



## РЕФЕРАТ

Отчет 93 с., 5 ч., 13 рис., 15 таб., 30 источников.

Пожар, пожарная автоцистерна, тушение пожара, характеристики пожарной опасности зерна, элеватор, технологический процесс.

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью совершенствования способов и технических средств тушения пожаров на элеваторах.

Актуальность проблемы, ее теоретическая и практическая значимость обусловили выбор темы исследования: «Оптимизация способов и технических средств тушения пожара на объекте хранения и переработки с\х продукции (элеватор)».

Объект исследования – пожарная опасность объектов хранения и переработки с\х продукции.

Предмет исследования – теория и практика способов и методов тушения пожара на объекте хранения и переработки с\х продукции.

Цель исследования – повышение эффективности тушения пожаров в условиях ОАО «Шильдинский элеватор».

Основные методы исследования: практический и аналитический.

Для достижения поставленной цели в работе решаются теоретические и прикладные задачи:

- провести анализ пожаров на объектах хранения и переработки с\х продукции;
- провести анализ пожарной опасности веществ и материалов, обращающихся на объекте хранения и переработки с\х продукции ОАО «Шильдинский элеватор»;
- дать оперативно-тактическую характеристику ОАО «Шильдинский элеватор»;
- рассчитать варианты тушения пожара;

- провести экономическую оценку принятых решений по совершенствованию организации тушения пожара на объекте ОАО «Шильдинский элеватор».

В процессе работы был проведен анализ пожаров на сельскохозяйственных объектах, подтверждена их повышенная пожарная опасность.

В результате исследования предложен вариант совершенствования тушения пожара на элеваторе, оснащением пожарной части пожарной автоцистерной АЦПС-18,0-40 — передвижным пожарным водоемом.

Целесообразность принятых решений подтверждена экономической оценкой по совершенствованию организации тушения пожара на объекте ОАО «Шильдинский элеватор».

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 Анализ пожаров в России.....	8
1.1 Статистика пожаров в России .....	8
1.2 Данные о состоянии противопожарного водоснабжения на территории Федеральным казенным учреждением «5 отряд Федеральной противопожарной службы по Оренбургской области» за 1 полугодие 2015 года.....	10
1.3 Анализ известных аварий на мелькомбинатах и мельницах.....	13
2 Оперативно-тактическая характеристика объекта .....	20
2.1 Характеристика ОАО «Шильдинский элеватор» .....	20
2.2 Модель элеватора как пожароопасного объекта .....	26
2.3 Результаты оценки риска пожарной опасности элеватора.....	38
3 Пожарная опасность и противопожарная защита элеватора.....	45
3.1 Характеристика пожарной опасности зерна.....	45
3.2 Противопожарная защита технологического процесса элеватора .....	47
4 Разработка оптимального варианта тушения пожара .....	53
4.1 Организация доставки воды к месту пожара от удалённых водоисточников .....	53
4.2 Расчет сил и средств для тушения пожара .....	64
4.3 Расчет для предлагаемого варианта тушения с пожарным водоемом.....	74
5 Экономическая оценка принятых решений.....	81
5.1 Общие положения экономической оценки принятых решений .....	81
5.2 Расчет затрат на приобретение пожарной техники .....	81
5.3 Расчет эксплуатационных расходов на содержание пожарной техники .....	82
5.4 Расчет затрат на заработанную плату личному составу.....	85
5.5 Определение экономического эффекта от принятых решений .....	86
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	87
Список использованных источников .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство является одной из важнейших отраслей экономики Российской Федерации. Одной из главнейших составляющих сельского хозяйства является выращивание, уборка, хранение и переработка зерна. В этом направлении работают десятки тысяч предприятий, на которых трудятся сотни тысяч работников. Значительную долю таких предприятий составляют объекты хранения и переработки зерна – элеваторы.

Элеватор является технологическим комплексом, предназначенным для хранения и подготовки зерна. Элеваторы выступают в роле совокупности сооружений, таких как: главное здание, силосные корпуса, механизмы погрузки и выгрузки зерна, зерносушилки и транспортеры, сооружения для взвешивания и химической обработки зерна. Элеваторы строят с полным или сокращенным комплексом сооружений, наибольшее распространение получило строительство силосных корпусов, привязываемых к рабочим зданиям действующих элеваторов. Силосные железобетонные или металлические ёмкости (корпуса) вместимостью от 11200 до 48000,0 т. собирают из силосов двух основных типов: прямоугольных сборной конструкции размером три и более метров по осям стен и круглых монолитных диаметром шесть и девять метров или сборных диаметром шесть метров, высота обычно тридцать метров. Силосы прямоугольные располагают по ширине в шесть, восемь и двенадцать рядов, а круглые - в три, четыре и шесть рядов. Металлические силосы вместимостью 2550 и 3000 тонн, восемнадцать метров в диаметре и до пятнадцати метров в высоту, последовательно в один ряд располагаются по 2...4 силоса[2]. Башни объединены с рабочим зданием, в котором установлено основные технологические и транспортные механизмы. Продукция подается вверх рабочего здания из приёмных бункеров транспортёрами, вертикальными подъёмниками, нориями, затем зерно взвешивают, проводят чистку от посторонних включений, уменьшают влажность в зерносушилках и направляют по верхнему конвейеру на надсилосные транспортёры, которые сбрасывают его

в силосы. Нижние конвейеры, установленные в подсилосном этаже, предназначены для распределения продукции через люки с воронками в основании силосов. Доля силосов укомплектована механизмами для дезинфекции зерна и активного вентилирования. Температуру зерна является одним из важнейших показателей, наряду с влажностью которые контролируются на всех технологических этапах.

Поступление и вывоз зерна из элеватора осуществляются автомобильным железнодорожным и в некоторых случаях, водным транспортом.

Необходимо понимать, что большое количество механизмов, электрооборудования и пожарная опасность обращающихся в технологическом процессе веществ, прежде всего зерна и зерновой пыли, определяют высокую пожаро- и взрывоопасность элеваторов.

Непонимание этого как при проектировании, так и при эксплуатации [16] мукомольных, комбикормовых заводов, элеваторов приводит к тяжелым авариям.

Пик аварийности на предприятиях этой отрасли пришелся на 1970-1980 года. Согласно статистическим данным ежегодно происходило 10-15 пожаров сопровождающихся взрывами пыли с гибелью людей и разрушительными последствиями.

В 1981 г. город. Тверь – произошла чрезвычайная ситуация на комбинате хлебопродуктов, 6-ти этажное здание мельницы с мощными кирпичными стенами было полностью разрушено, при этом погиб персонал двух смен.

В 1988 г. элеватор Томыловский - взрывы в силосе, при ликвидации опасной ситуации произошла гибель персонала. Процесс самовозгорания семян подсолнечника с последующими пылегазовоздушными взрывами стал неуправляем.

Предприятия по хранению зерна отнесены к наиболее опасным отраслям промышленности страны.

С целью снижения рисков аварий была разработана идеология проектирования взрывоопасных производств, в том числе пылевоздушных

взрывов. Если за 1975-1990 гг. на предприятиях РФ произошло 90 взрывов, то за аналогичный период 1991-2015 гг. – 27 пожаров сопровождающихся взрывами.

О высокой пожаро- и взрывоопасности элеваторов свидетельствует и зарубежный опыт их эксплуатации. За период с 1981 года на 1995 гг. на объектах хранения и переработке зерна по данным журнала Bauingenieur в Германии произошло 105 взрывов, а в США – 133. В обеих странах погибло по 40 человек, раненных в Германии – 173 человека, в США – 210 человек.

Большая часть предприятий по хранению и переработке зерна расположены на территориях

Цель исследования – повышение эффективности тушения пожаров в условиях ОАО «Шильдинский элеватор».

Основные методы исследования: практический и аналитический.

Для достижения поставленной цели в работе решаются теоретические и прикладные задачи:

- провести анализ пожаров на объектах хранения и переработки с/х продукции;
- провести анализ пожарной опасности веществ и материалов, обращающихся на объекте хранения и переработки с/х продукции ОАО «Шильдинский элеватор»;
- дать оперативно-тактическую характеристику ОАО «Шильдинский элеватор»;
- рассчитать варианты тушения пожара;
- провести экономическую оценку принятых решений по совершенствованию организации тушения пожара на объекте ОАО «Шильдинский элеватор».

# 1 Анализ пожаров в России

## 1.1 Статистика пожаров в России

В России ежегодно происходит около 150 тыс. пожаров в год, при которых погибает до 10 тыс. человек [3]. Пожары наносят громадный материальный ущерб и в ряде случаев сопровождаются гибелью людей.

Таблица 1 - Динамика основных показателей обстановки с пожарами в Российской Федерации за 2010-2014 гг.

Наименование показателя	2010	2011	2012	2013	2014
1	2	3	4	5	6
Количество пожаров, тыс. ед.	179.5	168.5	162.9	153.5	150.8
+/- к предыдущему году, %	-4.3	-6.1	-3.3	-5.8	-1.7
В том числе:					
в городах, тыс. ед.	110.1	103.9	99.3	93.1	89.6
доля от общ.кол-ва пожаров, %	61.3	61.6	60.9	60.7	59.4
+/- к предыдущему году, %	-5.8	-5.7	-4.2	-6.2	-3.8
в сельской местности, тыс. ед.	69.4	64.7	63.7	60.4	61.2
доля от общ.кол-ва пожаров, %	38.7	38.4	39.1	39.3	40.6
+/- к предыдущему году, %	-1.7	-6.9	-2.0	-5.2	1.4
Прямой материальный ущерб от пожаров, тыс. р.	14565008	18199471	15693390	14885340	18246565
В том числе:					
в городах	7157747	12839368	10864340	9091734	12466513
доля от общ.прямого мат. ущерба, %	49.1	70.5	69.2	61.1	68.3
в сельской местности	7407261	5360103	4829050	5793605	5780053
доля от общ.прямого мат. ущерба, %	50.9	29.5	30.8	38.9	31.7

Из таблицы 1 видно, что ежегодно происходит снижение количества пожаров в 2012 г. на 3,3 %, в 2013 г. на 5,8%, в 2014 г. на 1,7%, также снижается количество пострадавших на пожарах.



Динамика материального ущерба носит разнонаправленный характер, так с 2011 г. ущерб от пожаров ежегодно снижался на 3 %, а в 2014 г. наблюдался рост на 22,5% относительно 2013 г.



Рисунок 1 - Динамика основных показателей обстановки с пожарами в Российской Федерации за 2010-2014 гг.

Таблица 2 - Виды объектов пожаров в Российской Федерации за 2011-2015 гг.

Объект пожара	Количество пожаров, ед. / % от общего количества пожаров Прямой материальный ущерб, тыс. руб. / % от общего ущерба Погибло, чел. / % от общего количества погибших									
	2011		2012		2013		2014		2015	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Здания производственного назначения	4225	2.35	3814	2.26	3459	2.12	3137	2.04	3099	2.05
	2775471	19.06	2212136	12.16	2337422	14.89	924216	6.21	1244516	6.82
	193	1.48	159	1.32	142	1.22	95	0.90	11 3	1.11
Складские здания, сооружения	1582	0.88	1541	0.91	1463	0.90	1422	0.93	1395	0.93
	1634261	11.22	5443539	29.91	2289232	14.59	3273889	21.99	3833640	21.01
	22	0.17	58	0.48	33	0.28	21	0.20	14	0.14
Здания и сооружения сельскохозяйственного назначения	884	0.49	776	0.46	680	0.42	694	0.45	617	0.41
	151343	1.04	204383	1.12	316727	2.02	483056	3.25	593424	3.25
	28	0.21	24	0.20	22	0.19	22	0.21	14	0.14
Место открытого хран. веществ, материалов, с/х угодья и прочие открытые территории	3662	2.04	3228	1.92	3738	2.29	3443	2.24	3511	2.33
	208017	1.43	235102	1.29	173446	1.11	89635	0.60	260347	1.43
	24	0.18	15	0.12	19	0.16	8	0.08	10	0.10
Сооружения, установки промышленного назначения	1274	0.71	1145	0.68	1095	0.67	1098	0.72	927	0.61
	114390	0.79	162654	0.89	201289	1.28	236681	1.59	1202446	6.59
	63	0.48	64	0.53	62	0.53	63	0.59	57	0.56

На здания и сооружения сельскохозяйственного назначения, согласно таблице 2, ежегодно приходится около 0,5% от всех пожаров, произошедших в России, наибольшее количество пожаров было зарегистрировано в 2010 г. – 884 пожара, при этом суммарный материальный ущерб колеблется от 1 до 3,25%.

## **1.2 Данные о состоянии противопожарного водоснабжения на территории Федеральным казенным учреждением «5 отряд Федеральной противопожарной службы по Оренбургской области» за 1 полугодие 2015 года.**

Важным фактором, влияющим на исход тушения пожаров и на его последствия, является наличие у места пожара надежного источника противопожарного водоснабжения.

В течение первого полугодия 2015 года Федеральным казенным учреждением «5 отряд Федеральной противопожарной службы по Оренбургской области» проведен ряд мероприятий, направленных на улучшение противопожарного водоснабжения и поддержание его в постоянной технической готовности.

На территории административных районов города Орска и Восточной зоны Оренбургской области оперативного контроля Федерального казенного учреждения «5 отряд Федеральной противопожарной службы по Оренбургской области» находятся в эксплуатации (рисунок 2, 3, 4):

- 3233 пожарных гидранта, из которых неисправно – 1131 (35%);
- 427 пожарных водоемов, из которых неисправно - 168 (39%).

Для целей пожаротушения в населенных пунктах имеются 467 водонапорных башен, из которых оборудовано устройствами для забора воды - 205 (44%), из имеющихся 220 естественных водоисточников оборудованы пирсами 20 (10 %).

Общее количество источников противопожарного водоснабжения составляет – 4347, из которых неисправно – 1761 (40%).

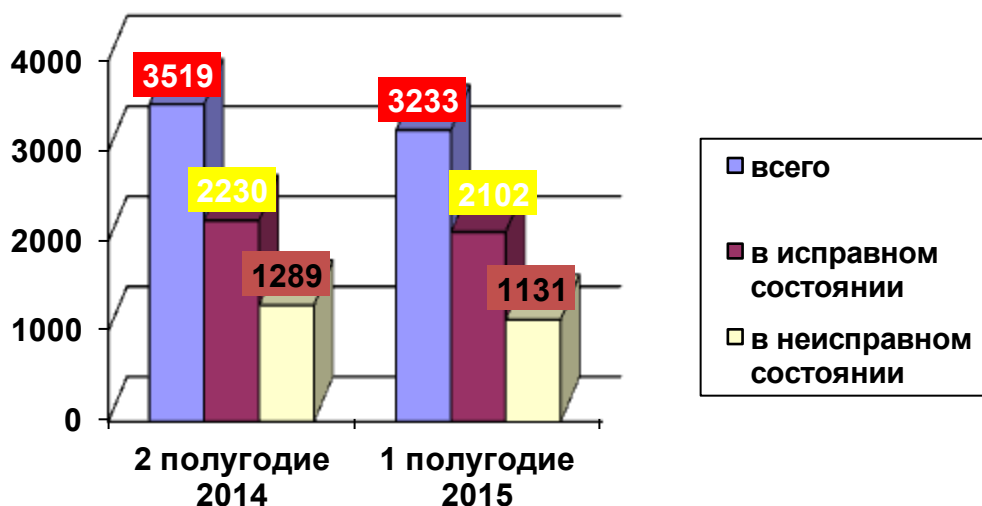


Рисунок 2 – Состояние пожарных гидрантов

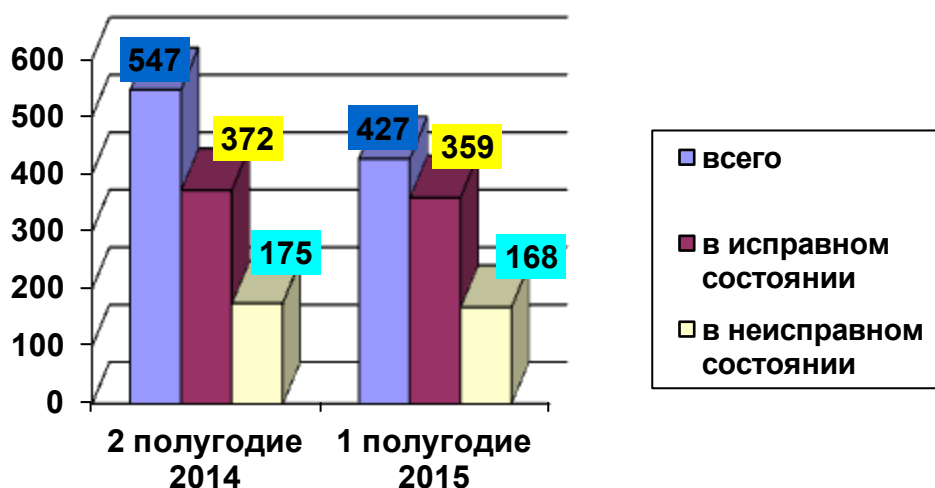


Рисунок 3 - Состояние пожарных водоемов

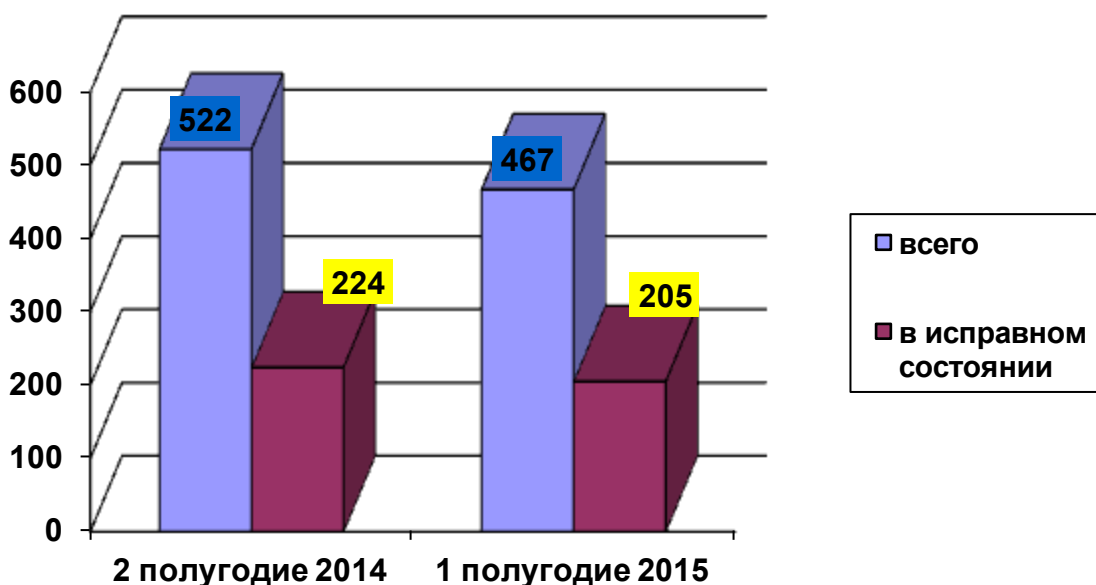


Рисунок 4 – Состояние водонапорных башен

В 2012 году водопроводно-коммунальными службами запланировано отремонтировать пожарные гидранты в количестве 287 шт. и пожарные водоемы в количестве 19 шт., на данный момент отремонтировано 96 ПГ и 2 ПВ.

Данное количество источников противопожарного водоснабжения недостаточно для успешного тушения пожаров. Особенно плохо обстоят дела в населенных пунктах, где зачастую единственным источником

противопожарного водоснабжения являются естественные водоемы (реки, пруды, озера и т.д.)

Существующее законодательство: ФЗ №69 « О пожарной безопасности» от 21.12.1994г. и ФЗ №154 «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» от 28.12.1995 г., Постановление Правительства РФ от 12 февраля 1999 г. № 167 «Об утверждении Правил пользования системами коммунального водоснабжения и канализации в Российской Федерации» определяют, что первичные меры пожарной безопасности, в том числе создание и содержание источников противопожарного водоснабжения (пожарные гидранты, водонапорные башни, пруды, реки и т.д.) являются обязанностью местных органов самоуправления. Но иногда эти водоисточники остаются недоступны для пожарной техники из-за отсутствия подъездов, пожарных пирсов.

