

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ  
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ  
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ»**

Кафедра пожарной автоматики (в составе УНК «Государственный надзор»)

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ  
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ  
СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ**

МАТЕРИАЛЫ II ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Иваново, 22 апреля 2015 г.

**Иваново  
2015**

УДК 614.842

ББК 38.96

А 43

**А 43      Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов :** материалы II Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 22 апреля 2015 г. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2015. – 164 с.

ISBN 978-5-89729-219-6

В сборнике представлены материалы выступлений и статьи участников конференции, отражающие результаты фундаментальных и прикладных исследований в области пожарной безопасности и защиты в чрезвычайных ситуациях.

Издание представляет интерес для научных работников, курсантов, слушателей, студентов, аспирантов, практических работников и специалистов по пожарной безопасности.

**ББК 38.96**

*Редакционная коллегия:*

канд. мед. наук **И. Ю. Шарбанова** (председатель ред. коллегии)  
канд. техн. наук **В. В. Булгаков** (заместитель председателя ред. коллегии)  
канд. техн. наук **В. А. Комельков**  
канд. техн. наук **В. Б. Бубнов**  
канд. техн. наук **С. В. Гладков**  
д-р техн. наук **Н. Н. Елин**  
канд. филол. наук **Ю. В. Шмелева**

ISBN 978-5-89729-219-6

*А. В. Абрамов, М. В. Винокуров, А. Х. Салихова*

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## **ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕЗЕРВУАРНОГО ПАРКА ООО «СТАВНЕФТЬ» (Г. СТАВРОПОЛЬ)**

Резервуары для хранения ЛВЖ и ГЖ по условиям работы относятся к «дышащему» технологическому оборудованию, так как для нормальной эксплуатации требуется сообщение их внутреннего объема с окружающей средой.

Сообщение паров жидкости с атмосферой происходит через дыхательную арматуру в результате так называемых «малых» и «больших» дыханий и обратного выхода. «Большое дыхание» – это вытеснение паров наружу (или подсос воздуха внутрь) при изменении уровня жидкости в аппарате. «Малое дыхание» – вытеснение паров наружу (или подсос воздуха внутрь аппарата), связанное с изменением температуры газового пространства под влиянием изменения температуры окружающей среды. «Обратный выход» – это вытеснение паров наружу, вызываемое насыщением газового пространства парами жидкости после опорожнения резервуара.

Потери горючего от «больших дыханий» достигают большой величины [1]. За одно наполнение вертикального резервуара вместимостью 1000 м<sup>3</sup> теряется в среднем 4 т бензина. В зависимости от условий (температуры окружающей среды, объема газового пространства в резервуаре и т.д.) концентрация бензина в паровоздушной смеси может достигать более значительных величин – до 1,2 кг в 1 м<sup>3</sup>. Величина потерь нефтепродуктов от «больших дыханий» зависит от количества операций по сливу и наливу и с увеличением их числа может возрасти в три и более раза.

При «малом дыхании» происходит вытеснение паровоздушной смеси из газового пространства резервуара в атмосферу за счет повышения температуры в резервуаре, сопровождающегося расширением горючего и паров, или в результате понижения атмосферного давления. В резервуаре вместимостью 1000 м<sup>3</sup> при его заполнении на 0,8 объема от «малых дыханий» теряется в сутки 40 кг автомобильного бензина, а при тех же температурных условиях в случае заполнения на 0,2 объема – 300 кг, т.е. в 7,5 раз больше.

Ущерб, наносимый выбросами паров бензина в атмосферу при его хранении в резервуарах, состоит не только в уменьшении топливных ресурсов и в стоимости теряемых продуктов, но и в отрицательных экологических последствиях. Нефтебазы, хранящие нефтепродукты, по санитарным нормам проектирования промышленных предприятий относятся к первому классу вредности для окружающей среды. Ввиду этого санитарно-защитная зона, в зависимости от категории нефтебазы, может составлять от 500 до 1000 м.

Целью данной работы является разработка инженерно-технических решений, направленных на совершенствование технологического оборудования резервуаров для хранения нефтепродуктов на ООО «Ставнефть».

Пожарная безопасность объекта защиты - состояние объекта защиты, характеризующее возможность предотвращения возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара [2].

В качестве мероприятий, направленных на обеспечение пожарной безопасности и снижение образования взрывоопасной концентрации, предлагаем внедрение в технологическую установку понтона.

Понтон представляет собой металлическую пространственную конструкцию, по верхней и нижней поверхности которой укрепляется путем склейки и сварки токами высокой чистоты полиамидная пленка, химически стойкая к нефтепродуктам. Уплотняющий затвор устанавливается по окружности понтона, между понтоном и стенкой резервуара, для снижения до минимума площади испарения. Уплотняющие затворы подразделяются на мягкие, выполняются из прорезиненной ткани, пенополиуретана и других материалов, и жесткие, которые состоят из металлических элементов рычажного типа.

Плавуемость понтона обеспечивается устройством на нем, по контуру, герметического кольцевого короба. К нему крепится металлическая сетка и приспособление для отвода статического электричества.

Применение понтона приводит к снижению паров ЛВЖ в паровоздушном пространстве над понтоном, что при отсутствии вентиляции повышает пожаровзрывоопасность надпонтонного пространства. Применение понтона позволяет снизить потери нефтепродуктов, в результате испарения, на 80 – 85 % и тем самым, исключить условия образования ГС. В работе были проведены расчеты факторов пожарной опасности хранения нефтепродуктов до и после установки понтона в резервуар.

Результаты расчетов размеров зон и нормативные значения предельно допустимых значений избыточного давления приведены в табл. 1.

*Таблица 1. Типичные предельно допустимые значения избыточного давления с точки зрения повреждения зданий*

Степень поражения	Типичные предельно допустимые значения избыточного давления	Радиус зоны, м	
		РВС-1000, без понтона	РВС-1000, оборудованный понтоном
Полное разрушение зданий	100	28	13
50%-ное разрушение зданий	53	40	18
Средние повреждения зданий	28	55,5	27
Умеренные повреждения зданий (повреждение внутренних перегородок, рам, дверей и т.п.)	12	100	48

Степень поражения	Типичные предельно допустимые значения избыточного давления	Радиус зоны, м	
		РВС-1000, без понтона	РВС-1000, оборудованный понтоном
Нижний порог повреждения человека волной давления	5	200	100
Малые повреждения (разбита часть остекления)	3	310	150

Таким образом, результаты расчетов показывают, что применение понтона в РВС позволяет снизить типичные предельно допустимые значения избыточного давления с точки зрения повреждения зданий [3].

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральным закон №123 от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
2. ГОСТ 12.3.047-2012. «Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля»;
3. Галеев В.Б. «Эксплуатация стальных вертикальных резервуаров в сложных условиях» /В.Б. Галеев – М.: Недра , 1981. – 148 с.

