 \text{ ЛС – П30У;}$$

Тушение пожара в резервуаре:

$$N_{\text{ЛС-П30У}}^{\Gamma} = \frac{918 \cdot 0,07}{30 \cdot 0,75} = 2,88, \text{ принимаем } 3 \text{ ЛС – П30У}$$

9. Определить требуемое количество пенообразователя на тушение пожара в обваловании и резервуаре:

$$W_{\text{ПО}} = (q_{\text{по}} \cdot N_{\text{ЛС-П30У}}^{\Gamma}) \cdot \tau_{\text{р}} \cdot 60 \cdot k \quad (3.28)$$

$$W_{\text{по}} = (1,8 \cdot 8 + 1,8 \cdot 3) \cdot 15 \cdot 60 \cdot 3 = 53460 \text{ л. пенообразователь «PETROFILM»}$$

где: $Q_{\text{по}}$ - расход пенообразователя из ствола, л/с;

$\tau_{\text{р}}$ -расчетное время тушения, мин;

k - трехкратный запас пенообразователя.

Вывод: Для тушения пожара в обваловании по расчету необходимо 8 водопенных ствола ЛС-П40У и около 54 м³ пенообразователя «PETROFILM». В боевом расчете в пожарной части ООО «Защита» имеются автомобиль воздушно-пенного тушения АПТ-40(53215) с запасом пенообразователя – 7,5 м³ который не обеспечит работу требуемого количества стволов в течение 45 мин. Также для доставки требуемого количества пенообразователя, согласно плана тушения пожара привлекается специальная техника ОАО НПЗ «ОНОС» на котором пенообразователь хранящийся в специальных емкостях (85 емкостей с пенообразователем «PETROFILM» по 1000л в каждой) доставляется к месту пожара.

10. Определим фактический (максимальный) расход воды на тушение пожара:

$$Q_{\text{ф}}^{\text{т}} = N_{\text{ЛС-П40У}}^{\text{т}} \cdot Q_{\text{ЛС-П40У}}^{\text{в}} \quad (3.29)$$

$$Q_{\text{ф}}^{\text{т}} = 8 \cdot 28,2 = 225,6 \text{ л/с,}$$

11. Определим фактический расход воды на тушение и охлаждение:

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{ф}}^{\text{т}} + Q_{\text{ф}}^{\text{охл}} \quad (3.30)$$

$$Q_{\text{ф}} = 225,6 + 196,7 = 422,3 \text{ л/с}$$

12. Проверка возможности противопожарного водопровода:

Водоотдача участка противопожарного водопровода в резервуарного парка ОАО НПЗ «ОНОС» составляет 200 л/с, но при повышении давления насосами-повысителями расход воды в кольцевом водопроводе составит 420 л/с. Водоотдача противопожарного водопровода обеспечит работу стволов на охлаждение горящего и соседних резервуаров, охлаждения дыхательного клапана соседнего резервуара №389. Для тушения пожара в обваловании и по зеркалу необходимо использовать пожарные водоемы: №6 V-250м³, расположенный с юго-восточной стороны

резервуарного парка на расстоянии 120 м от места пожара; №8 V-5000м³, расположенный с западной стороны резервуарного парка на расстоянии 300 м от места пожара.

13. Определим требуемый объем воды для проведения пенной атаки:

$$V_{\text{тр}}^{\text{в}} = N_{\text{ЛС-П40У}}^{\text{т}} \cdot Q_{\text{ЛС-П40У}}^{\text{в}} \cdot \tau_{\text{р}} \cdot 60 \cdot k \quad (3.31)$$

$$V_{\text{тр}}^{\text{в}} = (8 \cdot 28,2 + 3 \cdot 28,2) \cdot 15 \cdot 60 \cdot 3 = 609120 \text{ л}$$

14. Определим продолжительность работы приборов тушения по имеющейся схеме боевого развертывания:

$$\tau_{\text{р}} = \frac{0,9 \cdot V_{\text{в}}}{N_{\text{ЛС-П30У}}^{\text{т}} \cdot Q_{\text{ЛС-П30У}}^{\text{в}} \cdot 60} \quad (3.32)$$

- от ПВ V-250 м³ №6 с подачей 2 ЛС-П40У:

$$\tau_{\text{р}} = \frac{0,9 \cdot 250000}{2 \cdot 28,2 \cdot 60} = 664,8 \text{ мин.}$$

- от ПВ V-5000 м³ №8 с подачей 6 ЛС-П40У:

$$\tau_{\text{р}} = \frac{0,9 \cdot 5000000}{6 \cdot 28,2 \cdot 60} = 443,2 \text{ мин.}$$

Вывод: Запаса воды в пожарных водоемах № 6,8 для проведения пенной атаки достаточно, оба водоема обеспечат работу стволов по выбранной схеме намного превышающий требуемое время (более 7 часов). Полученные данные могут быть использованы в работе штаба пожаротушения в случае если с первой пенной атаки горящий нефтепродукт потушить не удастся.