В 1 полугодии 2015 году сотрудниками Управления надзорной деятельности Главного управления МЧС России по Оренбургской области ОНД по г. Орску за недостатки в содержании противопожарного водоснабжения было составлено: 179 протоколов; к административной ответственности привлечены 151 физическое и 1 юридическое лицо в виде штрафов на общую сумму 1 млн. 44 тыс. рублей.

### **1.3 Анализ известных аварий на мелькомбинатах и мельницах**

Анализ аварий на опасных производственных объектах является составной частью управления пожарной безопасностью и заключается в систематическом использовании всей доступной информации для идентификации опасностей и оценки риска возможных нежелательных последствий пожаров.

Авария – разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ;

Для выявления причин и факторов, способствующих развитию аварийных ситуаций, характерных для опасного объекта, использованы сведения об авариях, произошедших на аналогичных объектах, представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Перечень аварий, имевших место на других аналогичных объектах

Наименование объекта, дата	Вид аварии (неполадки)	Описание аварии и основные причины	Масштабы развития, максимальные зоны действия поражающих факторов	Число пострадавших, ущерб
1	2	3	4	5
11.03.2003г. Новосибирская обл., г.Татарск, ООО «Татарскзернопродукт»	Взрыв	По заданию начальника цеха сварщики делали навес над аспирационной шахтой и лестничной клеткой на крыше рабочего здания элеватора. Во время сварных работ через щели в настиле в шахту попали искры, что привело к возгоранию пыли. При попытке потушить очаг возгорания из пожарного	Разбиты стекла рабочего здания. Частично разрушены перекрытия галереи приемного устройства с железной дороги	Пострадали два человека. Ущерб не определен

1	2	3	4	5
		<p>рукава произошел первичный взрыв с выбросом пламени из аспирационной шихты.</p> <p>Причина: - проведение огневых работ с грубым нарушением требований взрывобезопасности: без наряда-допуска и необходимой подготовки места их выполнения</p>		
<p>23.01.2004г. Московская обл., ЗАО «Вороновский завод по производству солода»</p>	<p>Взрыв</p>	<p>По показаниям датчика нижнего уровня бункера для отходов и ростков, в бункере возникла нештатная ситуация: при отсутствии отгрузки ростков датчик с непродолжительными интервалами показывал то отсутствие массы ростков, то их наличие. Для выяснения ситуации работники производства демонтировали нижний люк бункера. Через некоторое время в бункере произошел взрыв газопылевоздушной смеси с последующим выбросом продуктов взрывного горения в помещение через нижний и смотровой люки. Выполненные из металлических решеток межэтажные перекрытия и осевшая на них пыль способствовали распространению взрыва в объеме всего помещения (с 1-го по 5-й этажи). Через</p>	<p>Разрушены строительные ограждающие конструкции со стороны точки отгрузки солода на ж/д транспорт</p>	<p>Пострадали три человека (получил ожоги). Ущерб не определен</p>
		<p>дверной проем на верхнем</p>		

1	2	3	4	5
		<p>этаже взрыв распространился в помещении замачивания и обработки ячменя, и в месте расположения чана № 1 произошел повторный взрыв пылевоздушной смеси.</p> <p>Причина: - самовозгорание налипших на стенки конуса и нижнюю часть бункера ростков и зерновой пыли.</p>		
<p>17.02.2004г. Республика Мордовия, г.Саранск, ОАО «Объединенные пивоваренные заводы»</p>	<p>Взрыв</p>	<p>По заданию сменного руководителя варочного участка специалисты подрядной организации ООО «Валькар» проводили демонтаж воздухопроводов аспирации с использованием электрической дисковой пилы. В месте соединения воздухопровода с норией искры проникли находившейся в рабочем режиме нории. В результате в неф произошел взрыв.</p> <p>Причина: - нарушение требований взрывобезопасности при проведении работ. Руководители и специалисты подрядной организации, выполнявшей работы, не были обучены и аттестованы в установленном порядке</p>	<p>Нет данных</p>	<p>Пострадавших нет. Ущерб не определен</p>
<p>31.03.2006г. Саратовская обл., Ивантеевский р-он, с.Арбузовка</p>	<p>Пожар</p>	<p>Примерно в 14 ч, при очередном обходе территории один из охранников увидел дым, выходящий из верхних окон норийной башни приемной</p>	<p>Пожар полностью уничтожил деревянные конструкции складов № 9</p>	<p>Пострадавших нет. Ущерб не определен</p>



1	2	3	4	5
ОАО «Арбузовский комбинат хлебопродуктов»		<p>точки № 10, находящейся с северной стороны склада №10.</p> <p>Причина:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- короткое замыкание в электропроводке склада №10;</li> <li>- неэффективность производственного контроля</li> </ul>	и №10. Под воздействием открытого огня и высоких температур деформированы: ленточные конвейеры верхних галерей складов №9, 10, сбрасывающие тележки складов, зерноочистительная машина, два зернопогрузчика	н
18.11.2008г. Нижегородская обл., ООО «Алга»	Пожар	<p>Пожар на зерносушильной установке Т-300/28 фирмы RIELA, повлекший за собой частичное разрушение установки.</p> <p>Причина:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- загорание сорной примеси из-за нарушения технологического процесса сушки подсолнечника</li> </ul>	Нет данных	Пострадавших нет. Ущерб не определен
16.06.2009г. Самарская обл., Кинельский район, ОАО «Георгиевский элеватор»	Пожар	<p>Произошло возгорание строительных конструкций складов №8, 9, 10, 15. Уничтожено около 1тыс.т. подсолнечника и пришло в негодность технологическое оборудование.</p> <p>Причина:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- удар молнии</li> </ul>	Площадь пожара – 1000м <sup>2</sup>	Пострадавших нет. Ущерб не определен

1	2	3	4	5
02.01.2010г. Иркутская обл., ООО «Саянский бройлер»	Пожар	Пожар произошел в цехе по производству комбикормов. Причина: - короткое замыкание вследствие потери изоляционными материалами токоведущих жил изолирующих свойств из-за низкой температуры окружающей среды	Нет данных	Пострадавших нет. Ущерб не определен
06.08.2010г. Саратовская обл., ООО «Барнуковский элеватор»	Пожар	Возгорание на зерноскладе №12 с распространением пламени на зерносклады №13 и 5. Причина: - короткое замыкание в электропроводке зерносклада. Отмечено отсутствие проектной документации электроснабжения элеватора	Огнём уничтожены строительные конструкции зерносклада в и около 700 т. зерна	Пострадавших нет. Ущерб не определен
15.12.2011г. Волгоградская обл., ООО «Новониколаевский элеватор»	Пожар	Пожар произошел внутри здания сушилки. Горели семечки и жмых. Причина: - нарушение технологического процесса	Площадь пожара – 50м <sup>2</sup>	Пострадавших нет. Предварительный ущерб составил – 800тыс.руб.
07.09.2015 Оренбургская область, ОАО "Переволоцкий элеватор"	Пожар	Возгорание на зерноскладе №12  Причина: - короткое замыкание в электропроводке зерносклада. Отмечено отсутствие проектной документации электроснабжения элеватора	Огнём уничтожены строительные конструкции зерносклада в и около 700 т. зерна	Пострадавших нет. Ущерб не определен

Опасные объекты предприятия относятся к категории взрывопожароопасных производств, следовательно, эксплуатация объектов представляет определенную опасность для персонала.

Анализ аварий, представленных в таблице 3, показывает, что на аналогичных объектах возможны аварии, сопровождающиеся взрывами и пожарами.

При анализе аварийности были рассмотрены следующие группы причин:

- отклонения от норм технологического режима;
- отказ электрооборудования;
- несоблюдение требований промышленной безопасности;
- заводские дефекты, ошибки при монтаже, проектировании, действия третьих лиц, природные явления.

Проанализировано 9 аварий, происшедших на аналогичных объектах.

Распределение аварий по основным причинам отражено в таблице 4.

Таблица 4 – Распределение аварий по причинам

Группа причин	Количество аварий	Процент аварий, %
Нарушение техники безопасности при проведении работ, несоблюдение требований промышленной безопасности	2	22
Отклонения от норм технологического режима, ошибки персонала	3	33
Отказ электрооборудования	3	33
Заводские дефекты, ошибки при монтаже, проектировании, природные явления	1	12
ИТОГО	9	100

Из таблицы видно, что основными причинами происшедших аварий, на которые приходится 66% от общего количества происшедших аварий, являются:

- нарушение технологического процесса (33%);
- замыкания электропроводки (33%).

## 2 Оперативно-тактическая характеристика объекта

### 2.1 Характеристика ОАО «Шильдинский элеватор»

ОАО «Шильдинский элеватор» предназначен для приемки, хранения и отгрузки зерна.

ОАО «Шильдинский элеватор» расположен по адресу: п. Шильда, ул. Элеваторная 1а, и занимает площадь 310140,28 рисунок 2. ОАО «Шильдинский элеватор» состоит из конторы, пожарного депо и гаража, лаборатории, механической мастерской и котельной, 12-ти однотипных зерноскладов, рабочей башни элеватора, 3-х однотипных сушильно-очистительных башни, погрузочно-очистительной башни, 6-ти однотипных силосных корпуса, 3-х однотипных весовых и материального склада. Территория склада огорожена металлическим забором высотой 2,5 м.



Рисунок 5 - ОАО «Шильдинский элеватор» (вид со стороны железной дороги)

Время работы административного здания ОАО «Шильдинский элеватор»: с 9:00 до 17:00, в осенний период во время поступления злаковых культур работа производственных зданий переводится на круглосуточный режим.

Количество людей, находящихся в административном здании ОАО «Шильдинский элеватор» составляет:

днем – 8 человек;

в ночное время – 1 охранник.

Въезд на территорию можно осуществить со всех сторон.

Административное здание предназначено для работы в нём административного персонала элеватора. Административное здание ОАО «Шильдинский элеватор» 2-х этажное, прямоугольное, II СО, размеры в плане 12x17 м. Стены кирпичные, перегородки деревянные оштукатуренные, перекрытие деревянное, крыша двускатная, кровля шиферная по деревянной обрешетке. Имеется два эвакуационных выхода. Решетки на окнах отсутствуют. Пожарная нагрузка составляет около 100 кг/м<sup>2</sup>. Имеется одна лестничная клетка.

Количество входов:

- в 1-й этаж – 2;

- стационарная пожарная лестница отсутствует.

В здании расположены следующие помещения:

- 1-й этаж: кабинет главного инженера, кабинет главного бухгалтера, кабинет технолога.

- 2-й этаж: кабинет директора, кабинет бухгалтерии, кабинет начальника охраны.

Обесточивание здания осуществляется в электрощитовой, которое расположена на улице с южной стороны.

Пожарное депо предназначено для несения боевого дежурства ведомственной пожарной охраны. Здание гаража предназначено для стоянки грузового и легкового автотранспорта. Здание пожарного депо одноэтажное сблокировано с гаражами, имеет прямоугольную форму, I степень огнестойкости, размеры в плане 66x24x4 м. Стены и перекрытие железобетонные, крыша плоская, кровля мягкая – рубероидная. Имеет 4 эвакуационных выхода и 8 въездных ворот.

Лаборатория предназначена для проведения анализов качества зерна. Здание лаборатории одноэтажное, прямоугольной формы, III степень огнестойкости, размеры в плане 12х11х2,5 м. Стены кирпичные, перекрытие деревянное, крыша двускатная, кровля металлическая по деревянной обрешетке.

Механическая мастерская предназначена для ремонта производственного оборудования. Здание механической мастерской одноэтажное сблокировано со зданием котельной имеет прямоугольную форму, II степень огнестойкости, размеры в плане 30х12 м, высота котельной 5 м, высота мастерской 3 м. Стены кирпичные, перегородки кирпичные, перекрытия железобетонные, крыша плоская, кровля мягкая – рубероидная. Для работы котельной применяется дизельное топливо. Емкость для хранения топлива подземная, 15 м<sup>3</sup>, находится на расстоянии 18 м от котельной.

Зерновые склады предназначены для хранения зерна. На территории ОАО «Шильдинский элеватор» находятся 12 однотипных зерновых складов. Здание склада одноэтажное, прямоугольной формы, III степень огнестойкости, размеры в плане 60х20х7,2 м. Стены кирпичные, перекрытие деревянное, крыша двускатная, кровля шиферная по деревянной обрешетке. Из здания имеются два эвакуационных выхода. Склады оборудованы огнезадерживающими клапанами с легкоплавкими замками.

Рабочая башня предназначена для получения зерна из зерносушилки и распределения его по силосным корпусам. Здание рабочей башни элеватора 9-ти этажное, прямоугольной формы, I степень огнестойкости, размеры в плане 12х20х68 м. Стены и перекрытия железобетонные, перегородки кирпичные, крыша плоская, кровля мягкая – рубероидная. Горючая загрузка – зерно по мере поступления.

Сушильно-очистительные башни предназначены для сушки и очистки зерна. На элеваторе имеются 3 сушильно-очистительные башни. Здание башни прямоугольной формы, I степень огнестойкости, размеры в плане 12х20х26 м. Стены и перекрытие железобетонные, крыша плоская, кровля мягкая –

рубероидная. Горючая загрузка – зерно по мере поступления. Сушка зерна производится зерносушилками типа «Целинная-40» и ДСП-24, применяемое топливо: технический керосин и дизельное топливо. Зерносушки двухконтурные рециркуляционные, обеспечены автоматикой процесса горения. Горючая загрузка – зерно по мере поступления.

Погрузочно-очистительная башня предназначена для погрузки и очистки зерна из зерноскладов. На элеваторе имеется 1 погрузочно-очистительная башня. Здание башни прямоугольное, I степень огнестойкости, размеры в плане 10x12x18 м. Стены и перекрытие железобетонные, крыша плоская, кровля мягкая – рубероидная.

Силосные корпуса предназначены для хранения зерна. Силосные корпуса элеватора однотипные и разбиты на две группы по три корпуса. Корпуса прямоугольной формы, I СО. Корпуса №1, №2 и №3 имеют размеры в плане 16x22,4x30 м. Корпуса №4, №5 и №6 имеют размеры в плане 16x33x30 м. Стены и перекрытия железобетонные. Крыша плоская, кровля мягкая – рубероид. Общая емкость силосных корпусов 53,7 тыс. т зерна.

Весовые предназначены для взвешивания автомашин с зерном. На территории ОАО «Шильдинский элеватор» имеются 4 однотипных авто весовых. Здания прямоугольной формы, III степень огнестойкости, размеры в плане 6x4x2,5 м. Стены кирпичные, перекрытие деревянное, крыша двускатная, кровля профлист по деревянной обрешетке.

Материальный склад предназначен для хранения различных вещей и материалов. Здание склада прямоугольной формы, III степень огнестойкости, размеры в плане 20x60x7 м. Стены кирпичные, перекрытие деревянное, крыша двускатная, кровля шиферная по деревянной обрешетке.

Система противопожарной защиты:

Автоматическая установка пожарной сигнализации – Система автоматического обнаружения и извещения о пожаре: в административном здании и в 9-ти складах;

Автоматическая установка пожаротушения – отсутствует.

Система оповещения – отсутствует.

Водоснабжение:

Внутреннее: отсутствует

Наружное: на территории ОАО «Шильдинский элеватор» находятся 5, указанных на рисунке 3, пожарных водоемов емкостью 100 м<sup>3</sup> каждый. К пожарным водоемам имеются указатели их расположения. Противопожарный водопровод отсутствует. Имеется водонапорная башня, обслуживающая участки и подсобные цеха, запитанная от артезианской скважины. Башня оборудована приспособлением для забора воды пожарными автоцистернами, запас воды в башне 90м<sup>3</sup>.

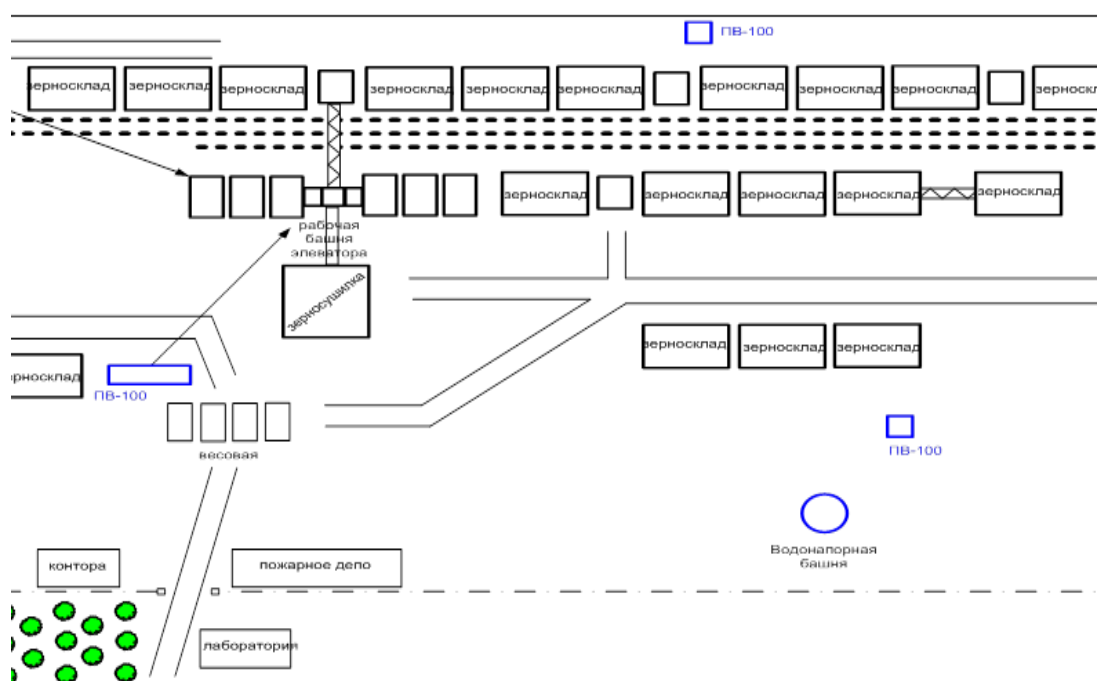


Рисунок 6 - План схема ОАО «Шильдинский элеватор» на местности

Коммуникации:

Электроснабжение: напряжение осветительной сети 220 В, силовое 380 В.

Видеонаблюдение: имеется по периметру здания, охватывает двор с выводом на пост охраны.



Отопление: водяное, от городской сети.

Вентиляция: пылеудаление из рабочей башни осуществляется аспирационными сетями, в остальных помещениях естественная.

В непосредственной близости от объекта расположены следующие подразделения аварийно-спасательных служб которые выезжают в соответствии номером пожара (таблица 5):

- 32 ПЧ (пожарная часть) по охране п.Адамовка Федерального государственного казенного учреждения «5 отряд федеральной противопожарной службы по Оренбургской области» находится по адресу: п.Адамовка, ул. Майская 71, телефон 2-12-76, 2-13-01, радиосвязь;

- пожарная часть п. Шильда находится по адресу: п. Шильда ул.Советская, телефон 2-46-06.

- ВПО (ведомственная пожарная охрана) ОАО Шильдинский элеватор находится по адресу: п. Шильда ул. Элеваторная 1а тел. 2-43-63

Таблица 5 - Выписка из расписания выездов подразделений пожарной охраны

Подразделение, выезжающие в район выезда	Номер (ранга) пожара					
	№ 1		№ 2		Резерв	
	привл. подразделение	расчетное время прибытия	привл. подразделение	расчетное время прибытия	привл. подразделение	расчетное время прибытия
1	2	3	4	5	6	7
<b>Шильдинский поссовет</b>						
п. Шильда восточная сторона	АЦ ОАО «Шильдинский элеватор»	1	ПМЗ-13 (157)	10		
	АЦ ООТП п.Шильда	6	АЦ 32 ПЧ п.Адамовка	40		
	АЦ 32 ПЧ п.Адамовка	40			АЦ ПЧ – 32 п. Адамовка	40
Итого по видам	АЦ - 3		АЦ - 5		АЦ - 1	
<b>ВСЕГО</b>	3		5		1	

Таким образом по первому номеру пожара на вызов приезжает 3 подразделения в течение 40 минут.