*Д. В. Батов,<sup>\*,\*\*</sup> Т. А. Мочалова,<sup>\*</sup> В. А. Сорокин<sup>\*</sup>*

<sup>\*</sup>ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

<sup>\*\*</sup>Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН

### **КОНЦЕНТРАЦИОННАЯ ЗАВИСИМОСТЬ РАЗМЕРА МИКРОАГРЕГАТОВ В МИКРОЭМУЛЬСИЯХ ВОДА - ДОДЕЦИЛ- СУЛЬФАТ НАТРИЯ - 1-ПЕНТАНОЛ - ТРИЭТАНОЛАМИН - 1,2- ДИБРОМТЕТРАФТОРЭТАН ТИПА МАСЛО В ВОДЕ ПРИ 298.15 К**

Разработка высокоэффективных комбинированных огнетушащих смесей, сочетающих одновременно различные механизмы прекращения горения, является актуальной задачей. Перспективным в этом плане представляется применение смесей галогеноуглеводородов с водой, позволяющих совместить процесс охлаждения пламени водой с ингибированием реакции горения галогеноуглеводородом.

Ранее нами были получены негорючие микроэмульсии различного состава, содержащие воду (H<sub>2</sub>O), додецилсульфат натрия (NaDDS), 1-пентанол (PeOH) и триэтаноламин (TEA) в качестве ПАВ и ко-ПАВ, а также 1,2-дибромтетрафторэтан (BFE) в качестве масляной фазы. Были изучены их горючесть, вязкость, изобарная теплоемкость, электропроводность, имеющие большое значение как для исследования межмолекулярных взаимодействий и структуры микроэмульсий, так и характеризующие эти системы как комбинированные огнетушащие вещества [1, 2, 3]. В лабораторных условиях продемонстрирована огнетушащая эффективность микроэмульсий.

Наиболее распространено мнение, что движущей силой самопроизвольного образования мицелл и микроэмульсий является гидрофобное взаимодействие, которое, как известно, имеет энтропийный характер. При образовании прямых мицелл или капель микроэмульсии типа «масло в воде» происходит переход углеводородных фрагментов молекул ПАВ и масла из воды в ядро мицеллы или капли микроэмульсии. Это сопровождается разрушением структуры воды и способствует большей конформационной подвижности неполярных молекул в масляной микрофазе. Оба указанных процесса вызывают увеличение энтропии системы. Однако имеет место и противоположный эффект. Образование агрегатов из молекул или ионов ПАВ и масла сопровождается уменьшением энтропии. Поэтому устанавливается некоторое равновесное состояние, отвечающее определенному размеру агрегатов молекул.

Возникает вопрос, какого размера агрегаты образуются в каждом конкретном случае? Для ответа на этот вопрос необходимы сведения о распределении микрокапель микроэмульсии по размерам. Такие измерения были выполнены в настоящей работе для микроэмульсий H<sub>2</sub>O – NaDDS – PeOH – TEA – BFE.

В таблице приведен состав исследованных микроэмульсий.

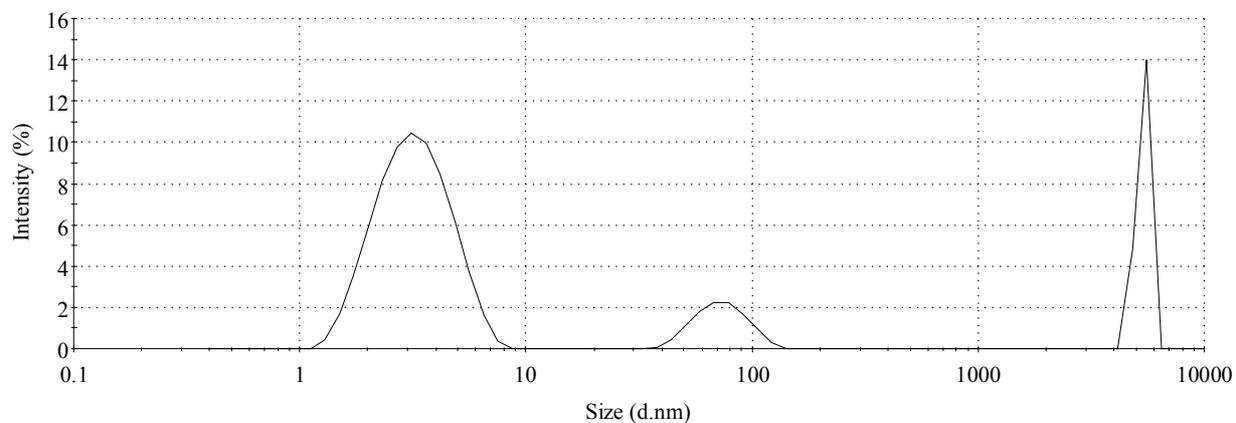
Исследованные микроэмульсии характеризуются приблизительно равным содержанием ПАВ + ко-ПАВ ( $\approx 21$  мас. %) и различным соотношением количеств масла и воды.

*Таблица. Состав исследованных микроэмульсий, масс. %*

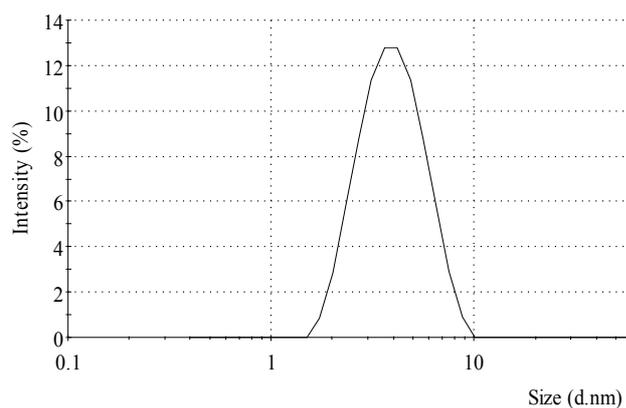
Система	NaDDS	H <sub>2</sub> O	TEA	PeOH	BFE
МЭ-1	8.20	58.61	7.10	6.59	19.50
МЭ-2	8.33	68.53	7.01	6.07	10.06
МЭ-3	8.43	73.14	6.53	5.90	6.00
МЭ-4	8.29	75.30	6.95	6.04	3.43
МЭ-5	8.44	77.27	7.24	5.77	1.29

Определение размера микрокапель микроэмульсий и изучение их распределения по размерам выполнялось методом динамического рассеяния света на приборе Zetasizer Nano ZS.