В целях охлаждения горящего и соседних резервуаров, а так же для подачи стволов на тушение по зеркалу будет использоваться кольцевой противопожарный водопровод водоотдачей Q=420 л/с.

15. Определим численность личного состава для тушения пожара:

- для подготовки и проведения пенной атаки:

$$N_{\text{л.с}}^{\text{п.а.}} = 2 \cdot N_{\text{СЛ-П30У}}; \quad (3.33)$$

$$N_{\text{л.с}}^{\text{п.а.}} = 2 \cdot 8 = 16 \text{ человек;}$$

- для охлаждения горящего резервуара № 390 при помощи лафетных стволов:

$$N_{\text{л.с}}^{\text{охл.г.}} = 2 \cdot N_{\text{ПЛС-20}} \quad (3.34)$$

$$N_{л.с}^{охл.г.} = 2 \cdot 5 = 10 \text{ человек};$$

- для работы со стволами РС-70 по охлаждению соседних резервуаров №389, №392 и охлаждение дыхательного клапана РВС№389 и 392:

$$N_{л.с}^{охл.с} = 2 \cdot N_{РС-70} + 2 \cdot N_{ПЛС-20} \quad (3.35)$$

$$N_{л.с}^{охл.с} = 2 \cdot 4 + 2 \cdot 1 = 10 \text{ человек};$$

- для работы на разветвлениях и контроле за насосно-рукавными системами:

$$N_{л.с}^{разв} - 10 \text{ человек};$$

- для организации связи (связные у РТП, НШ, НУТ):

$$N_{л.с}^{св} - 6 \text{ человека.}$$

Общая численность личного состава:

$$N_{л.с}^{общ} = N_{л.с}^{п.а} + N_{л.с}^{охл.г.} + N_{л.с}^{охл.с} + N_{л.с}^{разв} + N_{л.с}^{св} \quad (3.36)$$

$$N_{л.с}^{общ} = 16 + 10 + 10 + 10 + 6 = 52 \text{ человек.}$$

Требуемое количество отделений на основных пожарных автомобилях:

$$N_{отд} = \frac{N_{л.с}^{общ}}{4} = \frac{52}{4} = 13 \quad (3.37)$$

Принимаем 13 автомобилей.

Схема расстановки сил и средств тушения пожаров приведены на рисунке 11.

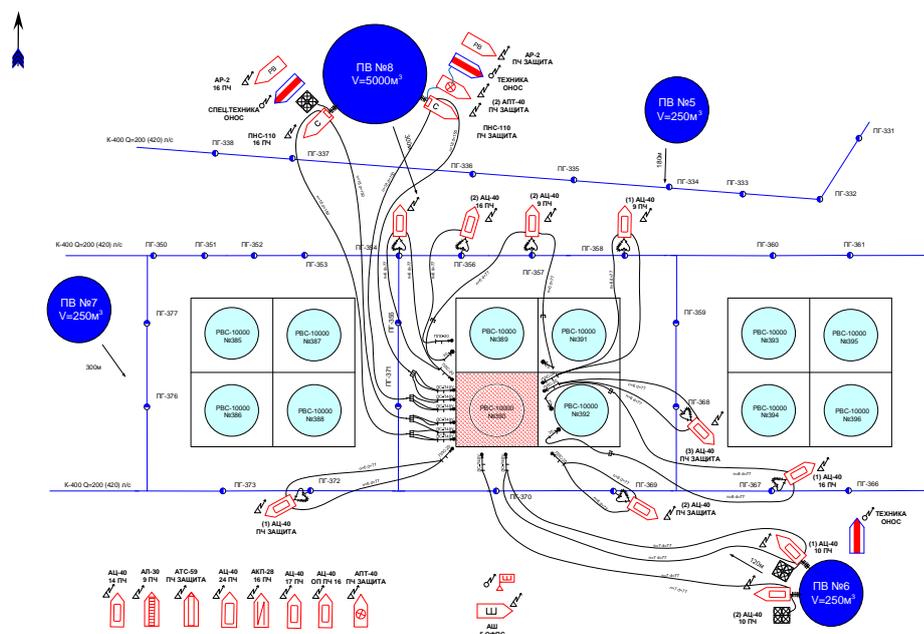


Рисунок 11 – Расстановка сил и средств (2 вариант)

Сводная таблица расчета сил и средств для тушения пожара в обваловании и резервуаре приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Сводная таблица расчета сил и средств для тушения пожара в обваловании и резервуаре.