## **2.2 Модель элеватора как пожароопасного объекта**

Модель элеватора как источника пожара лежит в основе прогноза событий на длительный период и включает модели соответствующих прогнозных сценариев.

Системный подход к построению моделей предполагает выделение соответствующих компонентов, определение связей между ними, построение иерархии компонентов в том или ином процессе, анализ системообразующих механизмов при взаимодействии компонентов.

Рассмотрение состава компонентов организации, с учетом статистики аварии позволяет выделить ряд групп, которые могут инициировать ЧС:

а) первая группа: норрии; силосы; бункеры; зерносушилки; воздухопроводы (аспирационные, пневмотранспорт); галереи; конвейеры; материалопроводы;

б) вторая группа: приемное устройство жидкого топлива из цистерн; котельную подсобного корпуса; склады пожаровзрывоопасных веществ (мест хранения ГСМ), аварийно-химически опасных веществ (АХОВ).

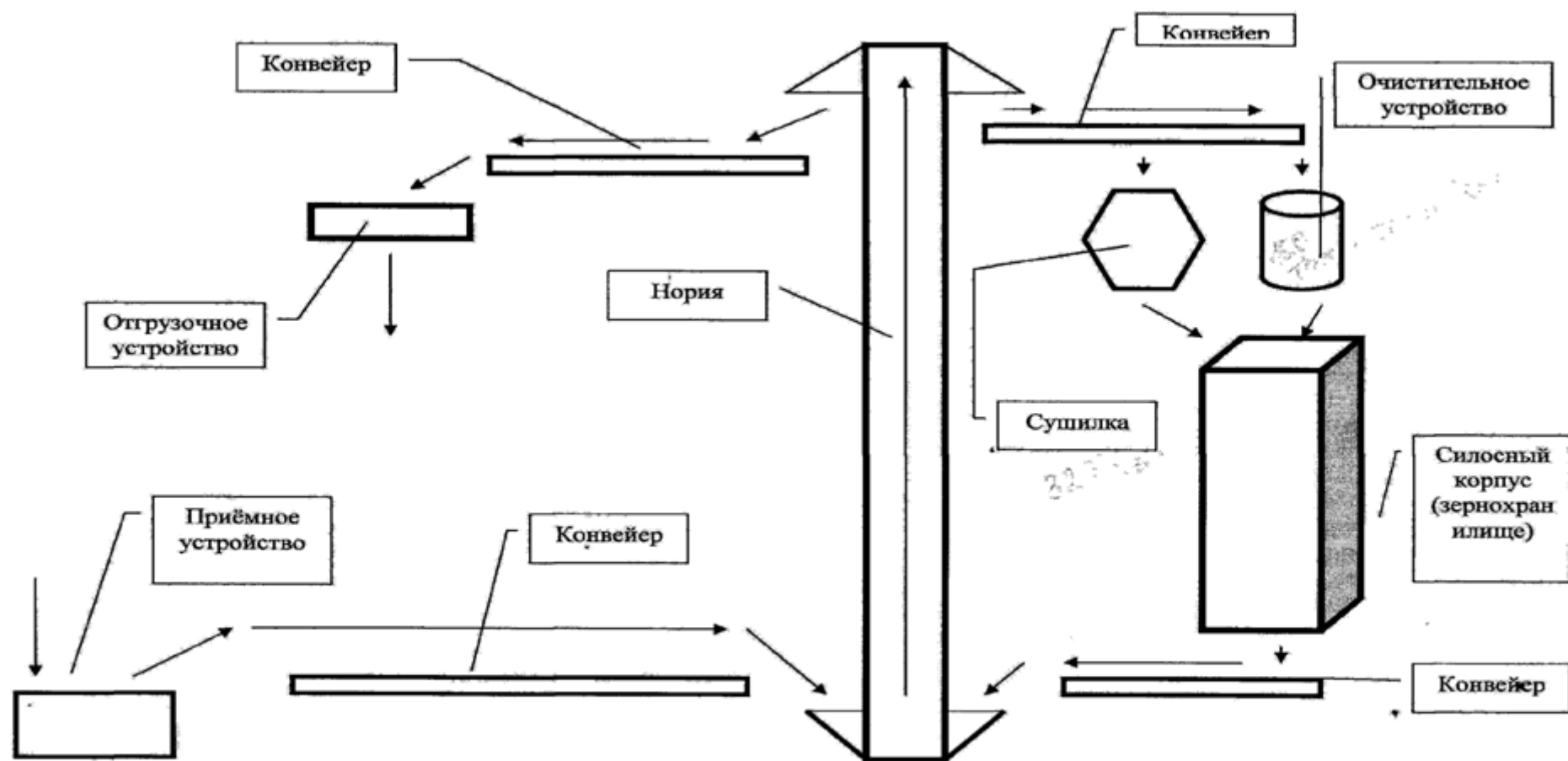
В первой группе компонентов в процессе транспортировки, переработки имеет место пылевыведение от технологического оборудования и пылеоседание в производственных помещениях. Кроме того, при хранении зерна возможно выделение горючих и токсичных газов. Таким образом, возможно образование пылегазовоздушных смесей с последующим их воспламенением и взрывами (таблица б).

Во второй группе элементов сосредоточены пожаровзрывоопасные опасные вещества.

Таблица 6 - Характеристика пыли элеватора

Место образование пыли	Минимальная взрывоопасная концентрация, г/м <sup>3</sup>	Т, °С		Класс опасности
		вспышка	самовоспламенение	
1	2	3	4	4
приемный бункер	271	650	900	3
этажи: нижний рабочего здания	113	500	750	3
подсилосный	41	400	725	2
надсилосный	62	450	800	2
головок норий	150	550	850	3
весов	54	425	650	2
распределительный	87	475	675	3
сепараторный	135	575	800	3

Перемещение согласно рисунку 4 зерна из опорожняемого бункера (силоса) в наполняемый осуществляется по маршрутам, которые включают в себя технологическое оборудование (контейнеры, самотечные устройства, весы, промежуточные бункеры. Перестройка маршрутов включает: открывание, закрывание задвижек под бункером или силосом, пуск и остановку машин, переустановку распределительных устройств - перекидных клапанов, поворотных труб, сбрасывающих тележек.



2

Рисунок 7 - Принципиальная схема элеватора

Таким образом, существует большое количество связей между технологическим оборудованием, сооружениями, помещениями и зданиями, что определяет возможные направления распространения взрыва. К путям развития ЧС, обусловленные взрывами пылегазовоздушных смесей, можно отнести:

- норрии, скребковые конвейеры, самотеки, пневмотранспорт;
- силосы (шахты), используемые для прохода норрии;
- открытые люки силосов, пустые силосы при срыве или отсутствии выпускных воронок;
- вентиляционные и перепускные окна между силосами;
- не заглушенные патрубки, открытые лючки самотеков, норрий и другого оборудования;
- воздуховоды, вентиляции, аспирации и шахты аспирации;
- конвейерные галереи и тоннели, соединяющие отдельные и производственные здания, отпускные или приемные устройства железнодорожного транспорта, автотранспорта;

К источникам инициирования взрыва пылевоздушных, газоздушных и пылегазовоздушных смесей относятся: открытое пламя; раскаленные поверхности; искры (раскаленные частицы металла или других материалов); капли расплавленного металла; очаги тления; электрическая дуга; разряды статического электричества.

К электрическим источникам зажигания относятся – электролампы, поврежденные гибкие шнуры, кабели, ненадежные соединения, статическое электричество.

К механическим источникам зажигания относятся: теплота при трении норрийных и конвейерных лент; перегрев и искрение вращающегося оборудования (ковши, зубчатые передачи, крыльчатки вентиляторов); посторонний материал – камни, металлические примеси; перегрев подшипников; зерносушилки.

Другие источники:

- огневые работы; курение, самовозгорание, молнии.

Системообразующий механизм взрывопожароопасности элеватора как источника ЧС включает следующие составляющие:

- ограниченное пространство;
- скопление пыли;
- возникновение источника зажигания;
- наличие окислителя.

Данный механизм лежит в основе сценариев развития ЧС, связанных с взрывами пылегазовоздушных и топливовоздушных смесей.

Механизм возникновения химической опасности состоит в накоплении химически опасных веществ, обусловленных нарушением технологии хранения, переработки зерна и неисправностями оборудования.

Предварительный анализ опасностей элеватора представлен в таблице 7.

Элеватор, являясь источником опасности, в тоже время подтвержден негативному воздействию опасных природных явлений, воздействию поражающих факторов ЧС на рядом расположенных потенциально опасных объектах.

Крупные аварии характеризуются комбинацией случайных событий, возникающих с различной частотой на разных стадиях возникновения и развития аварии (отказы оборудования, ошибки человека, нерасчетные внешние воздействия, разрушение, выброс, пролив вещества, рассеяние веществ, воспламенение, взрыв, интоксикация и т.д.). Для выявления причинно-следственных связей между этими событиями используют логико-графические методы анализа. Оценка риска производится на основе вероятностного статистического подхода с определением вероятности возникновения иницирующего события, вероятности возникновения определенных уровней поражающего негативного воздействия на людей и объекты, а также вероятности того, что указанные уровни воздействия приведут к определенному ущербу.

Для расчета вероятности инициирующего события используют статистические данные об отказах анализируемого оборудования в условиях эксплуатации, а так же данные о надежности различных технологических аппаратов, систем контроля и автоматики из нормативно-технической документации, стандартов и паспортов на элементы объекта.

Определение вероятности формирования негативного воздействия осуществляется с использованием логико-вероятностных моделей и аналитических моделей расчета параметров поражающих факторов чрезвычайной ситуации.

Вероятность нанесения ущерба здоровью человека, разрушения жилых и производственных зданий в результате негативного воздействия факторов ЧС определяется с помощью пробит-функции.

Таблица 7 - Анализ опасностей элеватора

Виды аварий	Система	Опасность	Возможные источники воспламенения и вариант развития ситуации
1	2	3	4
Взрыв горючей пыли	силосы	Формирование взрывоопасной пылевоздушной смеси по причине: ударно-измельчающего воздействия при свободном падении зерна в зоне заполнения силоса; истирание самотечных трубопроводов вплоть до образования сквозных дыр; взметывания пыли за счет взрыва в нории проходящей через силос	Неисправность электропроводки – искрение – взрыв. Разрушение нории – выброс пламени – взрыв силоса
	Приемные бункера при разгрузке автомобилей и ж/д вагонов, оперативные бункера в рабочем здании весовые устройства с загрузкой и выгрузкой бункеров	Формирование взрывоопасной пылевоздушной смеси: подача зерна самотеком (ударно-измельчающим воздействием, засоренность) подача зерна по самотечному транспорту, истирание самотечных трубопроводов	Наличие в потоке зерна металлических примесей, камней – искра – взрыв. Неисправность электропроводки – искра – взрыв.
	Нории	Формирование взрывоопасной пылевоздушной смеси: за счет пыления зерна при его передвижении по вертикали с помощью транспортера.	Перегрев транспортной ленты за счет пробуксовки (или удары ковша нории) – искра – первый взрыв в башмаке нории – взвихрения пыли – второй взрыв в трубе нории – выброс пламени и пыли в окружающее пространство силоса – третий взрыв.



1	2	3	4
	Аспирационная шахта	Формирование взрывоопасной пылевоздушной смеси: неисправность фильтров; неисправность вентиляторов; нарушение режима работы аспирационной системы.	Неисправность электропроводки – искра – взрыв. Неисправность крыльчатки – искра – взрыв.
	Бункера отходов	Формирование взрывоопасной пылевоздушной смеси: ударно-истирающее действие отходов; неисправность самотечного оборудования.	Неисправность электропроводки – искры – взрыв.
	Зерносушилки	Формирование взрывоопасной пылевоздушной смеси: пыление за счет перемещения зерна.	
	Ленточные конвейеры поворотные и маятниковые распределительные трубы в точках загрузки и разгрузки	Формирование взрывоопасной пылевоздушной смеси: перемещение зерна с чрезмерными скоростями, поднимающие пыль вследствие сноса ветром.	Местный перегрев ленты конвейера за счет смещения – воспламенение – взрыв.
Взрыв топливно-воздушной смеси	Склад горючих и смазочных материалов, места разгрузки ж/д цистерн жидкого топлива	Формирование взрывоопасной топливно-воздушной смеси: разрушение емкостей хранения, цистерн; разгерметизация с последующей утечкой.	Ведение огневых работ (курение) – воспламенение – взрыв.
Выброс АХОВ	Склады АХОВ (при их наличии)	Формирование облака ХОВ по причине: разрушение емкости хранения; разгерметизации емкости.	Механическое воздействие – разрушение емкости выброс вещества в окружающую среду – образование первичного (вторичного) облаков АХОВ.

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Поражение болезнями продуктов хранения	Силосы длительного хранения, зерносклады	Формирование условий заболевания по причине: не соблюдения условий хранения (повышения температуры, увлажнение и др.); отказ оборудования активного вентилирования; отказ оборудования для обеззараживания зерна.	Возникновение очагов поражения продуктов хранения.
Отклонение электроэнергии	Система электроснабжения элеватора	Обрыв линий передач (отказ трансформаторной подстанции) по причине: ветровых погрузок; наличия снега на ЛЭП; повреждение (отказов) трансформаторных подстанций.	Ураган – обрыв линий электропередач – элеватора. Мокрый снег – налипание на электропровода – обрыв ЛЭП, - остановки электрооборудования элеватора. Взрыв трансформаторного масла – выход из строя подстанции – остановка электрооборудования элеватора.
Подтопление элеватора в период весеннего половодья	Территория элеватора	Подтопление территории, помещений элеватора по причине подъема уровня воды в реках и водоемах, возможных прорывов гидротехнических сооружений	Таяние снега – подъем воды – затопления территории элеватора. Прорыв ГТС – затопление территории элеватора.
взрыв ТВС на рядом расположенных ПВОО	Емкости хранения, технологическое оборудование	Формирование топливно-воздушной смеси по причине разгерметизации, разрушения из-за конструктивно-производственных недостатков, из-за воздействия ОПЯ и т.д.	Выброс пожаровзрывоопасного вещества – воспламенение – образование «Огненного шара», термическое воздействие. Воспламенение - взрыв – воздействие избыточного

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Выброс АХОВ на рядом расположенных ХОО (железная дорога)	Технологическое оборудование, единичные емкости	Формирование первичного (вторичного) облака АХОВ по причине разрушения (разгерметизации) из-за конструктивно-производственных недостатков, воздействия ОПЯ и т.д.	давления УВВ Выброс АХОВ – формирование первичного облака – воздействия на окружающую среду – рассеивание.
Взрыв горючей пыли	Шахта лифта и лестничная клетка	Формирование взрывоопасной пылевоздушной смеси по причине: проникновение пыли с рабочих помещений; вследствие плохой уборки.	Взрыв в рабочем помещении – взвихривание пыли в шахте лифта, клетке – воспламенение – взрыв.
Взрыв ТВС на рядом расположенных ПВОО	Емкости хранения, технологическое оборудование	Формирование топливно-воздушной смеси по причине разгерметизации, разрушения из-за конструктивно-производственных недостатков, из-за воздействия ОПЯ и т.д.	Выброс пожаровзрывоопасного вещества – воспламенение – образование «Огненного шара», термическое воздействие. Воспламенение - взрыв – воздействие избыточного давления УВВ
Выброс АХОВ на рядом расположенных ХОО (железная дорога)	Технологическое оборудование, единичные емкости	Формирование первичного (вторичного) облака АХОВ по причине разрушения (разгерметизации) из-за конструктивно-производственных недостатков, воздействия ОПЯ и т.д.	Выброс АХОВ – формирование первичного облака – воздействия на окружающую среду – рассеивание.