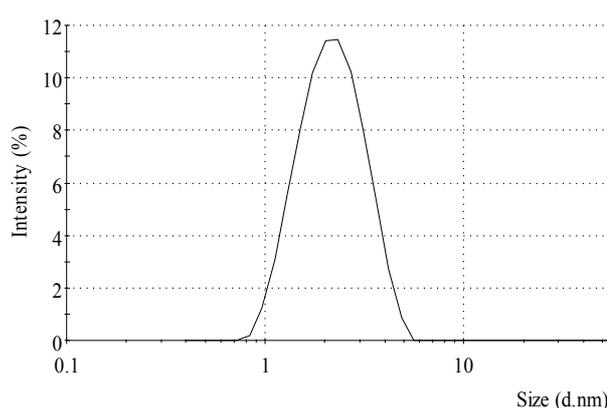
Ниже представлены кривые распределения частиц по размерам.



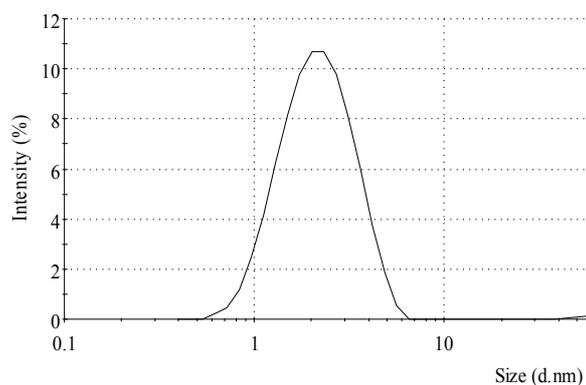
МЭ-1 (а)



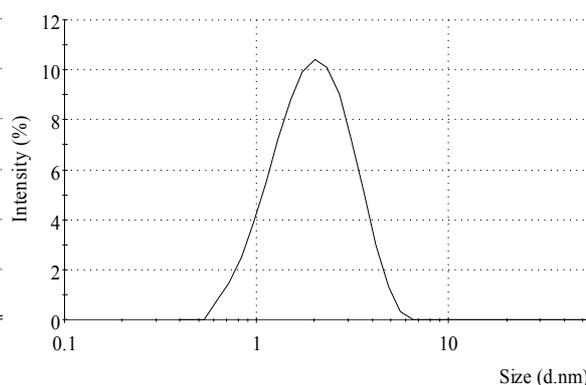
МЭ-2 (б)



МЭ-3 (в)



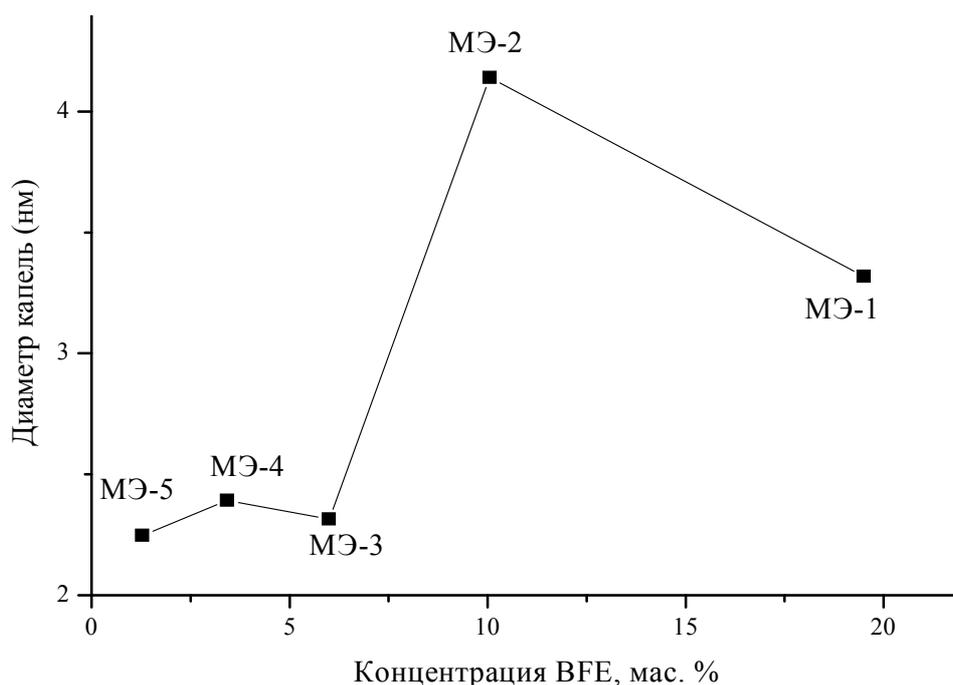
МЭ-4 (г)



МЭ-5 (д)

**Рис. 1.** Зависимости интенсивности рассеяния света от размера частиц

Микроэмульсии МЭ-2 – МЭ-5 можно охарактеризовать как полидисперсные глобулярные системы. Как и следовало ожидать, структура указанных микроэмульсий, содержащих от 1.3 до 10 % ВФЕ, характеризуется наличием микрокапель масла в водной дисперсионной среде. Результаты для микроэмульсии МЭ-1, содержащей наибольшее количество ВФЕ, можно считать оценочными, так как ее структура вероятно является переходной от структуры с наличием глобулярных наноразмерных агрегатов к биконтинуальной структуре. На рис. 2 представлена зависимость размер микрокапель, соответствующего максимуму интенсивности рассеяния света, от концентрации ВФЕ в микроэмульсии.



**Рис. 2.** Концентрационная зависимость размера микрокапель, соответствующего максимуму интенсивности рассеяния света

Видно, что размер микрокапель дисперсной фазы резко увеличивается при содержании ВФЕ приблизительно 10 мас. %. Для объективной интерпретации полученных данных требуется проведение дополнительных исследований.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Батов Д.В., Мочалова Т.А., Петров А.В. // Пожаровзрывобезопасность. 2012. № 4. С. 55 - 57.
2. Батов Д. В., Карцев В. Н., Штыков С. Н. // Журн. прикл. химии. 2012. Т. 85. № 12. С. 1218 – 1223.
3. Батов Д. В., Шакуров Ф.Ф., Мочалова Т.А., Слюсар В.П. // Материалы VII Международной научно - практической конференции "Пожарная и аварийная безопасность". 28 – 30 ноября 2012 г. Иваново, ИВИГПС МЧС России. С. 343 - 345.

*В. Б. Бубнов, Г. Е. Назаров, В. А. Соколов, Е. А. Трифонов*

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОЦИСТЕРНЫ В УСЛОВИЯХ ПОНИЖЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР**

Противопожарное водоснабжение при низких температурах окружающей среды представляет определенные трудности. Пожарная техника должна иметь повышенную надежность для обеспечения бесперебойной подачи огнетушащих веществ.

При работе пожарных автоцистерн в период времени с отрицательными температурами вода в рукавных линиях может замерзнуть. Особенно велика опасность замерзания воды в рукавной линии в начальный период работы насоса. При наружной температуре минус 40°C и ниже температура стенок рукавов близка к температуре окружающего воздуха, и поступающая в них вода быстро охлаждается, превращаясь иногда в ледяную пастообразную массу, которая закупоривает линию и ствол [1].