№ вызова	Периметр пожара, м.кв	Площадь пожара м.кв	Кол-во УТП	Количество и вид пожарных стволов					Расход воды	Расход ПО, л	Кол-во рукавов				Кол-во л/с
				ПЛС-20	ЛС-П40У	ГПС-600	РС-70	РСК-50			51	77	150	66	
3	260	422	3	6	8	0	4	0	422,3	5346	0	126	66	4	52
		5								0					

Вывод: Согласно выполненным расчетам для тушения пожара в обваловании и резервуаре №390 с нефтью, необходимо привлечь силы и средства Орского гарнизона пожарной охраны по вызову «Пожар №3» который установлен на данный объект автоматически. Сил и средств гарнизона для тушения данного пожара достаточно.

3.2.3 Вывод, по итогам сравнения двух вариантов

В обоих случаях согласно выполненным расчетам для тушения пожара в резервуаре №390 с нефтью, необходимо привлечь силы и средства Орского гарнизона пожарной охраны по вызову «Пожар №3» который установлен на данный объект автоматически. Но в первом случае создается необходимость вызова дополнительную технику и вооружение (ПНС, АР, ГПС-2000), общее количество техники и пожарно-технического вооружения и личного состава несоизмеримо больше чем во втором случае. При втором варианте тушения пожара мы видим существенные преимущества:

- позиции ствольщиков расположены на более дальнем расстоянии (практическим путем доказана эффективность подачи низкократной пены на высоту 12-13 метров (высота резервуара РВС-10000) с расстояния 25-30 метров, тогда как

АЛ-30 согласно своих ТТХ должно быть расположено в диапазоне 10-18 метров от объекта);

- ствольщики имеют относительно высокую маневренность и в случае поступления сигнала тревоги могут покинуть опасную зону;

- сокращается время развертывания сил и средств, соответственно и время подачи огнетушащих средств;

- тушение производится без использования специальной техники (АЛ, АКП), соответственно нет необходимости вводить дополнительно стволы на защиту приборов подачи пены и подъемного механизма АЛ, АКП;

- привлечено меньшее количество сил и средств.

В свою очередь пена низкой кратности, получаемая из фторпротеинового пенообразователя «PETROFILM»:

- обеспечивает образование пленки на поверхности горящего продукта, препятствующая испарению паров горючего в том числе у стенок резервуара;

- благодаря высокой текучести позволяет пене обтекать препятствия (карманы) и быстро растекаться по поверхности горящего продукта (ЛВЖ, ГЖ);

- благодаря высокой стойкости, препятствует повторному воспламенению.

4 Охрана труда

4.1. Разработка мер по обеспечению безопасных условий ведения действий по тушению пожара, рассмотрение вопросов охраны труда.

4.1.1 При тушении пожара необходимо обеспечить выполнение требований "Правил по охране труда в подразделениях Государственной противопожарной службы МЧС РФ" и Руководства по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. Дополнительные меры безопасности должны быть предусмотрены в плане пожаротушения с учетом характерных особенностей объекта и развития пожара.

4.1.2 Перед началом развертывания сил и средств руководитель тушения пожара 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, разлития 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 отходов 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 120 м от горящего резервуара;

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

При проведении развертывания сил и средств запрещается:

начинать его до полной остановки пожарного автомобиля; надевать на себя лямку присоединенного к рукавной линии пожарного ствола при подъеме на высоту;

переносить инструмент, обращенный рабочими поверхностями (режущими, колющими) по ходу движения;

поднимать на высоту рукавную линию, заполненную водой;

подавать воду 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 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 нефтепродукта, не покрытого слоем пены, и при

отсутствии работающих пеногенераторов или пенных стволов в местах работы личного состава.

В целях безопасности личного состава и техники, при угрозе выброса, пожарную технику установить с наветренной стороны, не ближе 120 м до горящего резервуара, при необходимости организовать ее защиту распыленными струями воды.