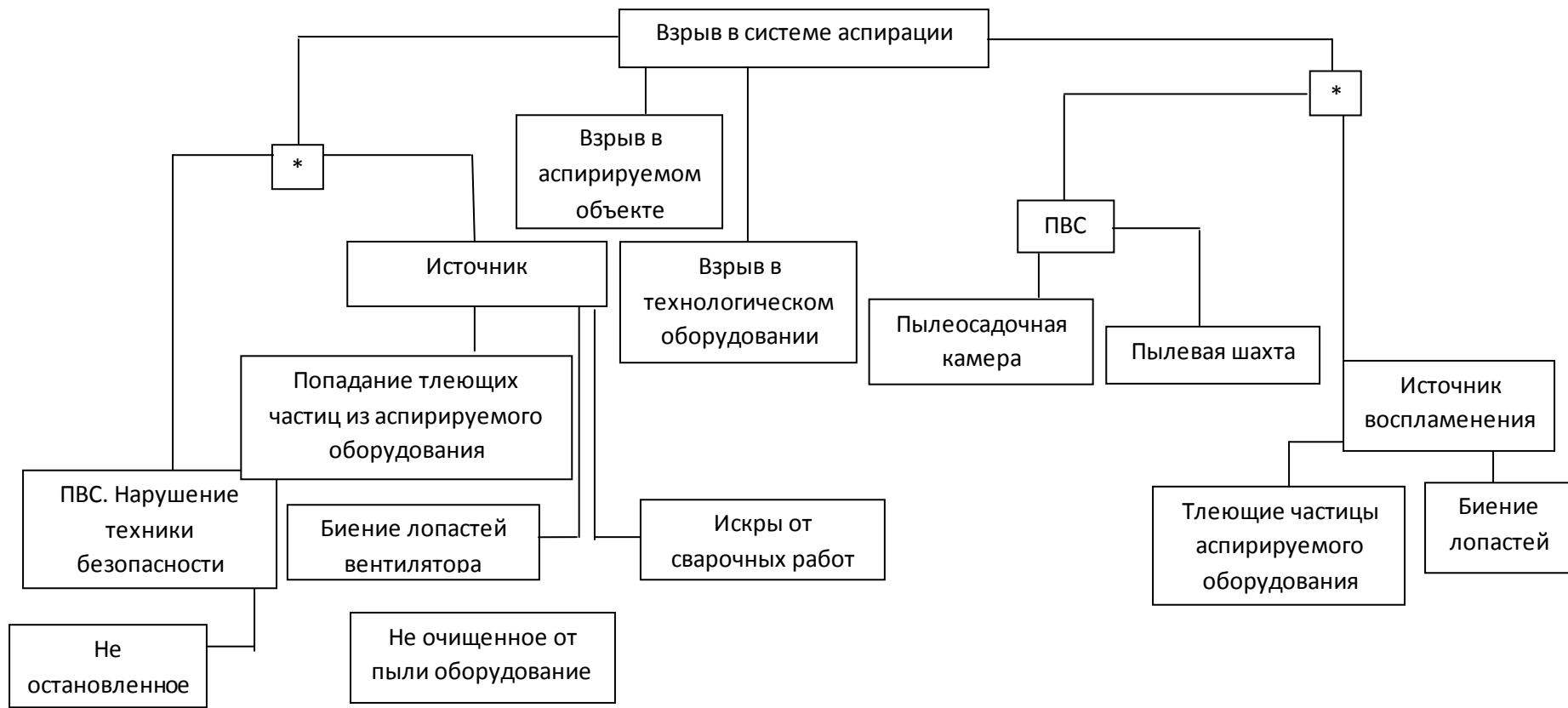


Рисунок 8 - Анализ причин взрыва в системе аспирации

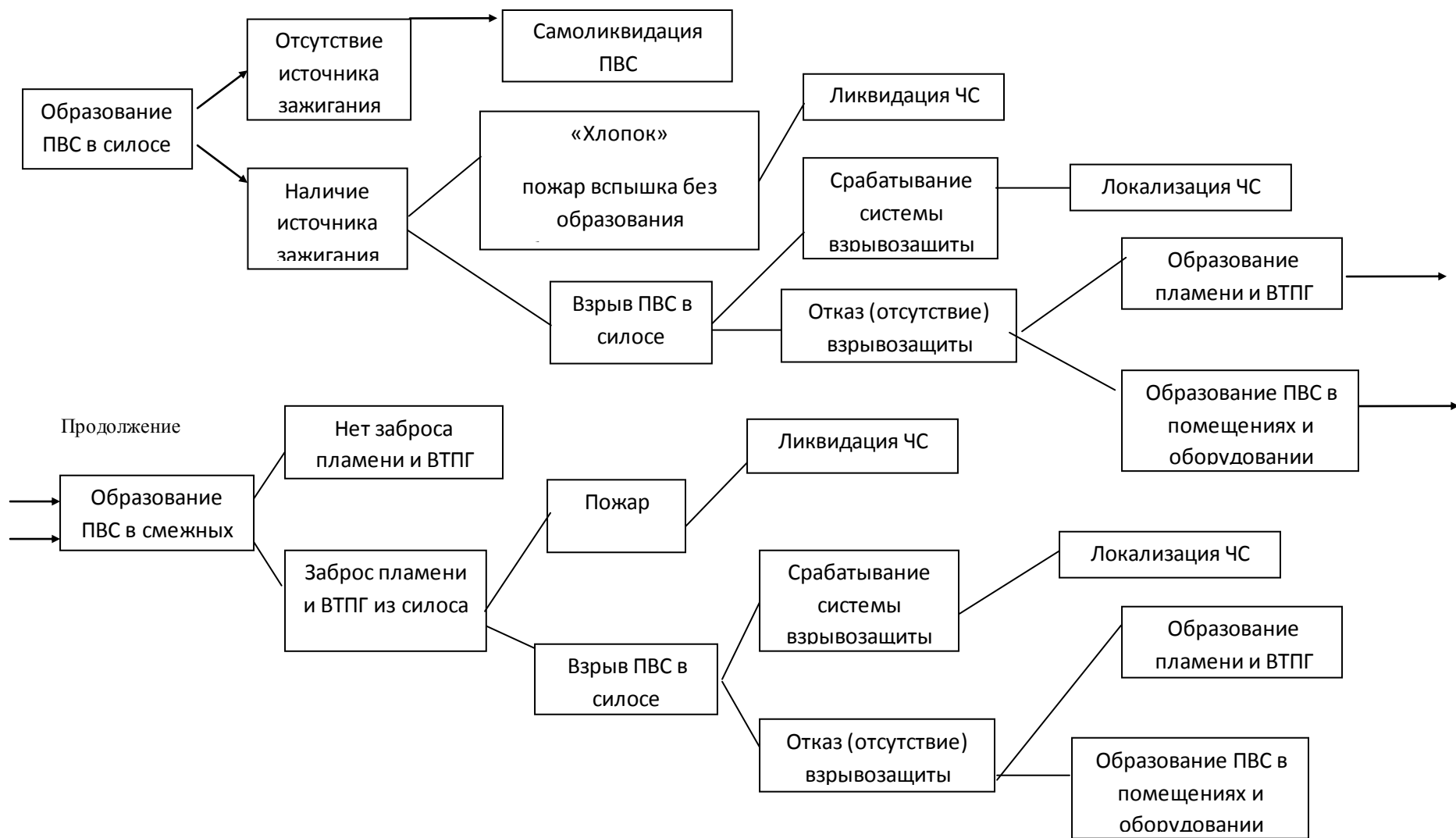


Рисунок 9 - Вариант развития наиболее опасного сценария по принципу «домино»

При проведении расчетов суммирование проводится вначале по классам устойчивости атмосферы при заданной скорости ветра, затем по градациям скорости ветра и в конце по секторам.

По изложенной методологии могут быть проведены расчеты для всех возможных сценариев развития аварий на опасных объектах, которые находятся как на рассматриваемой территории, так и за ее пределами.

### **2.3 Результаты оценки риска пожарной опасности элеватора**

К чрезвычайным ситуациям, которые могут возникнуть при эксплуатации опасных объектов элеватора:

взрыв природного газа в помещениях котельных;

взрыв природного газа в топке котлов;

взрыв природного газа при разгерметизации внешнего газопровода;

взрыв ТВС при разгерметизации резервуаров хранения бензина, дизельного топлива на складах ГСМ элеватора;

взрыв пылегазовоздушных смесей в помещениях и оборудовании рабочего здания, силосных корпусов.

Возможные сценарии ЧС при эксплуатации котельных.

Группа сценариев ЧС, связанные с разрушением или разгерметизацией газопровода внутри помещения котельных (С1).

Причинами этой группы аварий могут быть разрушение газопровода вследствие механических воздействий, утечка газа через неплотности сварных соединений, разгерметизация фланцевых соединений.

Сценарий С 1-1: выброс газа из разрушенного газопровода – отказ системы аварийного отключения газа – воспламенение и взрыв газовой воздушной смеси – неисправность легкобрасываемых конструкций – воздействие поражающих факторов – ликвидация последствий.

Сценарий С 1-2: выброс газа из разрушенного газопровода – отказ системы аварийного отключения газа – воспламенение и взрыв газо-воздушной смеси – срабатывание легкобрасываемых конструкций.

Сценарий С 1-3: выброс газа из разрушенного газопровода – срабатывание системы аварийного отключения газа – проветривание помещения.

Сценарий С 1-4: утечка газа из газопровода – отказ системы аварийного отключения газа – воспламенение и взрыв газо-воздушной смеси – неисправность легкобрасываемых конструкций.

Сценарий С 1-5: утечка газа из газопровода – отказ системы аварийного отключения газа – воспламенение и взрыв газо-воздушной смеси – срабатывание легкобрасываемых конструкций.

Сценарий С 1-6: утечка газа из газопровода – срабатывание системы аварийного отключения газа – проветривание помещения.

Группа сценариев, обусловленных отказом газового оборудования котла (С2).

Причинами аварий могут быть: неисправность отключающих устройств горелок, ошибки персонала, прекращение тяги в топке, погасание пламени, падение давления газа на горелке котла, отказ котловой автоматики «Кристалл».

Сценарий 2-1: образование газовой смеси в топке котла – отказ котловой автоматики «Кристалл» – взрыв газовой смеси – срабатывание взрывного клапана – ликвидация ЧС.

Сценарий 2-2: образование газовой смеси в топке котла – отказ котловой автоматики «Кристалл» – взрыв газовой смеси – отказ взрывного клапана – ликвидация ЧС.

Сценарий 2-3: образование газовой смеси в топке котла – срабатывание котловой автоматики «Кристалл» – вентилирование (проветривание) топки и повторный запуск котла.

Сценарий 2-4: образование газовой смеси в газоходе – отказ котловой автоматики «Кристалл» – взрыв газовой смеси – отказ взрывного клапана – ликвидация ЧС.

Сценарий 2-5: образование газовой смеси в газоходе – отказ котловой автоматики «Кристалл» – взрыв газовой смеси в газоходе – срабатывание взрывного клапана – ликвидация ЧС.

Сценарий 2-6: образование газовой смеси в газоходе – срабатывание котловой автоматики «Кристалл» – вентилирование (проветривание) газохода и повторный запуск котла.

Группа сценариев ЧС, обусловленная разрушением (разгерметизацией) внешнего газопровода (С3).

Причины возникновения ЧС те же, что и для группы С1.

Сценарий С 3-1: выброс газа из разрушенного газопровода – отказ системы аварийного отключения газа – образование газовой смеси, взрыв газовой смеси – остановка котлов – ликвидация ЧС.

Сценарий С 3-2: выброс газа из разрушенного газопровода – срабатывание системы аварийного отключения газа – остановка котлов – ликвидация ЧС.

Группа сценариев ЧС, обусловленная разгерметизацией резервуаров хранения пожаровзрывоопасных веществ (бензина, дизельного топлива) на складах ГСМ элеватора (С4).

Сценарий 4-1: Разрушение цистерны с полным выходом пожаровзрывоопасного вещества – пожар пролития – ликвидация ЧС.

Сценарий 4-2: Разрушение цистерны с полным выходом бензина - испарение бензина и образование топливно-воздушной смеси – взрыв ТВС - ликвидация последствий ЧС.

Сценарий 4-3: Разрушение цистерны с полным выходом взрывопожароопасного вещества – пожар пролития и перегрев негорящей цистерны - взрыв и разрушение цистерны – образование огненного шара.



Сценарий 4-4: Разгерметизация цистерны с локальным выходом пожаровзрывоопасного вещества – разлив вещества – пожар пролития – ликвидация последствий ЧС.

Сценарий 4-5: Разгерметизация цистерны с локальным выходом пожаровзрывоопасного вещества - разлив вещества – испарение и образование ТВС – взрыв ТВС – ликвидация последствий ЧС.

Группа сценариев ЧС, обусловленная образованием пылегазовоздушных смесей в помещениях, сооружениях и оборудовании (С5).

Сценарий 5-1: образование пылевоздушной смеси (ПВС) – с концентрацией в диапазоне взрывоопасных концентраций в силосе – наличие источника зажигания – взрыв ПВС в силосе – выброс пламени и ВТПГ в надсилосный этаж – взрыв ПВС в надсилосном этаже – срабатывание ЛСК – локализация и ликвидация последствий ЧС.

Сценарий 5-2: Образование пылевоздушной смеси с концентрацией в диапазоне взрывоопасных концентраций в силосе – наличие источника зажигания – взрыв ПВС в силосе – выброс пламени в ВТПГ в надсилосный этаж – взрыв в надсилосном этаже – отказ (недостаточная площадь) ЛСК – заброс пламени и ВТПГ в смежные силосы – образование ПВС в смежных силосах за счет сотрясения силосного корпуса – взрыв ПВС в смежных силосах – выброс через норийные трубы, систему аспирации пламени и ВТПГ в подсилосный этаж – взрыв ПВС в подсилосном этаже – заброс пламени и ВТПГ в силосный корпус №3 – образование ПВС за счет сотрясения в силосах корпуса №3 – взрыв ПВС в силосах корпуса №3.

Сценарий 5-3: образование взрывоопасной газовойоздушной смеси (водород, метан, оксид углерода) за счет термоокислительной деструкции в силосе – наличие источника зажигания – взрыв газовойоздушной смеси в силосе (ГВС) – выброс пламени в ВТПГ в надсилосный этаж – взрыв ГВС в

подсиловом этаже – срабатывание ЛСК – локализация ЧС - ликвидация последствий ЧС.

Сценарий 5-4: Образование ПВС в нории за счет движения продукта, разгрузка ковшов – наличие источника зажигания (загорание норийной ленты, попадание ВТПГ) – взрыв ПВС в нории – срабатывание взрыворазрядителей – локализация и ликвидация последствий ЧС.

Сценарий 5-5: Образование ПВС в нории – наличие источника зажигания – взрыв ПВС в нории – недостаточное количество взрыворазрядителей - выброс ВТПГ в бункера – взрыв ПВС в бункерах.

Группа сценариев ЧС, обусловленных опасными природными явлениями (С 6).

Причинами ЧС могут быть: обрывы ЛЭП, вызванные сильными ветрами, налипанием снега на проводах.

Сценарий С 6-1: отключение электроэнергии – отключение сетевых насосов – отказ котловой автоматики – повышение температуры воды – образование паровоздушной смеси – разрушение котла.

Возможные сценарии ЧС при отказах элементов котла (С7)

Причинами аварий могут быть отказы арматуры, приборов и предохранительных устройств, питательных устройств, нарушение водного режима котлов.

Сценарий С7-1: отказ питательного насоса – отказ (отсутствие) резервного питательного насоса – отказ системы защиты (ошибки оператора) котла – отказ предохранительного клапана – разрушение котла.

Сценарий С7-2: отказ питательного насоса – отказ (отсутствие) резервного питательного насоса – отказ системы защиты (ошибки оператора) – отказ предохранительного клапана – потеря герметичности котла.

Сценарий С7-3: отказ водоуказательного прибора – отказ системы защиты при повышении температуры и давления – отказ предохранительного клапана – разрушение котла.

Сценарий С7-4: отказ водоуказательного прибора – отказ системы защиты при повышении температуры и давления – отказ предохранительного клапана – потеря герметичности котла.

Сценарий С7-5: неудовлетворительное качество питательной воды – вскипание и броски воды – гидравлический удар – разрушение паропровода.

Согласно информации представленной в паспорте безопасности ОАО «Шильдинский элеватор» наиболее опасным сценарием развития ЧС для предприятия является возгорание транспортера в одной из галерей рабочей башни и взрыв пылегазовоздушной смеси в силосе и развитие аварии по типу «домино», что может привести к взрывам пыли в надсилосном и подсилосном этажах, к различным степеням разрушения силосных корпусов, рабочего здания. Расчетное избыточное давление составляет: для силоса – 32,8 кПа; надсилосного этажа – 39 кПа; подсилосного этажа – 21,32 кПа; подсушильное отделение – 25 кПа; для норрии – 61,5 кПа. При этом возможны потери погибших – до 2 человек, пострадавших до 3 человек, средние разрушения до трех – четырех силосов, сильные разрушения надсилосного этажа, средние разрушения подсилосного этажа, сильное разрушение норрий, а также конвейеров, разгрузочных тележек и другого оборудования.

Наиболее вероятным сценарием развития ЧС для предприятия является пожар в зерносушильном агрегате с возможными последующими взрывами в норриях, подсушильном помещении. Возможные потери среди персонала до 1 человека, пострадавших – 1 человек.

Также могут иметь место средние разрушения оборудования и помещений. Наиболее опасным сценарием развития ЧС, источники которых находятся вне территории предприятия, является сценарий с выбросом АХОВ (хлор) при разрушении цистерны с АХОВ на железной дороге. В этом случае, вся площадь предприятия находится в зоне фактического заражения. Количество пораженных с учетом их нахождения в промышленных зданиях

и использования средств индивидуальной защиты через 15 минут может достичь 12 человек. Материальный ущерб составит – 5,1 млн. руб.

При эксплуатации газопотребляющего оборудования по сценариям С1 возможны слабые разрушения зданий котельных, при этом гибель производственного персонала пренебрежимо мала, возможно нанесение травм персоналу.

При разгерметизации внешнего газопровода в зону возможных слабых и средних разрушений попадают здания, в которых размещены котельные установки.

Рассчитанные индивидуальные риски составили:

- для наиболее опасного сценария на элеваторе –  $7,5 \times 10^{-6}$ ;
- для наиболее вероятного сценария на элеваторе –  $9,3 \times 10^{-6}$ ;
- для выброса АХОВ из цистерны на железной дороге –  $6,9 \times 10^{-8}$ ;
- для взрыва ТВС при разгерметизации цистерны с бензином –  $6 \times 10^{-5}$ ;
- для взрыва ТВС на нефтебазе –  $1,0 \times 10^{-6}$ ;
- для аварийных ситуаций на газовых котельных –  $5,5 \times 10^{-6}$ ;
- коллективный риск имеет значение –  $1,5 \times 10^{-3}$ .

Анализ полученных значений индивидуального риска для персонала предприятия от источников опасности, как на территории, так и вне расположения предприятия показывает, что они ниже рекомендуемого значения предельно допустимого уровня ( $1 \times 10^{-4}$ ). В тоже время значения рисков лежат в пределах зоны жесткого контроля ( $1 \times 10^{-4} \div 1 \times 10^{-6}$ ) рисков, что предполагает проведение мероприятий по предупреждению возможных ЧС и смягчению их последствий. Социальный риск для персонала предприятия находится в зоне приемлемого риска, предельно допустимый уровень социального риска равен  $10^{-5}$  при поражении 10 человек.

## **3 Пожарная опасность и противопожарная защита элеватора**

### **3.1 Характеристика пожарной опасности зерна**

Зерно представляет собой органическое вещество, которое включает верхнюю оболочку зародыша и сердцевину.

Теплопроводность и теплоемкость зерна зависят от его пористости и влажности. Пористостью называется объем межзернового пространства, выраженный в процентах к общему объему зерна. Пористость зерна нормальной влажности находится в зависимости от его вида и колеблется от 35% для гречихи до 68% для овса.

Нагревание зерна свыше 100°С вызывает выделение летучих компонентов и обугливание, при температуре 350°С зерно загорается. Из-за относительно небольшой пористости зерновой массы и, следовательно, недостатка кислорода горение зерна протекает в виде тления, в основном по поверхности массы с температурой около 700°С. Во взвешенном состоянии зерно горит интенсивнее. Температура горения при этом достигает 900 — 1000°С. Из-за малой теплопроводности и теплоемкости зерновая масса при горении прогревается вглубь медленно, что в определенных условиях может привести к самозатуханию зерна.

При хранении зерна вследствие жизнедеятельности микроорганизмов в глубине зерновой массы может иметь место процесс саморазогрева и аккумуляции тепла. Но из-за недостатка кислорода воздуха температура очага саморазогрева обычно не достигает температуры самовоспламенения зерна.

Транспортировка и обработка зерна сопровождается выделением значительного количества зерновой и мучной пыли. В зависимости от размеров частиц пыль может находиться во взвешенном состоянии (аэрозоль) и осевшем (аэрогель). Величина частиц колеблется от 0,5 до 250

мк. Зерновая пыль, образующаяся при очистке зерна от примесей и оболочек, имеет наиболее крупные частицы. Мучная пыль более дисперсна, чем зерновая, и поэтому - более опасна в пожарном отношении: 80% мучной пыли составляют частицы размером от 2 до 25 мкм. Наличие большого количества мелких частиц обуславливает образование стойкого пылевого облака:

Пожарная опасность зерновой и мучной пыли в производственных помещениях характеризуется:

температурой самовоспламенения взвешенной и осевшей пыли;

температурой вспышки аэровзвеси;

нижним пределом воспламеняемости.

В таблице 8 представлены некоторые виды пылей, образование которых зависит от характера производства, а также характеристика их пожаро - и взрывоопасных свойств.

Таблица 8 - Характеристика пожаро - и взрывоопасных свойств пылей.

Вид пыли	Влаж ность	Золь ность	Температура		Нижний предел воспламен яемости г/м <sup>3</sup>
	%		вспышк и	самовос пламене ния	
Пшеничная сечка	11,02	2,71	650	775	45,4
Пшеничная мука	11,05	1,49	650	825	35,3
Отруби пшеничные крупные	9,6	4,2	670	825	17,8
Зерновые отходы пшеницы	9,9	9,05	550	700	20,2
Пыль очистки мешкотары	13,6	8,8	380	600	15
Пыль пылевой камеры	10,4	33,4	-	800	12,6
Элеваторная пыль зерна пшеницы	5,5	10,5	630	800	227
Пыль подсилосного этажа элеватора	10,5	14	630	800	41

Наименьший предел воспламеняемости мучной пыли  $10,1 \text{ г/м}^3$ , а зерновой — около  $40 \text{ г/м}^3$ .

Взрывоопасная ситуация на производствах возникает при условии:

- концентрации пыли в воздухе на уровне нижнего предела воспламеняемости и более;
- возникновения источника воспламенения с температурой не ниже температуры самовоспламенения пыли;
- наличия кислорода в воздушной среде не менее 11%.

Взрыв пылевоздушной смеси обладает значительной силой, большой скоростью распространения пламени и ударной волны, опережающей пламя.

В результате действия ударной волны на других производственных участках осевшая пыль может перейти во взвешенное состояние и образовать в смеси с воздухом новую взрывоопасную смесь.

### **3.2 Противопожарная защита технологического процесса элеватора**

Пожарная опасность заключается в наличии взрыво- и пожароопасной концентрации зерновой и мучной пыли в воздухе при работе оборудования и машин, а также в возможности возникновения теплового импульса, достаточного для воспламенения пыли и ее взвеси.

Большое количество пыли выделяется при загрузке зерна в черные закрома и транспортировке его по трубопроводам.

На некоторых элеваторах зерно в выбойное отделение поступает по ленточному транспортеру. Причем, если протяженность и скорость ленты большие, происходит ее вибрация и запыление транспортного пути.

При заполнении ковшей норией зерном вытесненный воздух выносит большое количество пыли; в норийных трубах образуется избыточное давление. В результате этого при наличии малейших неплотностей и щелей в нории пыль выходит наружу, образуя местные взрывоопасные очаги.