Для решения проблем бесперебойной подачи огнетушащих веществ применяют различные конструктивные решения. Примером может служить процесс предварительного подогрева воды перед использованием. Подогрев возможно осуществить за счет прохождения отработавших газов двигателя через теплообменный трубопровод, расположенный в цистерне с водой пожарного автомобиля [2].

Известны способы подогрева воды в емкости автоцистерны с помощью устанавливаемого подогревателя на жидком топливе, конструкция которого аналогична предпусковым подогревателям двигателей внутреннего сгорания. Автономный подогреватель приводит к усложнению конструкции пожарного автомобиля, увеличивает материальные затраты на приобретение подогревателя и его монтаж, повышает трудоемкость обслуживания. Наличие подогревателя достаточной мощности возможно применять для аварийного теплоснабжения зданий при выходе из строя системы отопления помещений [5].

Возможно увеличение температуры воды с помощью штатного насоса. При работе насоса на максимальных оборотах и не полностью открытой задвижке напорного патрубка вода нагревается от трений в рабочем колесе и корпусе насоса. Степень нагрева зависит от количества воды, подаваемой насосом в рукавную линию, напора, развиваемого насосом, и температуры воздуха [1]. Более совершенной системой является совместное использование пожарного насоса и специального кавитирующего устройства, предложенного в работе [4].

Одновременно с подогревом воды в цистерне происходит и ликвидация застойных зон в емкости в условиях низких температур окружающего воздуха при минимальных доработках конструкций агрегатов пожарных машин. В данном случае подогрев воды проводят путем перепуска воды под напором по схеме «Цистерна – насос – цистерна» через дополнительно установленную на сливном напорном патрубке диспергирующую кавитационную насадку, подавая воду под слой воды в цистерне, причем в качестве насадки используют сменную дефлекторную отражательную пластину, установленную на расстоянии 1-3 диаметра выходного отверстия насадки перпендикулярно потоку воды, а диаметр выходного отверстия насадки применяют от 25 до 75 миллиметров.

Известен также способ подогрева воды в емкости пожарного автомобиля посредством размещения внутри цистерны электронагревателей, которые питаются от внешней сети переменного тока. Примером может служить автоцистерна АЦ-3,2-40/4(43253) модель 001-МС [3]. Для поддержания положительной температуры воды в холодное время года цистерна оснащена системой подогрева электрическими нагревателями мощностью 2,5 кВт, которые подключаются к внешнему источнику переменного тока 220 В. Для подключения имеется электрический разъем, установленный в задней части кузова.

Для работы в суровых климатических условиях технику подготавливают различными способами (подогрев емкостей с огнетушащими веществами, теплоизоляция основных элементов, отапливаемые отсеки, специальная компоновка). Таким образом, можно говорить о том, что в России создан ряд пожарно-спасательной техники, специализированной для работы в Арктической зоне, и проводятся работы по созданию целого типажа техники, предназначенной для работы при отрицательных температурах [5]. В условиях умеренного климата возможны периоды времени с низкой окружающей температурой. Однако применение специализированных пожарных автомобилей не целесообразно, ввиду их повышенной стоимости и кратковременными суровыми условиями с пониженной температурой.

В данной работе предлагается использовать теплообменный аппарат, установленный в цистерне пожарного автомобиля для подогрева воды. В качестве теплоносителя возможно применение воды системы отопления пожарной части. Теплоноситель поступает в теплообменник с помощью гибких трубопроводов с легкоподключаемым соединением. После опорожнения цистерны, при ликвидации пожара, теплообменник должен иметь стравливающий клапан для удаления оставшейся воды внутри него. Это необходимо во избежание замерзания воды и выхода из строя конструкции в целом.

Для расчета требуемой величины теплообменной поверхности аппарата необходимо определиться с параметрами: температурой теплоносителя системы отопления, температурой нагрева воды (определяется исходя из климатических условий), емкостью цистерны, средним временем нахождения пожарного автомобиля в отапливаемом боксе пожарной части, средним временем прибытия на пожар и опорожнения цистерны, температурой окружающей среды.

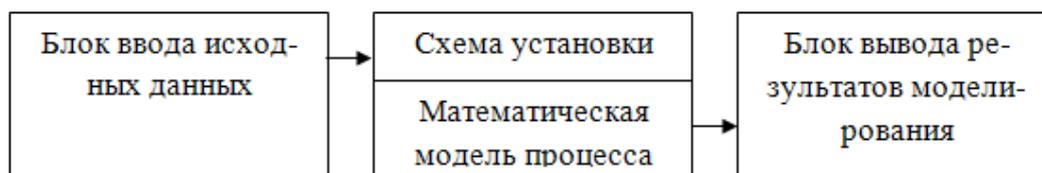
Габаритные размеры теплообменника не должны превышать размеры смотрового люка цистерны, через который он устанавливается внутрь.

Для проведения численных исследований по выбору оптимальных конструктивных и технологических параметров разработан программно-аппаратный комплекс, имитирующий процессы теплоотдачи в многотрубчатом теплообменном аппарате. В качестве средства для разработки программно-аппаратного комплекса выбран интегратор приложений MathConnex. Основу их реализации составили разработанные в системе MathCad математические модели.

MathCad представляет собой одну из самых мощных и эффективных современных математических систем, использующую привычные и удобные средства описания алгоритмов решения математических задач. MathConnex-средство, примененное в системе MathCad, выполняющее две важнейшие и чрезвычайно мощные функции:

1. Служит для интеграции различных приложений с системой MathCad и обеспечения их совместной работы с использованием объектных связей;
2. Выполняет функции имитационного моделирования и описывается типовыми блоками в виде функциональной схемы.

MathConnex является вполне самостоятельным приложением, включенным в систему MathCad и выполняющим функции системного интегратора. Благодаря ему возможно простое и наглядное установление сложных взаимосвязей между различными приложениями. Интегратор приложений MathConnex представляет интерес для пользователя. Это средство особенно полезно, если необходимо блочное представление и описание сложной системы, работу которой необходимо имитировать [7]. Исходя из названных достоинств данной системы, программно-аппаратный комплекс создан в MathConnex. Экранный интерфейс комплекса включает схему установки, блоки ввода исходных данных и вывода результатов моделирования (рис. 1).



**Рис. 1.** Экранный интерфейс программно-аппаратного комплекса

Блок ввода исходных данных позволяет устанавливать начальные температуры теплоносителей, расходы горячего и холодного теплоносителей, количество теплообменных трубок. Математические модели адекватно описывают процессы, происходящие в реальных условиях, что подтверждено многочисленными экспериментальными исследованиями. Данные, полученные на лабораторной установке и при проведении численных исследований с использованием созданной программы, хорошо согласуются.