С учетом возможности разрушения резервуара, на месте пожара с помощью представителей объекта сосредоточить необходимое количество бульдозеров, самосвалов и другой вспомогательной техники.

5 Охрана окружающей среды и экологическая безопасность

Нефтеперерабатывающие предприятия являются мощными источниками загрязнений окружающей среды, отравляющими одновременно атмосферу, водный бассейн и почву. Однако наибольший объем вредных выбросов имеет место не при добыче и переработке нефти, а при сжигании нефтяных топлив как тепловыми электростанциями (котельное топливо), так и на транспорте (моторное топливо), а также при пожарах на нефтебазах и нефтепроводах.

Соотношение объемов вредных выбросов, поступающих в атмосферу, свидетельствует о весьма значительном влиянии нефти и нефтепродуктов на состояние окружающей среды. При сгорании нефтепродуктов образуются все основные загрязнители атмосферы.

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

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

Экологический ущерб

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

$$\Pi_{\text{экол}} = \Pi_a + \Pi_b + \Pi_{\text{п}}, \quad (5.1)$$

где Π_a – ущерб от загрязнения атмосферы, руб.;

Π_b – ущерб от загрязнения водных ресурсов, руб.;

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

Тогда:

$$\Pi_{\text{экол}} = 648101 + 145911 + 1014400 = 1,8 \text{ тыс. руб.}$$

Потери (ущерб) от выброса загрязняющих веществ в атмосферу Π_a при пожаре разлития и горении резервуаров с нефтепродуктами рассматривается как сумма по всем загрязняющим веществам:

$$\Pi_a = 5 \sum (H_{\text{б}ai} M_{ui}) K_u K_{\text{э}a}, \quad (5.2)$$

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

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

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

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

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

$$\Pi_{\text{NOx}} = 5 * (2075 * 18,4) * 94 * 1,32 = 23686 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\text{SO2}} = 5 * (1650 * 74) * 94 * 1,32 = 75750 \text{ руб.}$$

$$\Pi_{\text{H2S}} = 5 * (10325 * 2,7) * 94 * 1,32 = 17295 \text{ руб.}$$

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

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

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

$$P_{\text{CH}_3\text{-COOH}} = 5 * (1375 * 0,0048) * 94 * 1,32 = 4095 \text{ руб.}$$

Таким образом:

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

Ущерб от загрязнения водного объекта P_v рассчитывается как плата за сверхлимитный сброс путем умножения массы $M_{\text{вод}}$ загрязняющих веществ, поступивших в водный объект, на базовые нормативы платы НБВ=221750 руб. за сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты в пределах установленных лимитов с применением коэффициентов индексации $K_{\text{и}}=94$, экологической ситуации $K_{\text{ЭВ}}=1,40$ и повышающего коэффициента:

$$P_v = 5 \times K_{\text{и}} \times K_{\text{ЭВ}} \times \text{НБВ} \times M_{\text{вод}} \times 10^{-3} \quad (5.3)$$

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

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

Оценка ущерба от загрязнения земель нефтепродуктами P_3 производится по формуле:

$$P_3 = H_{\text{бз}} * S_3 * K_{\text{вз}} * K_{\text{эз}} * K_3 * K_{\text{г}} * K_{\text{и}} * 10^{-4}, \quad (5.4)$$

где $H_{\text{бз}}$ - норматив стоимости земель по республике Коми, $H_{\text{бз}}=206$ млн. руб./га;

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

S_3 - площадь загрязненных земель, $S_3=4225 \text{ м}^2$;

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

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

K_r - коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель,
 $K_r=1$.

$$P_3 = 206 \cdot 3590 \cdot 10 \cdot 0,062 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 94 \cdot 10^{-4} = 1014400 \text{ руб.}$$

Расчет экономического ущерба производим для полного разрушения вертикального стального резервуара и выходом хранимой нефти на территорию обвалования.

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

6 Экономическая оценка вариантов тушения пожаров

Материальный ущерб от пожаров определяется величиной прямых фактических потерь, связанных с уничтожением основных фондов, строений и другого имущества, принадлежащего организации или гражданам.

6.1 Прямой ущерб от пожара если он потушен в течение нормативного времени:

$$Y_{\Pi} = Y_{OC} + Y_{OB} \quad (6.1)$$

$$Y_{\Pi} = 15000000 + 3167100 = 18167100 \text{ руб}$$

где: Y_{OC} - прямой ущерб от пожара по основным средствам (убытки понесенные предприятием связанные с разрушением резервуара в результате пожара), руб.; (для упрощения расчета принята сметная стоимость резервуара РВС - 10000) -15000000 руб. (в ценах 2015г.).