В вальцовых станках крупка при сходе с валков проходит значительное расстояние до бункера и наиболее мелкие частицы крупки отстают в своем движении от основного потока. Поэтому свободное пространство станка заполнено пылевоздушной смесью. В отсевах весь перерабатываемый продукт находится во взвешенном состоянии, так как по принципу работы в отсевах часть продукта должна последовательно пройти через все сита. В ситовейках продукт также находится во взвешенном состоянии за счет постоянной подачи воздуха, захватывающего частицы крупки, и заставляет их витать в свободном пространстве. Рабочее пространство ситовеек значительно больше, чем отсевов, поэтому они наиболее пожароопасны.

Большую пожарную опасность представляют собой выбойные аппараты и отделение выбоя в целом. При выпуске муки из бункера в мешок весь объем его моментально заполняется мукой, а мучная пыль вместе с воздухом проникает через пористую ткань в помещение.

Пыление увеличивается за счет встряхивания мешка для более плотного его заполнения.

В системе аспирации и циклонах за счет взвихрения отложившейся пыли (даже при нормальных условиях работы) могут образоваться взрывоопасные концентрации. А концентрация пыли в обочных машинах, вентиляторах, пневмотранспорте и закромах для муки в большинстве случаев взрывоопасна.

В производственных помещениях образование взрывоопасной концентрации пыли происходит в случаях:

- негерметичности производственного оборудования;
- неисправности аспирационной сети;
- оставления открытыми во время работы лючков машин и аппаратов и возможности завалов продукции на пол;
- несвоевременной уборки пыли с оборудования и конструкций.



Наличие источника воспламенения с температурой не менее температуры воспламенения для данной аэровзвеси может послужить причиной воспламенения и взрыва пылевоздушной смеси. Для большинства промышленных пылей мукомольного производства температура воспламенения аэровзвесей равна 600—800°C. Но опасны и температуры порядка 250—300°C, так как при них возможно самовозгорание пыли, осевшей на конструкциях и оборудовании. Причины образования тепловых источников, приводящих к воспламенению отложившейся пыли или ее аэровзвеси, следующие:

- применение открытого огня во время работы технологического оборудования в производственных помещениях: керосиновых фонарей, факелов для осмотра оборудования, производство ремонтных работ с применением сварки, курение;

- неисправность электропроводки и электроаппаратуры, установка открытой арматуры: патронов, рубильников, штепселей, моторов в пылеопасных производствах, при работе которых могут образоваться искры, что может привести к воспламенению отложившейся на них пыли;

- повреждение или снятие защитных колпаков со светильников, накопление на незащищенных поверхностях электроламп пыли и ее воспламенение.

Технологическое оборудование элеваторов также может являться источником теплового импульса. Работа вхолостую вальцового станка с прижатыми валками может привести к их разогреву и искрению. Неправильная регулировка зазора между валками или их перекося также может вызвать нагрев и искрение. Перекося вала вентилятора, установленного на сепараторе, ситовойке, пневмолинии и т. д., может привести к удару вентилятора о корпус. Плохое крепление и отрыв ковшей от ленты нории, вибрация ленты при слабом натяжении, отрыв бича вызывают удары

металлических частей с образованием большого количества искр, а также могут привести к воспламенению горючей среды.

Подшипники применяются во всех станках и аппаратах зерноочистительного и размольно-рушательного отделений. Отсутствие наблюдения за работой подшипников, их недостаточная смазка и перекос валов приводят к перегреву подшипников и воспламенению особо опасной промасленной зерновой пыли, имеющейся на обоймах. Температура самовоспламенения промасленной зерновой пыли находится в пределах 250°С. При перегреве подшипников необходимо устранить причину перегрева и заменить нагретое масло холодным.

Слабое натяжение приводных шкивов, завал ленточных транспортеров могут привести к пробуксовке их на ведущем барабане и нагреву до температуры самовозгорания зерновой пыли.

Недостаточная мощность магнитной защиты и несвоевременная очистка сепараторов от металлопримесей, а также малая производительность механических сепараторов приводят зачастую к попаданию металлических и минеральных предметов в работающее оборудование, а также способствуют высечению искр. При несвоевременной очистке магнитных сепараторов от металлопримесей последние скапливаются, затрудняют движение продукта и могут быть оторваны и унесены его потоком. Скорость движения продукта в магнитном сепараторе должна быть такой, чтобы обеспечивалось полное улавливание металлических примесей.

При работе вальцовых станков, рассевов, сепараторов, обоечных машин, транспортеров и другого оборудования мукомольного производства неизбежно образование зарядов статического электричества. Заряды статического электричества могут достигнуть огромных потенциалов (до 100000 в) и вызвать мощные электрические искры. Для предупреждения накапливания зарядов статического электричества необходимо все машины и аппараты обеспечить надежным заземлением. Поверхность приводных

ремней и шкивов, покрытых смазкой с хорошей электропроводимостью, становится полупроводником, и опасность накопления зарядов на ней уменьшается. Увеличение влажности воздуха в помещениях приводит к снижению процесса электризации. Вентиляционные установки снижают пожарную опасность элеваторов, уменьшая пылевоздушные концентрации. Однако при попадании огня в воздуховоды они могут послужить путями распространения пожара. Для предупреждения распространения пожара по вентиляционным установкам необходимо регулярно очищать воздуховоды от наслоений производственной пыли и оборудовать их заслонками, автоматически закрывающими воздуховод при повышении в нем температуры. Огнезадерживающие заслонки устанавливаются также на самотечных трубах и пневмолиниях, проходящих через капитальные стены и перекрытия из одного помещения в другое. Аппараты, при работе которых выделяется большое количество пыли, обеспечиваются местной аспирацией.

Все трубопроводы, предназначенные для транспортировки продукта, а также воздуховоды аспирационных систем должны иметь по длине через 2—4 м лючки для очистки их от отложившейся пыли. Лючки следует устанавливать на трубопроводах до и после аппарата и около каждого колена. Дверцы смотровых лючков должны плотно прилегать к своим гнездам и размещаться в местах, доступных для осмотра.

Аппараты мукомольного производства размещаются с таким расчетом, чтобы к ним был свободный доступ для обслуживания, чистки и ремонта. Между отдельными аппаратами и их группами устраиваются поперечные и продольные проходы, связанные с выходом на лестничные клетки или в другие помещения. Ширина поперечных проходов должна быть не менее 1 м, а продольных.— 1,25 м. Расстояние между аппаратами одной группы должно быть не менее 0,35 м.

Строительные конструкции и производственное оборудование помещений необходимо очищать от пыли не реже одного раза в 10 дней.

Проемы в стенах, предназначенные для прохода транспортерных лент, трансмиссионных валов и ремней, должны иметь защиту от распространения огня из одного помещения в другое. Строительные конструкции зданий элеваторов должны отвечать требованиям, предъявляемым Строительными нормами и правилами к производствам, отнесенным по пожарной опасности к категориям Б и В. Производства выбойных и размольных отделений относятся к категории Б, а зерноочистительные и приемо-элеваторные — к категории В.

Электрооборудование производств должно удовлетворять требованиям Правил устройств электроустановок. Согласно ПУЭ помещения отделений: выбойные, размольные, рушательные и зерноочистительные, механизированные оклады муки при бестарном хранении, а также помещения с бестарной транспортировкой продукта — относятся к классу В-Па.

Помещения складов продуктов при тарном хранении, немеханизированные склады зерна, сушильно-пропаривательные цехи относятся к классу П-П.

Отопление помещений мукомольного производства должно быть центральным водяным или паровым с нагревательными элементами, имеющими гладкую поверхность для уменьшения скопления пыли и удобства ее очистки.

Объекты хранения и переработки зерна должны быть обеспечены средствами автоматической пожарной сигнализации.

## **4 Разработка оптимального варианта тушения пожара**

### **4.1 Организация доставки воды к месту пожара от удалённых водоисточников**

При таких неблагоприятных условиях, когда состояние противопожарного водоснабжения города находится на критическом уровне, работа тыла на пожаре сильно осложняется.

Рассмотрим общие принципы действия личного состава при работе тыла на пожарах в сложных условиях при неудовлетворительном водоснабжении.

Этот вид условий работы тыла характеризуется отсутствием естественных и искусственных водоисточников (рек, озер, прудов, водоемов, емкостей и т. п.), водопроводных сетей, сооружений (водонапорных башен, градирен и др.); полным замерзанием воды в водоисточниках в зимнее время; высыханием воды в водоисточниках в летнее время; неисправностью водопроводных сетей и сооружений, нахождение на месте пожара непополняемых водоисточников, наличии открытых водоемов (река, озеро, пруд, каналы и т. п.) с низким расположением горизонта воды или отсутствие удовлетворительных подъездов к ним, невозможностью подачи воды по магистральным рукавным линиям из-за отсутствия пожарных рукавов, техники, водоисточников, слабый напор в водопроводной сети, невозможностью осуществить подачу к месту пожара необходимого количества воды, а также отсутствием приспособленной для доставки воды техники.

Основы организации тушения пожаров и проведение связанных ними первоочередных аварийно-спасательных работ в усложненных условиях при неудовлетворительном водоснабжении необходимо:

При полном отсутствии водоисточников на месте пожара.

В этих случаях действия личного состава должны быть направлены на организацию работ по преграждению распространения огня в сторону сгораемых построек, что достигается разборкой строительных конструкций, удалением горящих предметов и отдельных конструкций зданий, эвакуацией имущества, оборудования и материалов путем сноса зданий и сооружений (созданием необходимых разрывов от горящего объекта до несгораемых построек).

Безводные участки должны быть заранее определены при оперативно-тактическом изучении района выезда, изучены и практически отработаны приемы и способы тушения пожаров в этих условиях.

Руководитель тушения пожара и начальник тыла при тушении пожаров в безводных районах должны организовать дополнительную разведку водоисточников (артезианские скважины, колодцы, градирни, стоки производственной воды и др.) с целью подачи воды из них к месту пожара.

Кроме этого, руководитель тушения пожара должен помнить, что имеющуюся воду в автоцистернах в первую очередь необходимо использовать на решающем направлении боевых действий, максимально использовать пенообразователь и другие поверхностноактивные вещества в качестве смачивателей.

Для тушения можно использовать огнетушители, землю, песок (в зимнее время снег), засыпая ими горящие предметы, конструкции и материалы: войлок, кошму, брезент и другие подручные материалы для изоляции очагов горения.

При тушении пожаров вблизи железнодорожных линий вызывать и использовать пожарные поезда, при тушении пожаров вблизи речных магистралей — пожарные суда и катера. В крайних случаях можно вызывать пожарные самолеты и вертолеты.

При недостаточном количестве воды в водоисточниках вблизи места пожара.

Если невозможно осуществить подачу к месту пожара необходимого количества воды, начальник тыла должен немедленно поставить в известность руководителя тушения пожара для того, чтобы изменить первоначально принятый план тушения и принять меры по изысканию дополнительных водоисточников, разведку местонахождения которых (артезианские скважины, чаны, градирни, колодцы, стоки воды) можно организовать при помощи местных работников милиции, представителей объектов народного хозяйства и населения, работников группы тыла, которых высылают по направлениям, предварительно проведя рекогносцировку местности, опросив население, используя географическую карту.

При принятии решения на способ обеспечения бесперебойной подачи воды к месту пожара необходимо учитывать:

- ориентировочный запас воды вблизи места пожара;
- расстояние до пожара и рельеф местности;
- состояние проездов к водоисточникам и подъездов к ним.

Если на месте пожара находятся непополняемые водоисточники, начальник тыла должен организовать их пополнение водой из одного водоисточника в другой или обеспечить перестановку автонасосов, мотопомп с одного водоисточника на другой с предварительной подготовкой рукавных линий (Рисунок ).

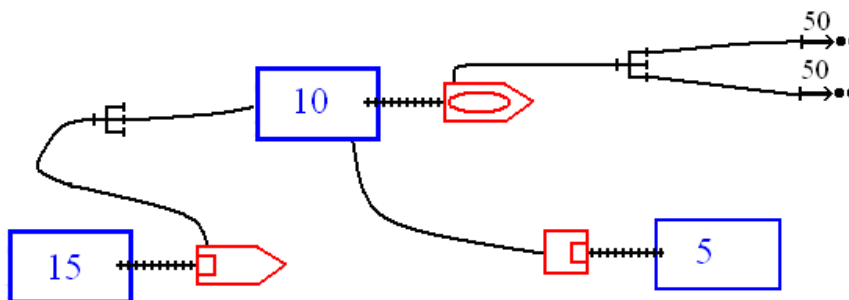


Рисунок 10 - Схема пополнения водоисточника.

В случаях когда в водопроводной сети слабый напор и нет возможности увеличить его, начальник тыла должен устанавливать пожарные автонасосы на гидранты через жесткие всасывающие рукава или использовать колодцы гидрантов в качестве промежуточных емкостей с забором воды из них.

При наличии открытых водоемов (река, озеро, пруд, каналы и т. п.) с низким расположением горизонта воды или при отсутствии удовлетворительных подъездов к водоемам начальник тыла организует забор воды из этих водоемов с помощью гидроэлеваторов, эжекторов, мотопомп.

При невозможности подачи воды по магистральным рукавным линиям (отсутствие пожарных рукавов, техники, водоисточников) следует организовать подвоз воды автоцистернами с привлечением для перевозки воды бензовозов, молоковозов, поливочных машин и других емкостей, приспособленных для этой цели.

При тушении развившихся пожаров начальник тыла организует бесперебойную подачу воды от более мощной пожарной техники: автонасосных пожарных станций, морских и речных судов, пожарных поездов, а также вперекачку от пожарных автомобилей и мотопомп.

Особое внимание следует обращать на взаимодействие с водопроводными службами города, объектов, при необходимости затребовать от них чертежи и планы водопроводных сетей, а при недостатке воды из-за слабого напора в водопроводной сети с помощью дополнительных насосов на водопроводных станциях и местных насосов-повысителей или, отключая участки водопроводной сети, направить максимум воды к месту пожара.

При недостатке воды на месте пожара работа личного состава при подаче стволов и прокладке рукавных линий имеет некоторые особенности: на тушение пожара вводят только перекрывные стволы со



спрысками малого диаметра (стволы РСК-50), стволы с распылителями, стволы высокого давления, обеспечивая экономное расходование воды; пожарные рукава прокладывают прорезиненные, меньшего диаметра; целесообразнее применять растворы воды со смачивателями и огнетушащие пены.

Необходимо помнить, что стволы сосредоточивают и вводят только на решающем направлении боевых действий подразделений, обеспечивая тушение на других участках пожара путем разборки конструкций и создания необходимых разрывов на путях распространения огня.

При наличии внутренних пожарных кранов, стационарных систем пожаротушения их приводят в действие в первую очередь.

При наличии основных водоисточников на значительном расстоянии от места пожара:

Тушение организуют подвозом воды пожарными или хозяйственными автоцистернами или подачей воды к месту пожара в перекачку. В таких случаях успех в боевом развертывании, сосредоточении сил и средств для тушения пожара во многом зависит не только от четких оперативных действий пожарных подразделений, но и от организаторских и тактических способностей командиров и, в первую очередь, начальника тыла, который, оценив обстановку, должен немедленно поставить в известность руководителя тушения пожара для изменения первоначально принятого плана тушения, умело организовать работу тыла. Начальник тыла обязан принять необходимые меры по изысканию дополнительных водоисточников, вызову необходимого количества различных средств и оборудования. При этом проводят рекогносцировку местности для определения условий и способа подачи воды и разведку водоисточников.

Рассмотрим наиболее характерные приемы работы тыла:

Подвоз воды к месту пожара организуют бесперебойным способом: одна автоцистерна обеспечивает подачу воды на пожар, другую

заправляют водой, а остальные находятся в пути следования к водоисточнику и к месту пожара. Для этой цели у водоисточника создается пункт наполнения автоцистерн водой (Рисунок ), а на месте пожара — пункт расхода воды на тушение (Рисунок 12).

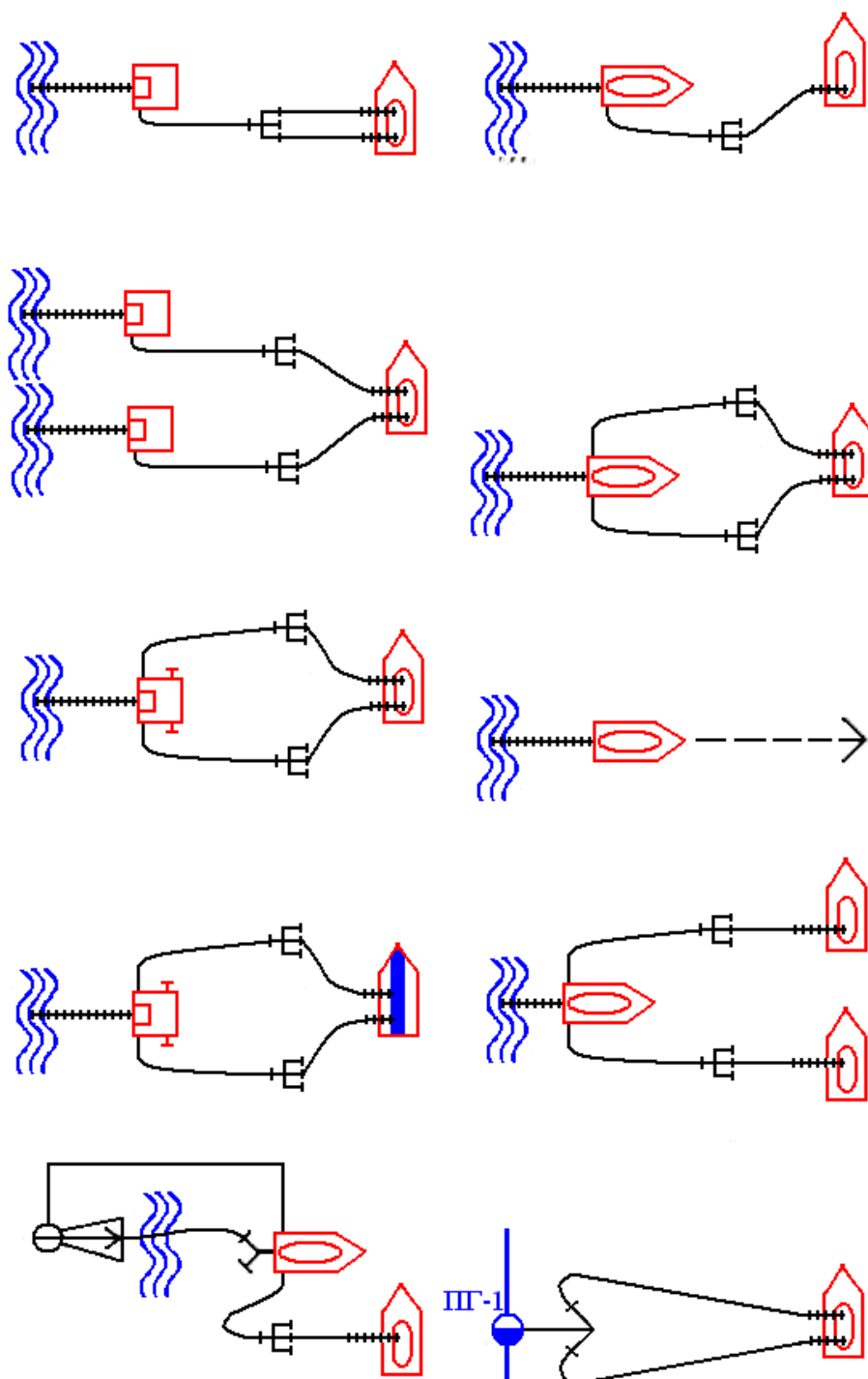


Рисунок 11 Организация пункта заправки водой автоцистерн.