Это обстоятельство позволяет использовать программно-аппаратный комплекс для проведения научно-исследовательских работ, осуществлять подбор оптимальных параметров конструктивного и технологического характера для изучаемых процессов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарная техника. Книга 1. Пожарно-техническое вооружение. Устройство и применение / Под общ. ред. Терехнева. – М.: Центр Пропаганды, 2007.-328с.
2. Пожарная техника: Учебник. / Под ред. М.Д. Безбородько. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2004.-550с.
3. Пожарная автоцистерна АЦ-3,2-40/4(43253) модель 001-МС. Руководство по эксплуатации 001-МС-00-000-00РЭ, 2011. -165с.
4. URL:<http://bd.patent.su/2245000-2245999/pat/servlet/servlet3aca.html> (дата обращения: 18.03.2015).
5. М.В. Алешков, М.Д. Безбородько, Н.П. Копылов, С.Г. Цариченко. Пожарная и аварийно-спасательная техника для ликвидации чрезвычайных ситуаций в условиях арктической зоны России // Интернет-журнал «Технологии техноферной безопасности» Выпуск № 4 (56), 2014 г. URL: <http://ipb.mos.ru/ttb> (дата обращения: 18.03.2015).
6. URL: <http://www.mchs.gov.ru/document/2578010> (дата обращения: 18.03.2015).
7. Дьяконов В.П. MathCAD 2000: учебный курс – СПб: Питер, 2000. – 592 с.

*Э. Д. Вагин, А. Н. Сухарь*

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

#### **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОЙ СВЯЗИ И АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПУРОВСКОГО ГАРНИЗОНА ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ**

Структура организации радио- и проводной связи подразделений Пуровского гарнизона пожарной охраны представляет собой упорядоченную совокупность различных видов проводной и радиосвязи, которая предназначена для управления силами и средствами тушения пожаров и должна обеспечивать обмен информацией подразделений гарнизона между собой, а также с внешними абонентами города. ЦППС имеет разветвленную сеть линий и каналов связи, основные из которых обеспечивают круглосуточную связь с пожарными частями (ПЧ).

Являясь основным средством управления частями пожарной охраны, связь обладает целым рядом преимуществ:

- малым временем, необходимым для установления связи;
- возможностью ведения связи с подвижными объектами;
- независимость качества связи от метеорологических условий;
- возможность неограниченного числа корреспондентов.

Для повышения надежности (живучести) связи используют несколько дублирующих друг друга линий связи. Линии связи ЦППС и ПСЧ включают в себя некоммутируемые (прямые) телефонные линии связи, линии АТС полной значимости, специальную связь по линиям «01», радиосвязь, факсимильную и телеграфную связь.

Связь ЦППС с особо важными объектами осуществляется по прямым телефонным линиям связи, по линиям АТС и по высокочастотным (ВЧ) каналам.

Связь на месте пожара при организации оперативного штаба пожаротушения на базе автомобиля СПТ (согласно, приказа по гарнизону) осуществляется с использованием средств радио- и проводной связи.

Для организации телефонной связи РТП с диспетчером ЦППС предусмотрена возможность подключения к телефонной сети города через АТС. Для организации радиосвязи руководителя тушения пожара с диспетчером ЦППС и дежурными караулами пожарных частей на автомобиле СПТ установлена возимая радиостанция (РВ), а в пожарных частях и на ЦППС устанавливаются стационарные радиостанции. Радиосвязь РТП с начальниками участков по тушению пожара осуществляется с помощью носимых радиостанций (РН).

Оперативно-диспетчерская связь предназначена для оперативного управления силами и средствами тушения пожаров. Она обеспечивает оперативное установление избирательной и циркулярной связи между руководителем или ответственным дежурным по подразделению (диспетчером) и исполнителями. В диспетчерскую связь входят: центральный пульт, групповые пульта, оконечные абонентские устройства, подключенные к групповым пультам посредством абонентских линий.

В качестве коммутаторов оперативной телефонной связи в подразделениях Пуровского гарнизона пожарной охраны используется АТС MiniCom DX-500. Данная АТС отвечает требованиям стандартов и является современным средством диспетчерской оперативной связи.

Факсимильная связь предназначена для передачи и приёма документальных сообщений, представленных в виде буквенно-цифровых и графических изображений. Связь осуществляется по проводным и радиоканалам. При использовании факсимильной аппаратуры для осуществления связи по радиоканалу применяются радиостанции УКВ диапазона, которые устанавливаются на подвижных объектах.

В настоящее время на вооружении в гарнизоне находятся факсимильные аппараты «Panasonic KX-F1». Данный аппарат отвечает требованиям стандартов и является современным и оперативным устройством.

К техническим средствам проводной связи относятся:

АТС MiniCom DX-500;

телефонный аппарат «Panasonic»;

факсимильные аппараты следующих типов:

Panasonic FT-67RS;

Panasonic KX-F580BX;

Panasonic FT-67RS;

Panasonic FT-67RS;

Philips PPF 471\008.

Радиосвязь предназначена для обмена сообщениями между абонентами с помощью электрических сигналов, переносимых через пространство радиоволнами. К техническим средствам радиосвязи относятся радиостанции:

– стационарные: Motorola, Yaesu FT-2600M (на пунктах связи пожарных частей);

– возимые: Motorola GM 300, Midland Alan-78 Plus, Yaesu FT-2600M, «Пальма» для установки на пожарных автомобилях;

– носимые: Motorola GP 140, Vertex VX-5, Standart HX-390V.

К средствам автоматизации относятся персональные ЭВМ (компьютеры) с процессорами типа CPU Pentium 4 1.8 ГГц / DDR DIMM 512 Mb/ HDD Seagate 60Gb, AGP ATI <Radeon 9600 Pro> 256 Mb, DVD/R+CD/RW NEC, мониторы LG FLATRON T 730PH, установленные в пожарных частях гарнизона. На данный момент они работают в автономном режиме и в основном используются для составления и редактирования служебных документов. Пока в качестве полноценных АРМ (автоматизированных рабочих мест) они не применяются, так как на них не установлены типовые средства информатизации и отсутствует связь с другими компьютерами. Несомненной перспективой развития средств информатизации является создание локальной сети на основе ПЭВМ гарнизона.

Технические средства управления предназначены для оперативного управления силами и средствами при тушении пожаров и обеспечивает оперативное установление избирательной и циркулярной связи между руководителем или ответственным дежурным по подразделению (диспетчером) и исполнителем.

К средствам управления относятся ранее перечисленные средства диспетчерской проводной и радиосвязи, а также средства связи мобильного пункта управления (оборудование связи штабного автомобиля АШ и АСО).