Y_{OB} - прямой ущерб от пожара по оборотным средствам (убытки понесенные предприятием связанные с выгоранием нефтепродукта за время пожара), руб.:

$$Y_{OB} = V_{у.н.п.} \cdot C_{н.п.} \quad (6.2)$$

$$Y_{OB} = 137700 \cdot 19,97 = 2\,749\,869 \text{ руб.}$$

где: $C_{н.п.}$ - стоимость единицы нефтепродукта, руб. (средняя стоимость 1 барреля нефти на 17 мая 2016 года 64,89 долларов США, а 1 доллар США равен 49,32 рублям, значит: 1л нефти \approx 19,97 руб.);

$V_{у.н.п.}$ - объем нефтепродукта уничтоженного за время тушения пожара, л:

$$V_{у.н.п.} = \frac{v}{60} \cdot \tau_{ликв} \cdot S_{п} \quad (6.3)$$

$$V_{у.н.п.} = \frac{0,15}{60} \cdot 60 \cdot 918 = 137700 \text{ л} = 137,7 \text{ м}^3$$

где: v - линейная скорость выгорания нефтепродукта, (для нефти - 0,15 м/ч);

$\tau_{ликв}$ - время тушения пожара, мин;

$\tau_{СОСР.СИС}$ - время сосредоточения требуемого количества сил и средств для тушения пожара (согласно расписания вызову пожара №3), 30 мин.;

$\tau_{туш}$ - время тушения (нормативное), время пенной атаки 15 мин.

$$\tau_{ликв} = \tau_{СОСР.СИС} + \tau_{туш} \quad (6.4)$$

$$\tau_{ликв} = 30 + 15 + 15 = 60 \text{ мин}$$

Стоимость нефтепродукта спасенного в результате действий по тушению пожара:

$$C_{сп.н.п.} = V_{сп.н.п.} \cdot C_{н.п.} \quad (6.5)$$

$$C_{сп.н.п.} = 8029300 \cdot 19,97 = 160\,345\,121 \text{ руб.}$$

где: $V_{сп.н.п.}$ - объем нефтепродукта спасенного в результате действий по тушению пожара, л;

$$V_{сп.н.п.} = V_{рез} - V_{у.н.п.} \quad (6.6)$$

$$V_{сп.н.п.} = 8167000 - 137700 = 8029300 \text{ руб}$$

где: $V_{рез}$ - объем нефтепродукта в резервуаре на момент начала пожара, м³;

h - высота разлива нефтепродукта, м:

$$V_{рез} = \pi \cdot r^2 \cdot h = 3,14 \cdot 17^2 \cdot 9 = 8167 \text{ м}^3 \quad (6.7)$$

6.2 Экономическая эффективность способов тушения пожара.

Вопросы экономической оценки инженерно - технических решений, обеспечивающих пожарную безопасность объектов, в условиях рыночных отношений приобретает особое значение.

Для расчета экономического эффекта рассмотрены два варианта тушения пожара в резервуаре №390 с нефтью:

Вариант № 1- пеной средней кратности на основе пенообразователя марки ПО-6 НП;

Вариант №2 - пеной низкой кратности на основе фторпротеинового с пленкообразующими свойствами, пенообразователя ««PETROFILM»».

Стоимость пенообразователя ПО-6НП при тушении пожара по варианту № 1:

$$C_{\text{ПО-6НП}} = W_{\text{ПО-6НП}} \cdot C_{\text{ед.ПО-6НП}} \quad (6.8)$$

$$C_{\text{ПО-6НП}} = 59 \cdot 75000 = 4425000$$

где: $W_{\text{ПО-6НП}}$ - требуемое количество пенообразователя при тушении пожара по варианту №1 и составляет 58320 литров ПО-6НП, принимаем как 59 тонн;

$C_{\text{ед.ПО-6НП}}$ - стоимость единицы пенообразователя ПО-6НП, - 75000 руб. / т.