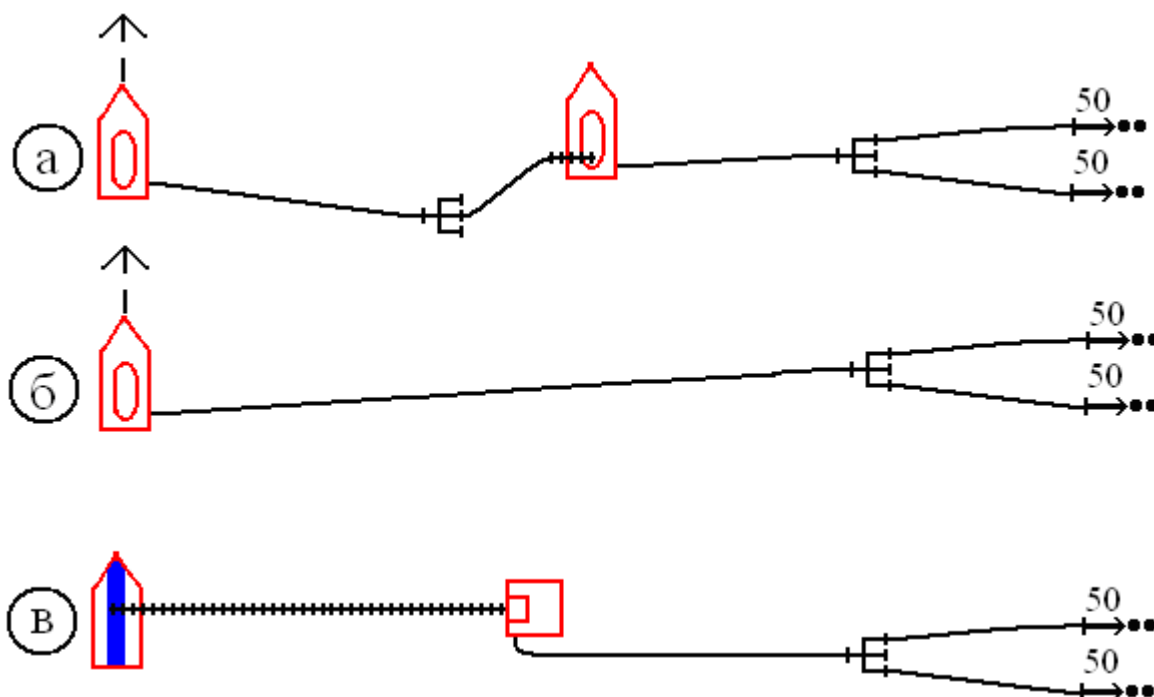


Рисунок 12 Организация пункта расхода воды.

Заполнение емкости автоцистерны водой на пункте наполнения может осуществляться пожарными машинами (автонасосами, мотопомпами), установленными на водоисточник, от пожарных гидрантов, колонок, с помощью гидроэлеваторов или самостоятельно.

На пункте наполнения должна быть подготовлена удобная площадка для маневрирования автоцистерн, находящихся на заправке. От автомобиля или мотопомпы, установленной на водоисточнике, прокладывают одну-две рукавные линии необходимой длины, к концам которых присоединяют разветвления. От разветвления прокладывают рабочую заправочную линию с жесткими всасывающими рукавами на конце во избежание перелома рукавов при опускании их в горловину цистерны.

Для работы на пункте наполнения оставляют одного пожарного, который работает на разветвлении. Наполнение автоцистерн производят водитель прибывшей цистерны и пожарный у разветвления.

При наличии достаточного количества автоцистерн на пункте расхода воды целесообразно оставить постоянно головную автоцистерну,

работающую по подаче воды. Место ее стоянки также должно быть удобным для подъезда автоцистерн, привозящих воду и осуществляющих подпитку головной автоцистерны (Рисунок 11). Такой способ избавит от излишних маневров и переключений рабочих линий.

При ограниченном количестве автоцистерн целесообразно автоцистерны, прибывающие с пункта наполнения, непосредственно включать в действующую рукавную линию.

Рабочая линия от напорного патрубка насоса состоит из 4-метрового рукава, разветвления и двух-трех рабочих линий к стволам (Рисунок 11).

При использовании хозяйственных цистерн, не имеющих насосной установки, производят забор воды из нее с помощью пожарных мотопомп и подают воду к стволам (Рисунок 11).

Для подвоза воды можно использовать сельскохозяйственную технику, имеющую емкость и насосную установку для забора воды и подачи ее на пожар.

Если автоцистерны, применяемые для подвоза воды к месту пожара, имеют разные вместимости, расчет количества автоцистерн производят по автоцистерне, имеющей меньшую вместимость.

Для четкой организации подвоза воды устанавливают радиосвязь между пунктом наполнения и пунктом расхода.

При определении количества автоцистерн, необходимых для подвоза воды, следует помнить, что при работе большого количества стволов на месте пожара нужно организовать работу нескольких пунктов расхода, что приведет к увеличению расчетного количества автоцистерн во столько раз, сколько будет организовано пунктов расхода.

Подачу воды в перекачку применяют при значительном расстоянии от водоисточника до места пожара, когда напор, развиваемый одним автонасосом, недостаточен для преодоления потерь напора в рукавных линиях и для создания рабочих пожарных струй. Кроме того, перекачка

может быть применена и в тех случаях, когда, несмотря на близость водоисточника, подъезд к нему отсутствует, например при крутых или обрывистых берегах, в заболоченных местах и т. д. В этих случаях можно применять переносные мотопомпы.

Как показывают практика и экспериментальные работы, перекачивать воду можно на любые расстояния, по любой пересеченной местности. Все зависит от технических и тактических возможностей подразделений. Однако не всегда целесообразно организовывать подачу воды в перекачку.

Исходя из основной задачи подразделений на пожаре предельным следует считать такое расстояние, на котором боевое развертывание с подачей воды в перекачку обеспечивают в минимально короткие сроки, когда к моменту подачи огнетушащего средства пожар не достигнет стадии интенсивного развития.

Учитывая техническую оснащенность крупных гарнизонов, рациональное расстояние для подачи воды в перекачку можно считать до 5 км. Для гарнизонов, где имеется только один рукавный автомобиль, такое расстояние можно принять 2 км, а при двух рукавных автомобилях — до 3 км. (Рисунок 13)

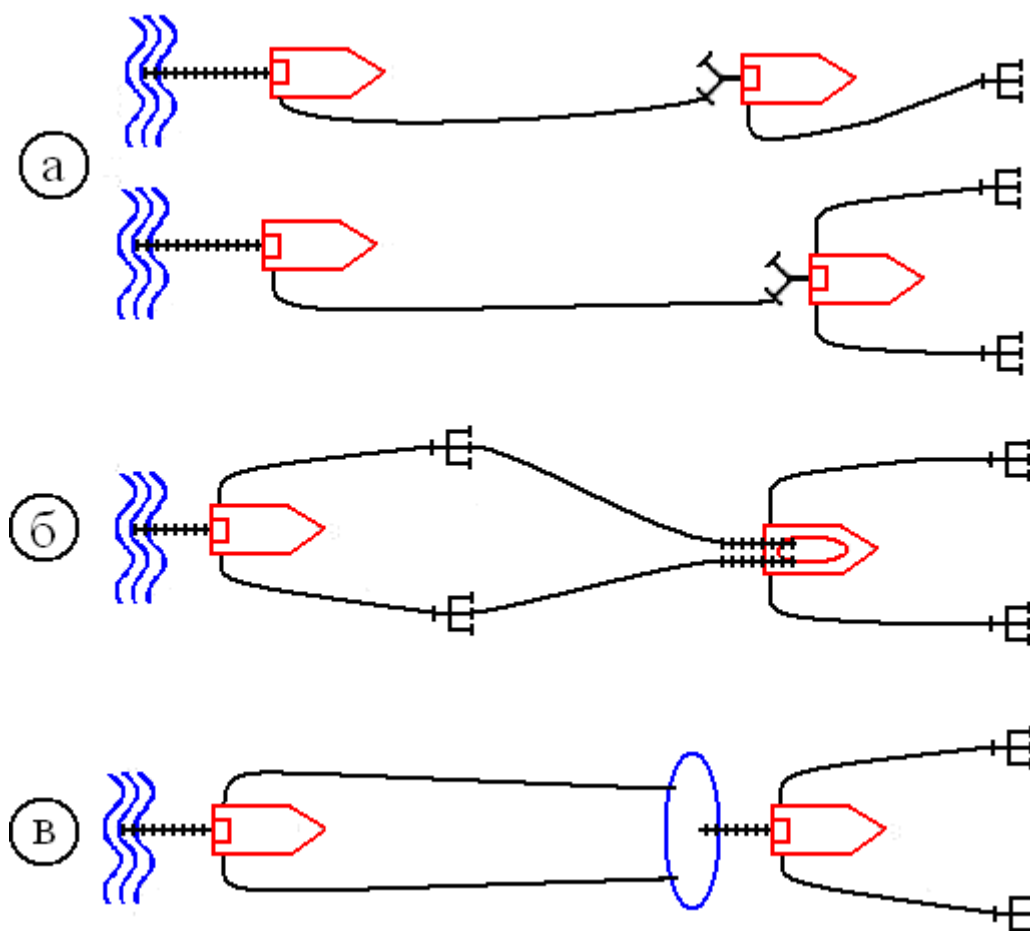


Рисунок - 13 Способы перекачки воды.

Способами перекачки воды принято считать:

из насоса в насос (Рис 13), через емкость цистерны пожарной машины (Рис 13), через промежуточную емкость (Рис 13).

Кроме того, можно использовать сочетание этих способов в одной системе перекачки.

При перекачке воды по способу из насоса в насос осуществляют последовательную (по одной рукавной линии) или параллельную (по двум рукавным линиям) подачу воды от одного насоса во всасывающий патрубок другого насоса.

При организации перекачки воды следует соблюдать определенные условия:

наибольший по подаче и мощности насос устанавливают на водоисточнике;

при перекачке воды способом из насоса в насос для предотвращения сплющивания рукавов у всасывающего патрубка последующего насоса поддерживают напор в линии не менее 0,1 МПа (10 м вод. ст.), при перекачке воды через цистерну пожарной машины — 0,035— 0,04 МПа (3,5—4 м вод. ст.), при перекачке воды через промежуточную емкость — не менее ее высоты, м;

на насосах необходимо поддерживать напор в пределах 90 м, обеспечивающий наиболее длительный и устойчивый режим работы насосов;

необходимо иметь радиосвязь между автомобилями и постами контроля за состоянием и контролем рукавных систем;

резерв рукавов создавать из расчета один рукав на 100 м длины магистральной линии.

При организации подачи воды в перекачку необходимо учитывать следующие рекомендации:

во всех случаях должны быть выдержаны расстояния между автомобилями с учетом превышения геодезических отметок. Отсутствие расчета может привести к перегрузке отдельных машин и срыву работы всей системы перекачки;

прокладывать рукавные линии необходимо с помощью рукавного автомобиля и другими способами, способствующими ускорению боевого развертывания;

при больших расходах воды и ограниченном количестве машин перекачку производить по двум магистральным линиям, на участках которых выставлять контрольные посты с резервом рукавов для быстрой замены вышедших из строя;

успешное тушение пожаров с перекачкой воды обеспечивается достаточным количеством основных пожарных, рукавных автомобилей,

надежной связью и высокой боевой готовностью подразделений пожарной охраны.

Для сокращения ступеней перекачки необходимо применять автотасосные пожарные станции.

Перекачка воды может осуществляться различными способами. Однако во всех случаях выбирается такой, который в конкретных условиях является более выгодным.

## **4.2 Расчет сил и средств для тушения пожара**

В качестве варианта возникновения и развития пожара принимаем возможным местом пожара транспортер в одной из галерей рабочей башни. В самой галерее имеется большая горючая загрузка в виде зерна и транспортерной ленты. Причиной пожара могут послужить электрические приборы транспортера и его трущиеся части. В случае загорания зерна транспортер может разнести горящее зерно по силосным корпусам. В связи с этим требуется наибольшее количество сил и средств, для его ликвидации.

Рабочая башня предназначена для получения зерна из зерносушилки и распределения его по силосным корпусам. Здание рабочей башни элеватора 9-ти этажное, прямоугольной формы, I СО, размеры в плане 12х20х68 м. Стены и перекрытия железобетонные, перегородки кирпичные, крыша плоская, кровля мягкая – рубероидная. Горючая загрузка – зерно по мере поступления.

Ближайший водоисточник – ПГ, находится на расстоянии 1500 м по ул. Октября, 32 расположен на кольцевой водопроводной сети  $D=150$  мм, водоотдача сети – 30 л/с.

Данный расчет предусматривает определение необходимого количество сил и средств пожарной охраны, необходимых для осуществления тушения пожара.



Расчет параметров пожара на момент сообщения в пожарную охрану.

1) Определение пути, пройденного огнём на момент сообщения в пожарную часть.

Так как  $\tau_{д.с.} < 10$  минут, то  $L$  считается:

$$L = 0,5 V_{л} \times \tau_{д.с.} = 0,5 \times 1 \times 4 = 2 \text{ [м]}$$

где:  $L$ - путь пройденный огнем, м;

$\tau_{д.с.}$  - время до сообщения в пожарную охрану,  $\tau_{д.с.} = 4$  мин;

$V_{л}$ - линейная скорость распространения горения  $V_{л} = 1$  м/ мин

Определение формы площади пожара.

Форма площади пожара: угловая  $180^\circ$

2) Определяем необходимые параметры пожара для оценки обстановки в заданный момент:

- определение площади пожара.

$$S_{п} = \pi \times L^2 / 4 = 3,14 \times 2^2 / 4 = 3,14 \text{ [м}^2\text{]}.$$

- определение периметра пожара.

$$P_{п} = \pi \times L + 2L = 3,14 \times 2 + 2 \times 2 = 10,28 \text{ [м]};$$

- определение фронта пожара.

$$\Phi_{п} = \pi \times L = 3,14 \times 2 = 6,28 \text{ [м]};$$

- определение скорости роста площади пожара.

$$V_s = \frac{S_{п}}{\tau} = 3,14 / 4 = 0,785 \text{ [м}^2\text{/мин.]};$$

- определение скорости роста периметра пожара.

$$V_p = \frac{P_{п}}{\tau} = 10,28 / 4 = 2,57 \text{ [м/мин.]};$$

- определение скорости роста фронта пожара.

$$V_{\phi} = \frac{\Phi_{п}}{\tau} = 6,28 / 4 = 1,57 \text{ [м/мин.]};$$

Определение параметров пожара на момент прибытия первого пожарного подразделения.

1) Определение времени прибытия первого подразделения.

$$\tau_{\text{приб.1}} = \tau_{\text{д.с.}} + \tau_{\text{сб.}} + \tau_{\text{сл.}} = 4 + 1 + 5 = 10 \text{ [мин.]};$$

где:

$\tau_{\text{д.с}}$  - время до сообщения в пожарную охрану, мин;

$\tau_{\text{сб}}$  - время затраченное на сбор пожарного подразделения, мин;

$\tau_{\text{сл.}}$  - время следование подразделения на пожар

2) Определение пути, пройденного огнём.

$$L = 0,5V_{\text{л}} \times \tau_{\text{приб.1}} = 0,5 \times 1 \times 10 = 5 \text{ [м]}.$$

Определяем необходимые параметры пожара для оценки обстановки на момент прибытия первого пожарного подразделения:

$$S_{\text{п}} = a \times b = 10 \times 5 = 50 \text{ [м}^2\text{]};$$

- определение периметра пожара.

$$P_{\text{п}} = 2 \times (a+b) = 2 \times (10+5) = 30 \text{ [м]};$$

- определение фронта пожара.

$$\Phi_{\text{п}} = n \times a = 1 \times 10 = 10 \text{ [м]};$$

где:  $n$  – количество сторон распространения горения

- определение скорости роста площади пожара.

$$V_s = \frac{S_{\text{п}}}{\tau} = 50 / 10 = 5 \text{ [м}^2\text{/мин.]};$$

- определение скорости роста периметра пожара.

$$V_p = \frac{P_{\text{п}}}{\tau} = 30 / 10 = 3 \text{ [м/мин.]};$$

- определение скорости роста фронта пожара.

$$V_{\text{ф}} = \frac{\Phi_{\text{п}}}{\tau} = 10 / 10 = 1 \text{ [м/мин.]};$$

Определение параметров пожара на момент введения сил и средств первого подразделения.

1) Определение времени введения сил и средств первого подразделения.

$$\tau_{\text{приб.1}} = \tau_{\text{д.с.}} + \tau_{\text{сб.}} + \tau_{\text{сл.1}} + \tau_{\text{б.п}} = 4 + 1 + 5 + 2 = 12 \text{ [мин.]};$$

2) Определение пути, пройденного огнём.

$$L=5V_{л}+V_{л} \times (\tau_{пр.1}-\tau_1)=5 \times 1+1 \times (12-10)=5+2= 7 \text{ [м]}.$$

Так как в данном помещении перегородка выполнена из капитальных материалов то принимаем, что в течение 5 мин после дохода фронта пожара до стены пламя будет распространяться вертикально вверх.

3) Определяем необходимые параметры пожара для оценки обстановки на момент прибытия первого пожарного подразделения:

$$S_{п} = a \times b = 10 \times 7 = 70 \text{ [м}^2\text{]};$$

- определение периметра пожара.

$$P_{п} = 2 \times (a+b) = 2 \times (10+7) = 34 \text{ [м]};$$

- определение фронта пожара.

$$\Phi_{п} = n \times a = 1 \times 10 = 10 \text{ [м]};$$

где: n – количество сторон распространения горения

- определение скорости роста площади пожара.

$$V_s = \frac{S_{п}}{\tau} = 70 / 12 = 5,8 \text{ [м}^2\text{/мин.]};$$

- определение скорости роста периметра пожара.

$$V_p = \frac{P_{п}}{\tau} = 34 / 12 = 2,8 \text{ [м/мин.]};$$

- определение скорости роста фронта пожара.

$$V_{\phi} = \frac{\Phi_{п}}{\tau} = 10 / 12 = 0,83 \text{ [м/мин.]};$$

Расчет сил и средств, для тушения пожара.