Для управления частями в гарнизоне широко применяется проводная и радиосвязь. ЦППС соединен с помощью АТС MiniCom DX-500 со всеми пунктами связи частей гарнизона, а также с другими службами города (полицией, энергослужбой, водоканалом, горгазом, медслужбой и т.д.), городской администрацией, руководящим составом.

Численные и технические показатели технических средств управления гарнизона, находящиеся на ЦППС Пуровского района имеют следующий состав:

- стационарные: Motorola GM 300, Yaesu FT-2600M;
- возимые: Motorola GM 300, Midland Alan-78 Plus, Yaesu FT-2600M,

Пальма для установки на пожарных автомобилях.

- носимые: «Гранит», Motorola GP 300, Vertex VX-5, Yaesu VX-5, Standart НХ-390V.

Таким образом, гарнизон пожарной охраны Пуровского района обладает достаточно современной материально-технической основой связи и автоматизированного управления, однако быстрое развитие промышленной и социальной инфраструктуры района требует повышения эффективности системы связи и управления гарнизона пожарной охраны за счёт развития и совершенствования структуры и состава системы связи и наращивания показателей соответствующего оборудования.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наставление по организации управления и оперативного (экстренного) реагирования при ликвидации чрезвычайных ситуаций: Утверждено протоколом заседания Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности от 28.05.2010 № 4.

2. Приказ МЧС России № 167 от 05.04.2011 «Об утверждении Порядка организации службы в подразделениях пожарной охраны».

*Ю. В. Водолажская, Н. Л. Сафонова, А. Н. Гусаков*  
ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ В РОССИИ**

Первая и главная задача любой противопожарной системы - это сохранение жизни и здоровья людей. Вторая - сохранение материальных ценностей. При этом система должна быть проста в обслуживании и быть как можно более «незаметной» в штатном режиме работы объекта. Она также не должна становиться новым источником опасности, при ложном срабатывании или при работе в режиме слежения за состоянием объекта защиты. Желательно, чтобы она была проста в установке и настройке, а оборудование объекта системами противопожарной защиты не приводило к неоправданно высоким затратам.

Датчик пожарной сигнализации (извещатель) – это устройство, фиксирующее наличие признаков возгорания с целью обнаружения и предотвращения опасных возгораний. Пожарные извещатели являются ключевым компонентом систем пожарной сигнализации, так как именно они выполняют функцию обнаружения возгорания.

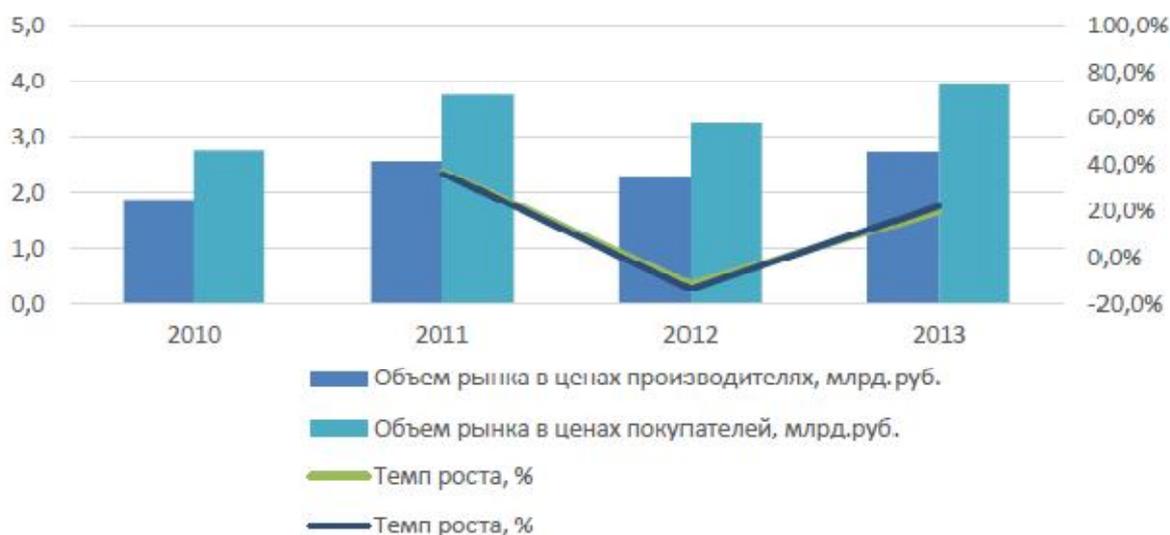


**Рис. 1.** Виды пожарных извещателей

Российский рынок средств пожарной безопасности характеризуется высоким уровнем конкуренции. На рынке работают, как иностранные, так и российские компании, причем распределение продукции российского производства и импортных поставок примерно равное, в 2013 году данное соотношение составило 59,2% к 40,8% соответственно. На основании данных статистики российского производства и данных импортных поставок систем пожарной сигнализации, был рассчитан объем российского рынка данных продуктов (рис. 2). Данные цифры получили подтверждение в ходе оценки годовой потребности в датчиках пожарной сигнализации в зданиях.

Рынок систем пожарной сигнализации в России не является высоко консолидированным, на рынке работает несколько сотен предприятий, из них около 10 занимают доли от 12 до 4% (рис. 3).

Одна из важнейших задач совершенствования противопожарных систем - это минимизация вероятности их ложных срабатываний, которые в настоящее время являются серьёзной проблемой. Систематические ложные срабатывания систем, как правило, приводят к тому, что установку отключают, или пытаются сымитировать её нормальную работу, вводя в заблуждение обслуживающий персонал и ответственных за пожарную безопасность объекта.



**Рис. 2.** Динамика объема российского рынка датчиков пожарной сигнализации в ценах производителей и в ценах покупателей



**Рис. 3.** Структура рынка датчиков пожарной сигнализации

В связи с этим в последнее время наметилась определенная тенденция в пользу выбора более дорогих и качественных систем противопожарной автоматики, применяемых для защиты объектов. Все чаще стали применяться адресно-аналоговые извещатели, позволяющие не просто определить состояние контролируемого объекта, а дающие возможность увидеть конкретную динамику развития контролируемого параметра среды в конкретной точке помещения объекта или выдать сигнал о неисправности какого-либо элемента системы.

При управлении установкой пожаротушения, данные системы позволяют запустить огнетушащее вещество в автоматическом режиме в конкретную точку. Данный принцип работы позволяет в кратчайшие сроки локализовать очаг возгорания без перерасхода огнетушащего вещества.

Кроме того в настоящее время идёт работа по совершенствованию самого устройства извещателей. В новом поколении двухдиапазонных дымовых извещателей применяются светодиоды ИК-диапазона с длиной волны порядка 945нм и 470нм, выдающих сигналы на микропроцессор с интеллектуальной обработкой сигнала (ISP), алгоритмы которого позволяют различить частицы дыма, пыли или пара. Это приводит к более раннему и более надежному обнаружению возгораний и снижению вероятности ложных срабатываний.