Стоимость фторпротеинового с пленкообразующими свойствами, пенообразователя «PETROFILM», при тушении пожара по варианту № 2:

$$C_{\text{PETROFILM}} = W_{\text{PETROFILM}} \cdot C_{\text{ед.PETROFILM}} \quad (6.9)$$

где: $W_{\text{PETROFILM}}$ - требуемое количество пенообразователя при тушении пожара по варианту №2 и составляет 53460 литров пенообразователя «PETROFILM», принимаем 54 тонны;

$C_{\text{ед.PETROFILM}}$ - стоимость единицы пенообразователя «PETROFILM» -130000 руб./т.

$$C_{\text{PETROFILM}} = 54 \cdot 130000 = 7020000 \text{ руб.}$$

6.2.1 Экономический эффект:

$$\mathcal{E} = \mathcal{Z}_1 - \mathcal{Z}_2 \quad (6.10)$$

где: \mathcal{Z}_2 - затраты на тушение пожара, руб./пож. вариант -2 («PETROFILM»);

\mathcal{Z}_1 - затраты на тушение пожара, руб./пож. вариант -1 (ПО-6НП).

$$\mathcal{Z} = C_A + C_{\text{кр}} + C_{\text{ТО}} + C_{\text{ТОП}} + C_{\text{СМ}} + C_{\text{Ос}} \quad (6.11)$$

где: C_A — амортизационные отчисления, руб./пож;

$C_{\text{кр}}$ - затраты на капитальный ремонт, руб./пож;

$C_{\text{ТО}}$ - затраты на техническое обслуживание, руб./пож;

$C_{\text{ТОП}}$ -затраты на топливо;

$C_{\text{СМ}}$ -затраты на смазочные материалы;

$C_{OC} = C_{ПО}$ - затраты на огнетушащие средства, руб./пож.

В нашем случае мы рассматриваем экономический эффект от использования пенообразователя марки ПО-6ПН и фторпротеинового с пленкообразующими свойствами, пенообразователя «PETROFILM». Показать целесообразность использования (применения) того или иного варианта тушения пожара можно на основе показателя C_{OC} , так как, во первых, он является наиболее весомым и во вторых, другие показатели (C_A – амортизационные отчисления, руб./пож; $C_{кр}$ - затраты на капитальный ремонт, руб./пож; $C_{ТО}$ - затраты на техническое обслуживание, руб./пож; $C_{ТОП}$ -затраты на топливо; $C_{СМ}$ -затраты на смазочные материалы; $C_{OC} = C_{ПО}$ - затраты на огнетушащие средства, руб./пож.) при тушении пожара способом как в первом варианте, так и способом во втором варианте будут практически одинаковы.

$$З = C_{OC} \quad (6.12)$$

$$C_{OC/ВАР1} = C_{ПОВАР1} = 4425000 \text{ руб.}$$

$$C_{OC/ВАР2} = C_{ПОВАР2} = 7020000 \text{ руб.}$$

$$\Delta = 7020000 - 4425000 = 2595000 \text{ руб.}$$

Вывод: При расчете экономического эффекта рассмотрены два варианта тушения пожара в резервуаре №390 с нефтью:

пеной средней кратности на основе пенообразователя марки ПО-6НП;

пеной низкой кратности на основе фторпротеинового с пленкообразующими свойствами, пенообразователя «PETROFILM»;

В результате расчетов показано, что применение первого варианта тушения пожара экономически предпочтительно.

Принимая во внимание то, что сравниваемые пенообразователи имеют различный гарантийный срок хранения, произведем расчет экономического эффекта: пенообразователя марки ПО-6НП - 1 год (1-1,5 года), пенообразователя «PETROFILM» - 16 лет (16-20 лет). Поэтому произведем расчет затрат на приобретение и хранение необходимого количества пенообразователя на 16 лет:

Пенообразователя «PETROFILM» - потребуются однократные затраты на приобретение:

$$C_{OC}^{PETROFILM}=7\,020\,000 \text{ руб.} \quad (6.13)$$

Пенообразователя марки ПО-6НП - потребуется произвести 16 закупок:

$$C_{OC}^{ПО-6НП}=16*4\,425\,000=70\,800\,000 \text{ руб.} \quad (6.14)$$

где: 16 - количество закупок;