1) Определение площади тушения:

Так как путь пройденный огнем не превышает глубины тушения ручными пожарными стволами  $L < h$  то,  $S_{т} = S_{п}$

2) Определение требуемого расхода воды на тушение пожара:

$$Q_{тр.} = S_{т} \times I_{тр.} = 70 \times 0,15 = 10,5 \text{ л/с};$$

где:  $I_{тр.}$  - интенсивность подачи ОВ,

Определение требуемого расхода воды на защиту:

$$Q_{защ.} = Q_{тр.} \times 0,25 = 10,5 \times 0,25 = 2,6 \text{ [л/с]};$$

Определение общего расхода воды:

$$Q_{\text{тр.}} = Q_{\text{тр.}}^{\text{T}} + Q_{\text{тр.}}^{\text{защ}} = 10,5 + 2,6 = 13,1 \text{ [л/с];}$$

3) Определение требуемого количества стволов на тушение пожара:

Так как тушение пожара происходит в безводном участке при тушении на котором возникает сложности с обеспечением водой, следовательно целесообразней использовать перекрывные стволы РСК-50:

$$N_{\text{ств.}} = \frac{Q_{\text{тр.}}^{\text{T}}}{q_{\text{ств.}}} = 10,5 / 3,5 = 3 \text{ ств «Б»};$$

4) Определение требуемого количества стволов на защиту:

$$N_{\text{ств}}^{\text{защ}} = \frac{Q_{\text{тр}}^{\text{защ}}}{q_{\text{ств}}} = 2,6 / 3,5 = 1 \text{ ств «Б»};$$

Из тактических соображений и согласно требований дополнительно необходимо подать:

На защиту первого этажа 1 ств. «Б»

5) Определение общего количества стволов на тушение пожара и защиту:

$$N_{\text{ств.}} = N_{\text{ств.}}^{\text{T}} + N_{\text{ств.}}^{\text{защ}} = 3 + 2 = 5 \text{ ств};$$

6) Определение фактического расхода воды на тушение пожара:

$$Q_{\text{ф.}}^{\text{T}} = N_{\text{ств.}}^{\text{T}} \times q_{\text{ств.}} = 3 \times 3,5 = 10,5 \text{ [л/с];}$$

7) Определение фактического расхода воды на защиту:

$$Q_{\text{ф}}^{\text{защ}} = N_{\text{ств.}}^{\text{защ}} \times q_{\text{ств.}} = 2 \times 3,5 = 7 \text{ [л/с];}$$

8) Определение общего фактического расхода воды на тушение пожара и защиту:

$$Q_{\text{ф}} = Q_{\text{ф.}}^{\text{T}} + Q_{\text{ф}}^{\text{защ}} = 10,5 + 7 = 17,5 \text{ [л/с];}$$

9) Определение требуемого запаса воды для тушения пожара и защиты объекта:

$$W_B = Q_{\text{тф}} \times 60 \times \tau_p \times K_3 + Q_{\text{защф}} \times 60 \times \tau_3 = 10,5 \times 60 \times 20 \times 5 + 7 \times 60 \times 5 = 65,1 \text{ [м}^3\text{]}$$

**Вывод:** для обеспечения требуемого запаса воды для тушения необходима доставка воды к месту пожара подвозом.

10) Определение требуемого количества пожарных автомобилей которые будут задействованы в подвозе:

$$N_{\text{авт.}} = \frac{2\tau_{\text{н\ddot{e}}} + \tau_i}{\tau_\delta} + A = \frac{2 \cdot 2 + 1,38}{2,85} + 2 = 4 \text{ АЦ;}$$

где:  $\tau_{\text{н\ddot{e}}}$  - время следования АЦ от водоисточника к месту пожар, мин;

$$\tau_{\text{н\ddot{e}}} = \frac{60 \cdot L}{v_{\text{\ddot{a}\ddot{a}}}} = \frac{60 \cdot 1,5}{45} = 2 \text{ [мин];}$$

$\tau_i$  - время наполнения цистерны, мин;

$$\tau_i = \frac{W_\delta}{Q_{\text{\ddot{a}\ddot{i}}}} = \frac{3000}{36} = 1,38 \text{ [мин];}$$

$\tau_\delta$  - время опорожнения цистерны, мин;

$$\tau_\delta = \frac{W_\delta}{Q_i} = \frac{3000}{17,5} = 2,85 \text{ [мин];}$$

**Вывод:** сил средств для обеспечения водой и тушения пожара не достаточно.

На данный момент сил и средств достаточно только чтобы подать по одному стволу РСК-50 от каждой АЦ на защиту кровли.

11) Определение время работы 1 РСК-50 от АЦ

$$\tau_\delta = \frac{W_\delta}{q_{\text{н\ddot{o}\ddot{a}}} \cdot 60} = \frac{3000}{3,5 \cdot 60} = 14 \text{ [мин];}$$

1) Определение параметров пожара, на момент введения прибывших по повышенному номеру сил средств.

2) Определение времени введения сил и средств последующих подразделений.

$$\tau_{\text{приб.2}} = \tau_{\text{приб.1}} + \tau_{\text{сл.2}} = 12 + 10 = 22 \text{ [мин.];}$$

3) Определение пути, пройденного огнём.

$$L=L+0,5 \times V_{л} \times (\tau_{\text{приб.2}} - \tau_{\text{приб.1}}) = 7 + 0,5 \times 1 \times (22 - 12) = 12 \text{ [м]}.$$

4) Определяем необходимые параметры пожара для оценки обстановки на момент прибытия первого пожарного подразделения:

$$S_{\Pi} = a \times b = 10 \times 12 = 120 \text{ [м}^2\text{]};$$

- определение периметра пожара.

$$P_{\Pi} = 2 \times (a + b) = 2 \times (10 + 12) = 44 \text{ [м]};$$

- определение фронта пожара.

$$\Phi_{\Pi} = n \times a = 1 \times 10 = 10 \text{ [м]};$$

где: n – количество сторон распространения горения

- определение скорости роста площади пожара.

$$V_s = \frac{S_{\Pi}}{\tau} = 120 / 22 = 5,45 \text{ [м}^2\text{/мин.]};$$

- определение скорости роста периметра пожара.

$$V_p = \frac{P_{\Pi}}{\tau} = 44 / 22 = 2 \text{ [м/мин.]};$$

- определение скорости роста фронта пожара.

$$V_{\phi} = \frac{\Phi_{\Pi}}{\tau} = 10 / 22 = 0,45 \text{ [м/мин.]};$$

5) Определение площади тушения:

$$S_{\tau} = 2h(a + b - 2h) = 2 \times 5(10 + 12 - 2 \times 5) = 120$$

6) Определение требуемого расхода воды на тушение пожара:

$$Q_{\text{тр.}} = S_{\tau} \times I_{\text{тр.}} = 120 \times 0,15 = 18 \text{ л/с};$$

где:  $I_{\text{тр.}}$  - интенсивность подачи ОВ,

7) Определение требуемого расхода воды на защиту:

$$Q_{\text{защтр.}} = Q_{\text{тр.}} \times 0,25 = 18 \times 0,25 = 4,5 \text{ [л/с]};$$

8) Определение общего расхода воды:

$$Q_{\text{тр.}} = Q_{\text{тр.}}^{\tau} + Q_{\text{тр.}}^{\text{защ}} = 18 + 4,5 = 22,5 \text{ [л/с]};$$

9) Определение требуемого количества стволов на тушение пожара:

$$N_{\text{ств.}}^T = \frac{Q_{\text{тр.}}^T}{q_{\text{ств.}}} = 18 / 7 = 3 \text{ ств «А»};$$

10) Определение требуемого количества стволов на защиту:

$$N_{\text{ств.}}^{\text{защ}} = \frac{Q_{\text{тр.}}^{\text{защ}}}{q_{\text{ств.}}} = 4,5 / 3,5 = 2 \text{ ств «Б»};$$

Из тактических соображений и согласно требований дополнительно необходимо подать:

На защиту первого этажа 1 ств. «Б»

11) Определение фактического расхода воды на тушение пожара:

$$Q_{\text{ф.}}^T = N_{\text{ств.}}^T \times q_{\text{ств.}} = 3 \times 7 = 21 [\text{л/с}];$$

12) Определение фактического расхода воды на защиту:

$$Q_{\text{ф.}}^{\text{защ}} = N_{\text{ств.}}^{\text{защ}} \times q_{\text{ств.}} = 3 \times 3,5 = 10,5 [\text{л/с}];$$

13) Определение общего фактического расхода воды на тушение пожара и защиту:

$$Q_{\text{ф.}} = Q_{\text{ф.}}^T + Q_{\text{ф.}}^{\text{защ}} = 21 + 10,5 = 31,5 [\text{л/с}];$$

14) Определение требуемого запаса воды для тушения пожара и защиты объекта:

$$W_{\text{в}} = Q_{\text{тр.}} \times 60 \times \tau_{\text{р}} \times K_3 + Q_{\text{защ.ф.}} \times 60 \times \tau_3 = 21 \times 60 \times 20 \times 5 + 10,5 \times 60 \times 5 = 129,15 [\text{м}^3]$$

**Вывод:** для обеспечения требуемого запаса воды для тушения необходимо доставка воды для пожаротушения подвозом.

15) Определение требуемого количества пожарных автомобилей которые будут задействованы в подвозе:

$$N_{\text{авт.}} = \frac{2\tau_{\text{н\ddot{e}}} + \tau_i}{\tau_{\text{д}}} + A = \frac{2 \cdot 2 + 1,38}{1,58} + 2 = 6 \text{ АЦ};$$

где:  $\tau_{\text{н\ddot{e}}}$  - время следования АЦ от водоисточника к месту пожар, мин;

$$\tau_{\text{н\ddot{e}}} = \frac{60 \cdot L}{v_{\text{д\ddot{a}}}} = \frac{60 \cdot 1,5}{45} = 2 [\text{мин}];$$

$\tau_i$  - время наполнения цистерны, мин;

$$\tau_i = \frac{W_{\delta}}{Q_{\dot{a}i}} = \frac{3000}{36} = 1,38 \text{ [мин];}$$

$\tau_{\delta}$  - время опорожнения цистерны, мин;

$$\tau_{\delta} = \frac{W_{\delta}}{Q_i} = \frac{3000}{31,5} = 1,58 \text{ [мин];}$$

**Вывод:** сил средств для обеспечения водой и тушения пожара не достаточно.

Ввод сил и средств по повышенному номеру выезда

1) Определение времени введения сил и средств последующих подразделений.

$$\tau_{\text{приб.3}} = \tau_{\text{приб.2}} + \tau_{\text{сл.3}} = 22 + 5 = 27 \text{ [мин.];}$$

2) Определение пути, пройденного огнём

Фронт пожара дошел до сгораемой перегородки выполненной из капитальных стен, поэтому принимаем что огонь будет распространяться горизонтально вверх в течении 5 минут

3) Определяем необходимые параметры пожара для оценки обстановки на момент прибытия первого пожарного подразделения:

$$S_{\Pi} = a \times b = 10 \times 12 = 120 \text{ [м}^2\text{];}$$

- определение периметра пожара.

$$P_{\Pi} = 2 \times (a+b) = 2 \times (10+12) = 44 \text{ [м];}$$

- определение фронта пожара.

$$\Phi_{\Pi} = n \times a = 1 \times 10 = 10 \text{ [м];}$$

где: n – количество сторон распространения горения

- определение скорости роста площади пожара.

$$V_s = \frac{S_{\Pi}}{\tau} = 120 / 22 = 5,45 \text{ [м}^2\text{/мин.];}$$

- определение скорости роста периметра пожара.



$$V_p = \frac{P_{\Pi}}{\tau} = 44 / 22 = 2 \text{ [м/мин.]};$$

- определение скорости роста фронта пожара.

$$V_{\phi} = \frac{\Phi_{\Pi}}{\tau} = 10 / 22 = 0,45 \text{ [м/мин.]};$$

4) Определение площади тушения:

$$S_T = 2h(a+b-2h) = 2 \times 5(10+12-2 \times 5) = 120$$

5) Определение требуемого расхода воды на тушение пожара:

$$Q_{\text{тр.}} = S_T \times I_{\text{тр.}} = 120 \times 0,15 = 18 \text{ л/с};$$

где:  $I_{\text{тр.}}$  - интенсивность подачи ОВ,

6) Определение требуемого расхода воды на защиту:

$$Q_{\text{защтр.}} = Q_{\text{тр.}} \times 0,25 = 18 \times 0,25 = 4,5 \text{ [л/с]};$$

7) Определение общего расхода воды:

$$Q_{\text{тр.}} = Q_{\text{тр.}}^T + Q_{\text{тр.}}^{\text{защ}} = 18 + 4,5 = 22,5 \text{ [л/с]};$$

8) Определение требуемого количества стволов на тушение пожара:

$$N_{\text{ств.}} = \frac{Q_{\text{тр.}}^T}{q_{\text{ств.}}} = 18 / 7 = 3 \text{ ств «А»};$$

9) Определение требуемого количества стволов на защиту:

$$N_{\text{ств.}}^{\text{защ}} = \frac{Q_{\text{тр.}}^{\text{защ}}}{q_{\text{ств.}}} = 4,5 / 3,5 = 2 \text{ ств «Б»};$$

Из тактических соображений и согласно требований дополнительно необходимо подать:

На защиту первого этажа 1 ств. «Б»

10) Определение фактического расхода воды на тушение пожара:

$$Q_{\text{ф.}}^T = N_{\text{ств.}}^T \times q_{\text{ств.}} = 3 \times 7 = 21 \text{ [л/с]};$$

11) Определение фактического расхода воды на защиту:

$$Q_{\text{ф.}}^{\text{защ}} = N_{\text{ств.}}^{\text{защ}} \times q_{\text{ств.}} = 3 \times 3,5 = 10,5 \text{ [л/с]};$$

12) Определение общего фактического расхода воды на тушение пожара и защиту:

$$Q_{\phi} = Q_{\phi}^{\delta} + Q_{\phi}^{\text{защ}} = 21 + 10,5 = 31,5 \text{ [л/с];}$$

13) Определение требуемого запаса воды для тушения пожара и защиты объекта:

$$W_{\text{в}} = Q_{\text{тф}} \times 60 \times \tau_{\text{р}} \times K_3 + Q_{\text{защф}} \times 60 \times \tau_3 = 21 \times 60 \times 20 \times 5 + 10,5 \times 60 \times 5 = 129,15 \text{ [м}^3\text{]}$$

**Вывод:** для обеспечения требуемого запаса воды для тушения необходимо доставка подвозом

14) Определение требуемого количества пожарных автомобилей которые будут задействованы в подвозе:

$$N_{\text{авт.}} = \frac{2\tau_{\text{н\ddot{e}}} + \tau_i}{\tau_{\delta}} + A = \frac{2 \cdot 2 + 1,38}{1,58} + 2 = 6 \text{ АЦ;}$$

где:  $\tau_{\text{н\ddot{e}}}$  - время следования АЦ от водоисточника к месту пожар, мин;

$$\tau_{\text{н\ddot{e}}} = \frac{60 \cdot L}{v_{\text{\ddot{a}\ddot{a}}}} = \frac{60 \cdot 1,5}{45} = 2 \text{ [мин];}$$

$\tau_i$  - время наполнения цистерны, мин;

$$\tau_i = \frac{W_{\delta}}{Q_{\text{\ddot{a}\ddot{a}}}} = \frac{3000}{36} = 1,38 \text{ [мин];}$$

$\tau_{\delta}$  - время опорожнения цистерны, мин;

$$\tau_{\delta} = \frac{W_{\delta}}{Q_i} = \frac{3000}{31,5} = 1,58 \text{ [мин];}$$

**Вывод:** сил и средств для обеспечения водой и тушения пожара достаточно.

### 4.3 Расчет для предлагаемого варианта тушения с пожарным водоемом

Расчет параметров пожара на момент сообщения в пожарную охрану.

1) Определение пути, пройденного огнём на момент сообщения в пожарную часть.

Так как  $\tau_{д.с.} < 10$  минут, то  $L$  считается:

$$L=0,5V_{лл} \times \tau_{д.с.}=0,5 \times 1 \times 4=2 \text{ [м]}$$

где:  $L$ - путь пройденный огнем, м;

$\tau_{д.с.}$  - время до сообщения в пожарную охрану,  $\tau_{д.с.}=4$  мин;

$V_{л}$ - линейная скорость распространения горения  $V_{л}=1$  м/ мин

Определение формы площади пожара.

Форма площади пожара: угловая  $180^\circ$

2) Определяем необходимые параметры пожара для оценки обстановки в заданный момент:

- определение площади пожара.

$$S_{п} = \pi \times L^2 / 4 = 3,14 \times 2^2 / 4 = 3,14 \text{ [м}^2\text{]}.$$

- определение периметра пожара.

$$P_{п} = \pi \times L + 2L = 3,14 \times 2 + 2 \times 2 = 10,28 \text{ [м]};$$

- определение фронта пожара.

$$\Phi_{п} = \pi \times L = 3,14 \times 2 = 6,28 \text{ [м]};$$

- определение скорости роста площади пожара.

$$V_s = \frac{S_{п}}{\tau} = 3,14 / 4 = 0,785 \text{ [м}^2\text{/мин.]};$$

- определение скорости роста периметра пожара.

$$V_p = \frac{P_{п}}{\tau} = 10,28 / 4 = 2,57 \text{ [м/мин.]};$$

- определение скорости роста фронта пожара.

$$V_{\phi} = \frac{\Phi_{п}}{\tau} = 6,28 / 4 = 1,57 \text{ [м/мин.]};$$

Определение параметров пожара на момент прибытия первого пожарного подразделения.

1) Определение времени прибытия первого подразделения.

$$\tau_{приб.1} = \tau_{д.с.} + \tau_{сб.} + \tau_{сл.} = 4 + 1 + 5 = 10 \text{ [мин.]};$$

где:

... $\tau_{д.с.}$  - время до сообщения в пожарную охрану, мин;

$\tau_{сб}$ - время затраченное на сбор пожарного подразделения, мин;

$\tau_{сл.}$ - время следование подразделения на пожар

2) Определение пути, пройденного огнём.

$$L=0,5V_{л} \times \tau_{приб.1}=0,5 \times 1 \times 10= 5 \text{ [м]}.$$

3) Определяем необходимые параметры пожара для оценки обстановки на момент прибытия первого пожарного подразделения:

$$S_{п} = a \times b = 10 \times 5 = 50 \text{ [м}^2\text{]};$$

- определение периметра пожара.

$$P_{п} = 2 \times (a+b) = 2 \times (10+5) = 30 \text{ [м]};$$

- определение фронта пожара.

$$\Phi_{п} = n \times a = 1 \times 10 = 10 \text{ [м]};$$

где: n – количество сторон распространения горения

- определение скорости роста площади пожара.

$$V_s = \frac{S_{п}}{\tau} = 50 / 10 = 5 \text{ [м}^2\text{/мин.]};$$

- определение скорости роста периметра пожара.

$$V_p = \frac{P_{п}}{\tau} = 30 / 10 = 3 \text{ [м/мин.]};$$

- определение скорости роста фронта пожара.

$$V_{\phi} = \frac{\Phi_{п}}{\tau} = 10 / 10 = 1 \text{ [м/мин.]};$$

Определение параметров пожара на момент введения сил и средств первого подразделения.

1) Определение времени введения сил и средств первого подразделения.

$$\tau_{приб.1} = \tau_{д.с.} + \tau_{сб.} + \tau_{сл.1} + \tau_{б.р} = 4 + 1 + 5 + 2 = 12 \text{ [мин.]};$$

2) Определение пути, пройденного огнём.

$$L = 5V_{л} + V_{л} \times (\tau_{приб.1} - \tau_1) = 5 \times 1 + 1 \times (12 - 10) = 5 + 2 = 7 \text{ [м]}.$$

Так как в данном помещении перегородка выполнена из капитальных материалов то принимаем, что в течение 5 мин после дохода фронта пожара до стены пламя будет распространяться вертикально вверх.

3) Определяем необходимые параметры пожара для оценки обстановки на момент прибытия первого пожарного подразделения:

$$S_{\Pi} = a \times b = 10 \times 7 = 70 \text{ [м}^2\text{]};$$

- определение периметра пожара.

$$P_{\Pi} = 2 \times (a+b) = 2 \times (10+7) = 34 \text{ [м]};$$

- определение фронта пожара.

$$\Phi_{\Pi} = n \times a = 1 \times 10 = 10 \text{ [м]};$$

где: n – количество сторон распространения горения

- определение скорости роста площади пожара.

$$V_s = \frac{S_{\Pi}}{\tau} = 70 / 12 = 5,8 \text{ [м}^2\text{/мин.]};$$

- определение скорости роста периметра пожара.

$$V_p = \frac{P_{\Pi}}{\tau} = 34 / 12 = 2,8 \text{ [м/мин.]};$$

- определение скорости роста фронта пожара.

$$V_{\phi} = \frac{\Phi_{\Pi}}{\tau} = 10 / 12 = 0,83 \text{ [м/мин.]};$$

Расчет сил и средств, для тушения пожара.