Контролируемый параметр среды определяется выбором типа извещателя. Для сложных технологических сред, выбираются извещатели, контролирующие и анализирующие сразу несколько параметров. Многие производители делают упор на разработку комбинированных извещателей. Все чаще находят свое применение извещатели пламени, в ряде случаев они способны обнаружить очаг возгорания намного раньше извещателей других типов. Современные извещатели обрабатывают излучение сразу в инфракрасном (тепловом) и ультрафиолетовом диапазонах, практически не затрагивая область видимого, что вместе со специальными алгоритмами обработки сигнала, позволяет многократно повысить надежность обнаружения очага возгорания без ложных срабатываний.

Еще одним перспективным направлением развития противопожарных систем, является совершенствование интерфейсов передачи данных: от извещателей к приемно-контрольному прибору, между объектами или между объектом и пожарным постом. Использование беспроводных технологий позволяет в разы сократить работы по монтажу и обслуживанию противопожарных систем. С каждым годом увеличивается количество и качество выпускаемого радиоканального оборудования, что приводит к общему снижению стоимости установки беспроводных противопожарных систем.

Другое направления для развития это - ip технологии. Дешевизна современных интегральных схем и их компактность позволяет встраивать ip-транспорт в самые простые устройства. Все это позволяет контролировать множество распределенных объектов и связывать их в единую сеть, для удаленного контроля и администрирования, и объединить данные противопожарных систем с другими системами безопасности независимо от производителя оборудования. Это позволяет влить системы противопожарной защиты в единую информационную сеть, став такими же подсетями, какими стали корпоративные сети современных предприятий.

Следующим направлением развития противопожарных систем является их объединение с другими инженерными системами и системами безопасности здания в блок под управлением единого контроллера (по принципу «умного дома»). Это позволяет уменьшить время реакции системы объекта на возникновение возгорания за счет наличия единого управляющего и информационного центра объекта, а также задать правильный алгоритм работы других слаботочных, электрических и инженерных систем в случае пожара.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мясоедов А.А., Башаров Ф.Ф. Охраннопожарная сигнализация и IP-технологии. Перспективы развития // Алгоритм безопасности. - № 6. – 2010. – С. 30-32.
2. Немтина Е.С., Калач А.В. Состояние и основные тенденции развития систем охранно-пожарной сигнализации // Технологии техносферной безопасности. - № 1(41) – 2012. – С. 1-5.
3. Новый ГОСТ даст толчок развитию рынка современных пожарных извещателей // Противопожарная защита. Пожарная автоматика - №1 - 2014. – С. 88-89.

**С. В. Гладков**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

### **ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ СИГНАЛА О ПОЖАРЕ В СИСТЕМАХ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ**

В приложении Р к СП 5.13130.2009 в качестве методов повышения достоверности сигнала о пожаре рекомендуются:

- применение оборудования, производящего анализ физических характеристик факторов пожара и (или) динамики их изменения и выдающего информацию о своем техническом состоянии (например, запыленности);
- применение оборудования и режимов его работы, исключающих воздействие на извещатели или шлейфы кратковременных факторов, не связанных с пожаром [1].

Рассмотрим подробнее реализацию этих методов в системах пожарной сигнализации.

При использовании пороговых извещателей в неадресных и адресных системах пожарной сигнализации (СПС) для повышения достоверности сигнала о пожаре осуществляется перезапрос извещателя, то есть подача с прибора приемно-контрольного пожарного (ПКПП) сигнала о повторной проверке состояния контролируемой среды. При повторной проверке за определенное время происходит восстановление нормального режима работы извещателя, новая оценка состояния чувствительного элемента, выдача сигнала на ПКПП. В этом случае отследить динамику изменения факторов пожара не представляется возможным.

Следует заметить, что адресные пожарные извещатели удовлетворяют первому пункту приложения Р к СП 5.13130.2009, так как обеспечивается автоматический контроль их работоспособности, а также идентификация сработавшего извещателя.

Вероятность ложных срабатываний СПС можно снизить применением пожарных извещателей и ППКП, которые проводят анализ абсолютных значений контролируемых параметров, отслеживают динамику их изменения, взаимосвязь двух и более параметров среды, изменяющихся при пожаре.

В системах с аналоговыми (адресно-аналоговыми) пожарными извещателями наблюдение за фактором пожара происходит непрерывно. В ППКП устанавливаются промежутки времени, через которые происходит сравнение значений электрических сигналов, поступающих от аналоговых извещателей. Достоверность получаемых сигналов о пожаре выше, чем при использовании пороговых извещателей, так как затрачивается минимальное время на перезапрос их состояния, и перерывы в контроле среды не существенны. В адресно-аналоговых системах за счет энергонезависимой памяти ППКП возможно лучше обеспечить компенсацию дрейфа выходных сигналов извещателей, что способствует уменьшению ложных сигналов о возникновении пожара [2].

Современные адресно-аналоговые излучатели обеспечивают выполнение условия выдачи информации о своем техническом состоянии. Например, в системе «Орион» обеспечиваются запрос по любому адресу текущего состояния извещателя, автоматическая компенсация извещателем медленных изменений состояния, выдача предупредительного сообщения при развитии пожара, а в случае запыленности - появление сообщение о необходимости обследования. Индикация на ППКП сигнала о неисправности поясняет местонахождение требующего обслуживания извещателя.

Снижение влияния запыленности на срабатывание в частности дымовых извещателей обеспечивается компенсацией их чувствительности. Реализация этого процесса основана на предварительной обработке сигнала уровня оптической плотности среды и влияние накопления пыли на чувствительный элемент в дымовой камере.

Повышение достоверности сигналов о пожаре применением оборудования и режимов его работы, исключающих воздействие на извещатели или шлейфы кратковременных факторов, не связанных с пожаром, при проектировании и эксплуатации СПС требует прежде всего описания и анализа таких факторов. Эти факторы могут различаться по физической природе, могут иметь закономерный или случайный характер. К кратковременным факторам, не связанных с пожаром, можно отнести электромагнитные помехи, перепады (скачки) напряжения в электросети, излучение осветительных приборов, вибрацию строительных конструкций, случайные механические воздействия, выброс пара и др.

В адресно-аналоговой системе при воздействии помех, приводящих к случайной идентификации сигнала о пожаре, контроллер ППКП запрашивает извещатель о подтверждении этого сигнала. Ложный сигнал может быть получен на выходе СПС, если время действия помехи превысит интервал перезапроса. Поэтому необходимо уточнить понятие кратковременности действия фактора.