$$\Delta=70\,800\,000-7\,020\,000=63\,780\,000 \text{ руб.} \quad (6.15)$$

Вывод: Из произведенных расчетов следует, что затраты на тушение пожара несопоставимо малы по сравнению со стоимостью материальных ценностей спасаемых во время пожара даже в одном резервуаре с нефтью. В случае пожара в группе резервуаров соотношение затрат на тушение и стоимостью спасаемых материальных ценностей увеличивается. Тушение пожара экономически выгоднее производить пенообразователем марки ПО-6НП, но с учетом гарантийных сроков хранения более выгодным является фторпротеиновый с пленкообразующими свойствами, пенообразователь «PETROFILM». При этом необходимо учесть, что стоимость пенообразователя ПО - 6НП ежегодно увеличивается на 10 - 15%, это обстоятельство будет способствовать увеличению затрат понесенных предприятием в течение 16 лет гарантийного хранения пленкообразующего пенообразователя. Вместе с тем при тушении пожара с применением водопенных мониторов снижается риск поражения опасными факторами пожара участников тушения и пожарной техники. В случае тушения пожара при помощи пеноподъемника его установку необходимо будет производить внутри обвалования, горящего резервуара, что увеличивает величину риска для участников тушения пожара.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пожары в резервуарах и резервуарных парках, как правило, наносят большой материальный ущерб, требуют привлечения и применения большого количества сил и средств подразделений пожарной охраны, запаса огнетушащих веществ.

В бакалаврской работе произведен анализ источников и причины возникновения пожаров, происходящих в единичных замкнутых, ограниченных резервуарах и резервуарных парках (семейство резервуаров)

В бакалаврской работе описана тактика тушения резервуара вертикального стального – 10 000 с нефтью осуществленная обычным способом, путем подачи пены средней кратности на открытую площадь зеркала резервуара, а также тактика тушения резервуара вертикального стального – 10 000 с нефтью при помощи передвижной пожарной техники, с использованием водопенных стволов (мониторов) отечественного производства ЛС-П, с применением фторпротеинового с пленкообразующими свойствами пенообразователя «PETROFILM». Произведены расчеты сил и средств по исследованным вариантам тушения пожара: «Тушения пожара в резервуаре вертикальном стальном-10000 пеной средней кратности», «Тушение пожара в резервуаре вертикальном стальном – 10 000 водопенными стволами с использованием низкократной пены «PETROFILM»», «Тушение пожара в резервуаре и обваловании», который указывает на меньшее количество требуемого огнетушащего вещества (воды и пенообразователя), меньшее количество приборов подачи огнетушащего вещества, личного состава, основной и специальной пожарной техники при втором варианте тушения пожара в сравнении с первым.

Проведена экономическая оценка по использованию на тушение пожара в резервуаре вертикальном стальном – 10 000 пенообразователей двух марок:

ПО-6НП - пенообразователь общего применения,

фторпротеинового с пленкообразующими свойствами, пенообразователя «PETROFILM», которая свидетельствует что в обоих случаях согласно выполненным расчетам для тушения пожара в резервуаре №390 с нефтью, необходимо привлечь силы и средства Орского гарнизона пожарной охраны по

вызову «Пожар №3» который установлен на данный объект автоматически. Но в первом случае создается необходимость вызова дополнительной техники и вооружение (ПНС, АР, ГПС-2000), общее количество техники и пожарно-технического вооружения и личного состава несоизмеримо больше чем во втором случае. При втором варианте тушения пожара мы видим существенные преимущества:

- позиции ствольщиков расположены на более дальнем расстоянии (практическим путем доказана эффективность подачи низкократной пены на высоту 12-13 метров (высота резервуара РВС-10000) с расстояния 25-30 метров, тогда как АЛ-30 согласно своих ТТХ должно быть расположено в диапазоне 10-18 метров от объекта);

- ствольщики имеют относительно высокую маневренность и в случае поступления сигнала тревоги могут покинуть опасную зону;

- сокращается время развертывания сил и средств, соответственно и время подачи огнетушащих средств;

- тушение производится без использования специальной техники (АЛ, АКП), соответственно нет необходимости вводить дополнительно стволы на защиту приборов подачи пены и подъемного механизма АЛ, АКП;

- привлечено меньшее количество сил и средств.

В свою очередь пена низкой кратности, получаемая из фторпротеинового пенообразователя «PETROFILM»:

- обеспечивает образование пленки на поверхности горящего продукта, препятствующая испарению паров горючего, в том числе у стенок резервуара;

- благодаря высокой текучести позволяет пене обтекать препятствия (карманы) и быстро растекаться по поверхности горящего продукта (ЛВЖ, ГЖ);