1) Определение площади тушения:

Так как путь пройденный огнем не превышает глубины тушения ручными пожарными стволами  $L < h$  то,  $S_{\tau} = S_{\Pi}$

2) Определение требуемого расхода воды на тушение пожара:

$$Q_{\text{ттр.}} = S_{\tau} \times I_{\text{тр.}} = 70 \times 0,15 = 10,5 \text{ л/с};$$

где:  $I_{\text{тр.}}$  - интенсивность подачи ОВ,

Определение требуемого расхода воды на защиту:

$$Q_{\text{защтр.}} = Q_{\text{ттр.}} \times 0,25 = 10,5 \times 0,25 = 2,6 \text{ [л/с]};$$

3) Определение общего расхода воды:

$$Q_{\text{тр.}} = Q_{\text{тр.}}^{\text{T}} + Q_{\text{тр.}}^{\text{защ}} = 10,5 + 2,6 = 13,1 \text{ [л/с];}$$

4) Определение требуемого количества стволов на тушение пожара:

Так как тушение пожара происходит в безводном участке при тушении на котором возникает сложности с обеспечением водой, следовательно целесообразней использовать перекрывные стволы РСК-50:

$$N_{\text{ств.}} = \frac{Q_{\text{тр.}}^{\text{T}}}{q_{\text{ств.}}} = 10,5 / 3,5 = 3 \text{ ств «Б»};$$

5) Определение требуемого количества стволов на защиту:

$$N_{\text{ств.}}^{\text{защ}} = \frac{Q_{\text{тр.}}^{\text{защ}}}{q_{\text{ств.}}} = 2,6 / 3,5 = 1 \text{ ств «Б»};$$

Из тактических соображений и согласно требований дополнительно необходимо подать:

На защиту первого этажа 1 ств. «Б»

6) Определение общего количества стволов на тушение пожара и защиту:

$$N_{\text{ств.}} = N_{\text{ств.}}^{\text{T}} + N_{\text{ств.}}^{\text{защ}} = 3 + 2 = 5 \text{ ств};$$

7) Определение фактического расхода воды на тушение пожара:

$$Q_{\text{ф.}}^{\text{T}} = N_{\text{ств.}}^{\text{T}} \times q_{\text{ств.}} = 3 \times 3,5 = 10,5 \text{ [л/с];}$$

8) Определение фактического расхода воды на защиту:

$$Q_{\text{ф.}}^{\text{защ}} = N_{\text{ств.}}^{\text{защ}} \times q_{\text{ств.}} = 2 \times 3,5 = 7 \text{ [л/с];}$$

9) Определение общего фактического расхода воды на тушение пожара и защиту:

$$Q_{\text{ф.}} = Q_{\text{ф.}}^{\text{T}} + Q_{\text{ф.}}^{\text{защ}} = 10,5 + 7 = 17,5 \text{ [л/с];}$$

10) Определение требуемого запаса воды для тушения пожара и защиты объекта:

$$W_{\text{в}} = Q_{\text{ф.}}^{\text{T}} \times 60 \times \tau_{\text{п}} \times K_3 + Q_{\text{ф.}}^{\text{защ}} \times 60 \times \tau_3 = 10,5 \times 60 \times 20 \times 5 + 7 \times 60 \times 5 = 65,1 \text{ [м}^3\text{]}$$

Вывод: для обеспечения требуемого запаса воды для тушения необходима доставка воды для пожаротушения подвозом.

11) Определение требуемого количества пожарных автомобилей которые будут задействованы в подвозе:

$$N_{\text{авт.}} = \frac{2\tau_{\text{н\ddot{e}}} + \tau_i}{\tau_{\delta}} + A = \frac{2 \cdot 2 + 1,38}{12,38} + 2 = 3 \quad \text{АЦ};$$

где:  $\tau_{\text{н\ddot{e}}}$  - время следования АЦ от водоисточника к месту пожара, мин;

$$\tau_{\text{н\ddot{e}}} = \frac{60 \cdot L}{v_{\text{\ddot{a}\ddot{a}}}} = \frac{60 \cdot 1,5}{45} = 2 \quad [\text{мин}];$$

$\tau_i$  - время наполнения цистерны, мин;

$$\tau_i = \frac{W_{\delta}}{Q_{i\ddot{a}\ddot{i}}} = \frac{3000}{36} = 1,38 \quad [\text{мин}];$$

$\tau_{\delta}$  - время опорожнения цистерны, мин;

$$\tau_{\delta} = \frac{W_{\delta}}{Q_i} = \frac{13000}{17,5} = 12,38 \quad [\text{мин}];$$

12) Определение требуемой численности личного состава для тушения пожара.

$$N_{\text{л/с}} = N_{\text{ств}} \times 2 + N_{\text{защств.Б}} \times 1 + N_{\text{авт}} + N_{\text{разв.}} = 3 \times 2 + 2 \times 2 + 3 + 1 = 13 ,$$

где:  $N_{\text{ГДЗС}}$  - количество звеньев ГДЗС;

$N_{\text{защств.Б}}$  - количество работающих на защите объекте стволов РСК-50;

$N_{\text{авт}}$  - количество пожарных автомобилей, установленных на водоисточники и подающие огнетушащие средства;

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

$N_{\text{разв.}}$  - количество разветвлений, на которые задействованы пожарные из расчета: 1 человек на 1 разветвление.

Определение количества отделений.

$$N_{\text{отд.}} = N_{\text{л/с}} / 5 = 13 / 5 = 3$$

Вывод: сил и средств для обеспечения водой и тушения пожара достаточно.

Вывод

Проведенные расчеты показывают, что использование пожарного водоема в условиях недостаточного водоснабжения, позволяет производить локализацию и дальнейшее тушение пожара в более короткие сроки и меньшим количеством техники и личного состава.



## **5 Экономическая оценка принятых решений**

### **5.1 Общие положения экономической оценки принятых решений**

Вопросы экономической оценки инженерно-технических решений, обеспечивающих пожарную безопасность объектов, в условиях рыночных отношений приобретают особое значение. Решение данных вопросов позволяют наиболее эффективно использовать материальные, трудовые и финансовые ресурсы, выделяемые на противопожарную защиту.

Организацию деятельности Федеральной противопожарной службы МЧС России (далее – ФПС), как государственного органа управления по выполнению определенных функций (услуг), нельзя считать вынужденными издержками общества и сводить эти расходы к минимуму. В деятельности органов ФПС, а в настоящее время и частных организаций по обеспечению пожарной безопасности преобладают услуги производственного и производительного характера, поэтому и необходим поиск оптимальных решений в части соответствия расходов на противопожарную защиту и экономического эффекта от выполнения услуг, т.е. эффективности их функционирования. Поэтому предлагаемое в нашей работе увеличение количества пожарной техники и личного состава ПЧ должно быть экономически целесообразным. Для этого проведем экономический расчет затрат на приобретение техники, ее обслуживания и расчет заработной платы личному составу и сравним с ущербом, нанесенным пожарами.

### **5.2 Расчет затрат на приобретение пожарной техники**

Принимая в расчёт, что большинство безводных и малообеспеченных водой районов находится на окраинах города. Так же учитывая результаты

расчётов предлагаю доукомплектовать автомобилями – передвижными пожарными водоёмами боевые расчёты пожарных частей:

Опираясь на рассчитанное количество и вид пожарной техники требуемой для охраны безводных районов и районов малообеспеченных водой для целей пожаротушения (Таблица) определим балансовую стоимость недостающих пожарных автомобилей (Таблица).

Таблица 9 - Вид пожарной техники

№ п/п	Вид пожарной техники	Требуемое количество, ед.	Фактическое количество, ед.	Необходимо приобрести, ед.
1	АЦ-13,0-40/100	1	0	1

Таблица 10 - Балансовая стоимость недостающих пожарных автомобилей

№ п/п	Вид пожарной техники	Необходимое количество, ед.	Стоимость, руб.	Общая сумма, руб.
1	АЦ-13,0(53236) 005ПВ	1	4500000	4500000
	Итого:	1	4500000	4500000

### 5.3 Расчет эксплуатационных расходов на содержание пожарной техники

Определим эксплуатационные расходы на содержание пожарных автомобилей:

$$U_{ПА} = S_A + S_p + S_{топ} + S_{см} + S_{ш} 4500000 + 4500000 + 722845,5 + 180711,4 + 100000 = 6883556,9 \text{ руб, где}$$

$S_A, S_p, S_{\text{топ}}, S_{\text{см}}, S_{\text{ш}}$  – соответственно затраты на амортизацию, ремонт, топливо, смазочные материалы, износ шин.

Определим затраты на амортизацию:

$$S_A = \frac{K_{\text{п}} \cdot H_{\text{ам}}}{100} = \frac{4500000 \cdot 10}{100} = 450000 \text{ руб.}, \text{ где}$$

$K_{\text{п}}$  – балансовая стоимость пожарной техники, руб;

$H_{\text{ам}}$  – норма амортизационных отчислений в %; Принимаем  $H_{\text{ам}} = 10\%$ ;

Затраты на ремонт пожарных автомобилей:

$$S_p = 4500000 \text{ руб.}$$

Определим затраты на топливо:

$$S_{\text{топ}} = C_{\text{топ}} \cdot \omega_{\text{топ}} = 19500 \cdot 37,069 = 722845,5 \text{ руб.}$$

$C_{\text{топ}}$  – цена дизельного топлива, руб/т; Для Оренбургской области на август 2016 года

$$C_{\text{топ}} = 26000 \text{ руб/т};$$

$\omega_{\text{топ}}$  – годовой расход топлива, т (таблица 4);

$$\omega_{\text{топ}} = \rho_{\text{топ}} \frac{d_n \cdot L_r + d_{\text{не}} \cdot t_{\text{не}} + d_n \cdot t_n}{1000}, \text{ где}$$

$\rho_{\text{топ}}$  – удельный вес дизельного топлива, т/м<sup>3</sup>;

$$\text{Принимаем } \rho_{\text{топ}} = 0,85 \text{ т/м}^3;$$

$L_r$  – годовой пробег автомобиля, км;

Принимается по приложению 15 методики экономического эффекта (Таблица );

Таблица 11- годовой пробег автомобиля

№ п/п	Вид пожарного автомобиля	$L_r$ , км
1	АЦ	9000

$d_n$ ,  $d_{не}$ ,  $d_n$  – нормы расхода топлива соответственно на единицу пробега, единицу времени работы в ненагруженном и нагруженном режиме, л/км, л/мин (Таблица );

Таблица 12 - Нормы расхода топлива соответственно на единицу пробега

№ п/п	Вид пожарного автомобиля	$d_n$ , л/км	$d_{не}$ , л/мин	$d_n$ , л/мин
1	Камаз-53236	0,4	9	15

$t_{не}$  – время работы двигателя в ненагруженном режиме; Принимаем по методике экономического эффекта  $t_{не} = 55 \text{ ч} = 3300 \text{ мин}$ ;

$t_n$  – время работы двигателя в нагруженном режиме, мин (13);

$t_n = n \cdot t_{пж}$ , где

$n$  – среднегодовое число выездов на пожары; Принимается по приложению 15 методики экономического эффекта;

$t_{пж}$  – среднее время работы на пожаре; Принимается по приложению 15 методики экономического эффекта;

Таблица 13 - Среднегодовое число выездов на пожары

№ п/п	Вид пожарного автомобиля	$n$	$t_{пж}$ , мин	$t_n$ , мин
1	АЦ	44	50	2200

Определим затраты на смазочные материалы:

$$S_{\text{см}} = S_{\text{топ}} \cdot \alpha_{\text{см}} = 722845,5 \cdot 0,25 = 180711,4 \text{ руб. , где}$$

$\alpha_{\text{см}}$  – коэффициент перехода от затрат на топливо к затратам на смазочные материалы; Принимаем  $\alpha_{\text{см}} = 0,25$ ;

Затраты на автомобильные шины:

$$S_{\text{ш}} = 580000 \text{ руб.}$$

Если учесть, что средний срок службы пожарного автомобиля составляет 10 лет, то общие эксплуатационные затраты на содержание дополнительной техники будут составлять:

$$\sum U_{\text{ПА}} = 10 \cdot 6883556,9 = 68835569 \text{ руб.}$$

#### 5.4 Расчет затрат на заработанную плату личному составу

Опираясь на необходимое количество и вид пожарной техники, определим количество личного состава (Таблица ).

Таблица 14 - Количество личного состава

Вид пожарной техники	Кол-во ПА	Кол-во смен	Боевой расчет, чел.			Итого
			Командир отделения	Пожарный	Водитель	
АЦ-13,0(53236) 005ПВ	1	4	0	2	1	3

Определим среднегодовую зарплату личному составу (Таблица ).

Таблица 15 - Затраты на заработную плату личному составу

Должность	Средняя зарплата, руб/год	Количество должностей	Общая сумма, руб
Водитель	24000	24	4200000
Пожарный	140000	48	8400000
Итого:			12600000

Затраты на заработную плату личному составу за 10 лет составят:

$$\sum U_{л/с} = 10 \cdot 12600000 = 126000000 \text{ руб.}$$

### 5.5 Определение экономического эффекта от принятых решений

Определим общие расходы, связанные с увеличением количества пожарной техники и личного состава ПЧ:

$$\sum U_{общ} = C_{ПА} + \sum U_{ПА} + \sum U_{л/с} = 270000000 + 68835569 + 126000000 = 221835569 \text{ руб.}$$

Определим экономический эффект:

Ущерб от пожаров за 10 лет составил 2 млрд. руб.

$$\mathcal{E} = Y_{п} - \sum U_{общ} = 2000000000 - 221835569 = 1\,778\,164\,431 \text{ руб.}$$

Как стало видно из экономического расчета увеличение численности пожарной техники и личного состава ПЧ экономически целесообразно и обосновано

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В агропромышленном комплексе России, особое место принадлежит зерновой отрасли, которая имеет стратегическое, экономическое и социальное значение для нашей страны. Зерновая отрасль предназначена для получения зерна и продуктов его переработки. К ним относятся: мука (пшеничная, ржаная, и т.д.); растительное масло (подсолнечное, рапсовое, кунжутное и т.д.); шроты, жмыхи (подсолнечный, соевый, хлопковый); отруби; мучки зерна гречихи, гороха, ячменя, пшеницы, кукурузы, овса и других культур [1].

Пожары на объектах хранения и переработки с\х продукции наносят значительный материальный ущерб, так ежегодно происходит более 600 пожаров, при этом более 33% приходится на пожары на элеваторах, ущерб от которых превышает 500 млн. рублей.

Организации тушения пожара в условиях недостатка воды является важным направлением совершенствования качества системы оперативного управления пожарными подразделениями. Потребность в надежных и точных методах управления пожарными подразделениями особенно проявляется при возникновении чрезвычайных ситуаций, крупных пожаров, стихийных бедствий, крупных производственных аварий. Круг неотложных задач в такой обстановке существенно возрастает, условия их решения непрерывно усложняются. Эффективное управление боевыми действиями на пожаре позволяет сократить время его локализации, обеспечить быструю ликвидацию и уменьшить размеры материального ущерба.

Существует практическая необходимость разработать мероприятия по совершенствованию организации тушения пожара в условиях недостатка воды в районе выезда пожарной части ОАО «Шильдинский элеватор».

В работе дана характеристика ОАО «Шильдинский элеватор» представлен анализ пожарной опасности материалов, обращающихся на объекте, пожарной опасности технологического процесса, рассмотрены особенности тушения пожаров в элеваторах.

В работе приведены расчеты двух вариантов тушения пожара, которые показывают, что использование пожарного водоема в условиях недостаточного водоснабжения, позволяет производить локализацию и дальнейшее тушение пожара в более короткие сроки и меньшим количеством техники и личного состава.

Расчет экономической оценки предложенного увеличения численности пожарной техники и личного состава пожарной части показал, что это экономически целесообразно и обосновано.



## Список использованных источников

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ "О пожарной безопасности" (с изменениями и дополнениями) // Справочно-правовая система «Гарант»: [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис». – Послед. обновление 23.07.2015.
2. Горина Л.Н. Итоговая государственная аттестация магистра по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность» программы «Системы управления промышленной, производственной и экологической безопасностью», «Управление пожарной безопасностью», «Экологическая безопасность процессов и производств»[Текст] - Тольятти: изд-во ТГУ, 2014. – 171 с.
3. Егоров А.Г. Правила оформления выпускных квалификационных работ по программам подготовки бакалавра и специалиста: учебнометодическое пособие [Текст]/ А.Г. Егоров, В.Г. Виткалов, Г.Н. - 135с.
4. Горина Л.Н. Преддипломная практика по направлению подготовки магистров «Техносферная безопасность», Учеб.-методическое пособие[Текст] – Тольятти: Изд-во ТГУ, 2016. – 43 с.
5. Горина Л.Н. Итоговая государственная аттестация магистра по направлению подготовки 20.04.01 «Техносферная безопасность» программы «Системы управления промышленной, производственной и экологической безопасностью», «Управление пожарной безопасностью», «Экологическая безопасность процессов и производств», «Управление промышленной безопасностью, охраной труда и окружающей среды в нефтегазовом и химическом комплексах»[Текст] - Тольятти: изд-во ТГУ, 2014. – 275 с.
6. Казаков Ю. В. Системный подход к научно-исследовательской работе [Текст]: учеб. пособие / Ю. В. Казаков ; ТГУ ; Автомех. ин-т ; каф. "Оборудование и технология сварочного пр-ва и пайки". - ТГУ. - Тольятти :

ТГУ, 2010. - 67 с.8. Повзик Я.С. Пожарная тактика М.: ЗАО "Спецтехника", 2004. - 416 с.

7. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис»

8. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис». – Послед. обновление 03.07.2000.

9. ГОСТ Р 12.2.144-2005 "Система стандартов безопасности труда. Автомобили пожарные. Требования безопасности. Методы испытаний".[Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис». – Послед. обновление 03.11.2005.

10. ГОСТ Р 52284-2004 "АЛ пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний"[Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис». – Послед. обновление 03.07.2004.

11. ГОСТ Р 53328-2009 "Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний"[Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис». – Послед. обновление 22.09.2009.

12. Акимов В.А., Воробьев Ю.Л., Фалеев М.И. Безопасность жизнедеятельности.

13. Безопасность в ЧС природного и техногенного характера: Учебное пособие - М.: Высшая школа, 2006

14. Белов С.В., Девисилов В.А., Козьяков А.Ф. Безопасность жизнедеятельности: Учебник - 2-е изд. испр. и доп. - М.: Высшая школа, 2002

15. Гринин А.С., Новиков В.н. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие - М.: Фаир - Пресс, 2002

16. Мастрюков Б.С. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: Учебник для студ. ВУЗ. - М.: Издательский центр «Академия», 2003

17. Панин Е.Н. Методика определения огнетушащей способности воды // Пожаротушение: Сб. науч. тр. - М.: ВНИИПО, 1984 - С. 77-84.
18. Методические рекомендации по составлению планов и карточек тушения пожаров от 19 июля 2005 года МЧС России. [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис». – Послед. обновление 19.06.2005.
19. Серебренников. Е.А. Пожарная безопасность как составная часть национальной безопасности России. Специализированный каталог "Пожарная безопасность". М.: Изд-во "Гротек", 2000.
20. Я.С. Повзик, П.П. Ключ, А.М. Матвейкин «Пожарная тактика» Учебник, М.: «Стройиздат» 1990 г.
21. Я.С. Повзик «Пожарная тактика» – М.: «ЗАО Спецтехника» 2000 г.
22. Приказ МЧС России № 630 от 31 декабря 2002 г «Правила по охране труда в подразделениях Государственной противопожарной службы МЧС России» [Электронный ресурс] / НПП «Гарант-Сервис». – Послед. обновление 31.12.2002.
23. Плеханов В.И «Организация работы тыла на пожаре» М.: Стройиздат, 1987 - 128с
24. Артеменко, Г. В. Специальная обработка в ЧС: Техногенные источники химической опасности для сил РСЧС, населения и среды обитания / Г. В. Артеменко, А. В. Баринов, В. А. Макаров, В. М. Решетников. — Новогорск: АГЗ МЧС России, 2000. — Ч. 1.
25. Егоров П.Т., Шляхов И.А., Алабин Н.И. Гражданская оборона. Изд. 2-ое. Учебник. - М.: Высшая школа, 1970, 544 с.
26. Методические рекомендации по выполнению дипломной работы (проекта) / С.Ю. Бучельников, Д.Ю. Бучельников, Екатеринбург. Уральский институт ГПС МЧС России. 2008г.
27. Справочник руководителя тушения пожара / В.П. Иванников, П.П. Ключ. Москва. Стройиздат 1987г.

28. Справочник «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения» / А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, книги 1, 2. Москва «Химия» 1990г.

29. Сборник справочных материалов часть 1 / С.Ю. Бучельников, Д.Ю. Бучельников, Д.С. Колмогоров, С.И. Осипенко, А.В. Воробьёв. Екатеринбург. Уральский институт ГПС МЧС России. 2008г.

30. Оперативно-тактические задачи часть 1 / В.В. Терехнёв, Д.В. Тараканов, В.А. Грачёв, А.В. Терехнёв А.В. Екатеринбург. Издательство «Калан» 2010г.