- благодаря высокой стойкости, препятствует повторному воспламенению.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* [Текст]. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 108 с.
2. Федеральный закон Российской Федерации «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123 от 22.07.2008г [Текст]. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 112 с.
3. СП 1.13130. Эвакуационные пути и выходы (с Изменением N 1) [Текст]. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 47 с.
4. СП 8.13130. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности [Текст]. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 20 с.
5. ГОСТ 10704-91. Трубы стальные электросварные прямошовные. Сортамент (с Изменением N 1) [Текст]. Введ. 1991. – М.: Изд-во стандартов, [2015]. – 16 с.;
6. СП 10.13130. Системы противопожарной защиты, внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности [Текст]. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 13 с.
7. СНиП 41-02-2003 Тепловые сети [Текст]. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 65 с.
8. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов [Текст]. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 71 с.
9. ГОСТ 14918-80. Сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий. Технические условия (с Изменениями N 1, 2) [Текст]. Введ. 1980. – М.: Изд-во стандартов, [2015]. – 101 с.
10. Приказ МЧС РФ № 167. Об утверждении Порядка организации службы в подразделениях пожарной охраны [Текст]. Введ. 2001. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 49 с.

11. Приказ МЧС РФ N 156. Об утверждении Порядка тушения пожаров подразделениями пожарной охраны [Текст]. Введ. 2011. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 59 с.
12. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ N 1100н . Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы [Текст]. Введ. 2014. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 44 с.
13. Методические рекомендации по составлению планов тушения пожаров и карточек тушения пожаров N 2-4-87-1-18. [Текст]. Введ. 2013. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 93 с.
14. СП 2.13130. Обеспечение огнестойкости объектов защиты [Текст]. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 26 с.
15. СП 4.13130. Ограничение распространения пожара на объектах защиты требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. (с Изменением N 1) [Текст]. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 184 с.
16. Федеральный закон Российской Федерации «О пожарной безопасности» № 69 от 21.12.1994г. [Текст]. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 32 с.
17. Постановление Правительства РФ «Правила противопожарного режима в Российской Федерации» N 390 от 25 апреля 2012 г. [Текст]. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 64 с.
18. ГОСТ 27751 – 88. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету [Текст]. Введ. 1988. – М.: Изд-во стандартов, 1988 – 7 с.
19. ГОСТ Р 22.1.12 – 2005. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Общие требования [Текст]. Введ. 2005. – М.: Изд-во стандартов, 2005. – 16 с.
20. ГОСТ 21.1101 – 2009. СПДС. Основные требования к проектной и

рабочей документации [Текст]. Введ. 2009. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 55 с.

21. ГОСТ Р 53778 – 2010. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния [Текст]. Введ. 2010. – М.: Изд-во стандартов, 2010. – 67 с.

22. СНиП 2.04.02 - 84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения [Текст]. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 459 с.

23. СП 3.13130. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности [Текст]. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 10 с.

24. СП 5.13130. Установки пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения-МАТИЧ. (Изменения N 1) [Текст]. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 107 с.

25. СП 6.13130. Электрооборудование требования пожарной безопасности [Текст]. – М.: печатная продукция ФГБУ ВНИИПО МЧС России, [2015]. – 7 с.

26. ISO /TS 13447:2013. Fire safety Equipment [Текст] : – http://gost-snip.ru/razdel/zaschita_ot_pojarov. – 29 с.

27. ISO/TR 16732-2:2012. Development of a fire safety system. Assessment of the risk of fires. Part 2. An example of an office building [Текст] : – http://gost-snip.ru/razdel/zaschita_ot_pojarov. – 17 с.

28. ISO 6529:2013 protective Clothing. Protection against chemical products. Determination of the resistance of a material for protective clothing to penetration by liquids and gases [Текст] : – http://gost-snip.ru/razdel/zaschita_ot_pojarov. – 19 с.

29. EHREISER, W. Untersuchung der Sichtbarkeit von Sicherheitszeichen für Rettungswege. Lich , [Text] : article – 1993. – 3 s.

30. WEBBER, G. Emergency Lighting and Movement through Corridors and Stairways. [Text] : Proc. – Ergonom. Soc Ann Conf Swansea – 1987 – 315 s.

31. Официальный сайт ассоциации защиты от пожаров [Электронный ресурс] — Режим доступа <http://www.nfpa.org/>.

32. Официальный сайт ассоциации производителей аппаратуры для борьбы с пожарами [Электронный ресурс] — Режим доступа <http://www.fama.org/about/>.

33. Официальный сайт общественной группы специалистов в области пожарной безопасности [Электронный ресурс] — Режим доступа <http://www.fentonmagazine.com>.

34. Официальный сайт правительственного агентства Великобритании по борьбе с пожарами [Электронный ресурс] — Режим доступа <http://www.fire.org.uk/>.