Электромагнитные помехи являются одним из наиболее распространенных видов помех, действию которых подвержены практически все элементы СПС (извещатели, провода и кабели шлейфов, электронные устройства ППКП). В современных извещателях защита от таких помех обеспечивается применением специализированных микросхем высокой степени интеграции, позволяющих значительно сократить число электронных компонентов и длину межэлементных соединительных проводников. Именно проводники наиболее подвержены электромагнитным наводкам. На монтажных платах предусматриваются экраны для защиты электрических элементов извещателей от электромагнитных полей. Так как чувствительный элемент (датчик) извещателя включают во входную цепь усилителя с высоким коэффициентом усиления, то внешняя наводка на сигнал датчика может иметь существенное значение на выходе усилителя. Поэтому при монтаже чувствительного элемента, например, фотодиода в оптико-электронном извещателе, обеспечивают его экранировку.

Мерами защиты шлейфов от электромагнитных помех являются использование экранированных проводов и кабелей типа «витая пара». Для исключения возникновения электрических токов в экранирующих оплетках должно быть обеспечено их заземление в точках с равными потенциалами.

Кабель «витая пара» за счет конструктивного исполнения обеспечивает высокую электромагнитную защищенность, однако в процессе монтажа шлейфов нарушается идеальная свивка пар проводов кабеля. В результате кабель становится более уязвимым к воздействию наводок.

Помехи, воздействующие на провода шлейфов, имеют, как правило, аддитивный характер, т.е. содержат гармоническую, импульсную и флуктуационную составляющие [3].

Источником гармонических помех являются прежде всего электрические токи переменной частоты 50 Гц и ее высших гармоник, а также высокочастотные синусоидальные сигналы, передаваемые по соседним проводам. Напряжения этих наводок могут составлять десятки микровольт.

Импульсные помехи являются случайными сигналами малой длительностью. Их основную характеристику (распределение величины максимального выброса напряжения) оценивают вероятностью превышения амплитудой помехи определенного уровня.

Внешние электромагнитные излучения, а также шумы цепей проводных линий могут быть источниками появления флуктуационных помех - хаотических последовательностей кратковременных импульсов, имеющих преимущественно нормальное распределение и спектр, аналогичный спектру белого шума.

Наряду с экранизацией проводов для повышения электромагнитной защищенности используются и другие способы, такие как ослабление влияния источника помех, разделение во времени режимов работы СПС при появлении помехи и задействовании чувствительного элемента [4].

Кроме обоснованного выбора наиболее подходящих технических средств повышение достоверности сигнала о пожаре может достигаться проектными и организационными решениями. Проектные решения сводятся в основном к правильному выбору типа пожарных извещателей и мест их размещения. Одной их эффективных организационных мер повышения достоверности формирования сигналов о возникновении пожара является своевременное обслуживание извещателей.

Обоснование выбора оборудования и режимов его работы, обеспечивающих защиту от ложных срабатываний, осуществляется на стадии проектирования в зависимости от задач, решаемых с помощью систем пожарной сигнализации с учетом специфики пожароопасного объекта.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 5.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
2. Неплохов И.Г. Современные методы повышения помехоустойчивости пожарных извещателей / Журнал «Грани безопасности» (до 01.01.2005 г. «Скрытая камера»), №3 (12) 2003 г. стр. 26-27.
3. Семин Т.К., Сперанский А.О., Шитов В.П. Обеспечение помехоустойчивости каналов передачи данных интеллектуального здания / Сетевой электронный научный журнал «Системотехника», № 2, 2004 г.
4. С.Б. Макаров. Устойчивость систем пожарной сигнализации к электромагнитным помехам / Журнал «Системы безопасности», №2, 2009 с. 170-172.

**Б. Б. Гринченко, А. О. Семенов**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОРИЕНТИРОВАНИЯ ПОЖАРНЫХ ПРИ ПОИСКЕ ОЧАГА ПОЖАРА В ЗДАНИЯХ**

Развитие научно–технического прогресса определяет создание все более совершенных средств и способов обнаружения и тушения пожара. В настоящее время появились системы обнаружения пожара, передающие информацию о месте возникновения пожара на портативные компьютеры. Возможности таких систем необходимо использовать при проведении разведки пожара. Для внедрения новых способов проведения разведки необходимо провести исследования по оценке эффективности применения информации от адресных систем обнаружения пожара (АСОП) при тушении пожара [1].

Разведка места пожара проводится в целях сбора информации о пожаре для оценки обстановки и принятия решений по организации действий по тушению пожара и проведению аварийно–спасательных работ, связанных с тушением пожара.

По прибытию первых пожарных подразделений, одной из задач разведки является оценка обстановки на пожаре, другими словами, узнать место и параметры пожара, а также возможные пути распространения огня. При этом руководитель тушения пожара для качественного управления пожарными подразделениями должен знать оперативно–тактическую характеристику объекта. Решения необходимо принимать в кратчайшие сроки, так как на пожаре важна каждая минута.

Разведка пожара проводится тремя способами – это наблюдение за окружающей обстановкой, изучение документов оперативного планирования и опрос очевидцев. Стоит отметить, что наблюдение за окружающей обстановкой осуществляется в основном с помощью органов чувств пожарных, однако, при использовании информации от АСОП помимо органов чувств используются также технические средства обнаружения пожара [2]. Поэтому на основе выше перечисленного можно говорить о формировании нового способа ведения разведки на пожаре, а именно наблюдение с помощью технических возможностей систем противопожарной защиты.

Практика тушения пожара в зданиях определяет два основных этапа – развития пожара во времени: закрытый пожар и открытый пожар. При этом при ликвидации пожара на стадии закрытого пожара материальный ущерб от пожара минимален. Однако, стадия закрытого пожара характеризуется отсутствием

внешних признаков горения, так как температура в помещении это температура дымовых газов и продуктов разложения, и поэтому руководитель тушения пожара находится в условиях ограничения информации (видимости) для принятия управленческих решений. Поэтому критерием для оценки эффективности применения информации от адресных систем обнаружения пожара (АСОП) при проведении разведки звеньями ГДЗС является – выигрыш во времени при решении задачи обнаружения очага пожара в здании.

Теоретическое и практическое подтверждение исследования выигрыша во времени при обнаружении пожара проводилась на четырех этажном здании с одним входом на каждый этаж. При проведении каждого эксперимента использовались новые звенья ГДЗС. Звено состояло из трех человек. Все курсанты обладали приблизительно одинаковой физической выносливостью и профессионально – тактической подготовкой. Задачи для звена были сформированы следующим образом:

1. Обнаружить очаг пожара и провести развертывание с подачей одного ручного ствола РС–50 в условиях задымления без ориентирования с помощью информации от АСОП.

2. Произвести развёртывание с подачей одного ствола РС–50, зная место расположения очага пожара в здании по информации от АСОП.

Выигрыш во времени определялся разностью времен, требуемых звену ГДЗС для решения первой и второй задачи.

На рис. 1. показана схема расположения очага пожара на одном из этажей здания.

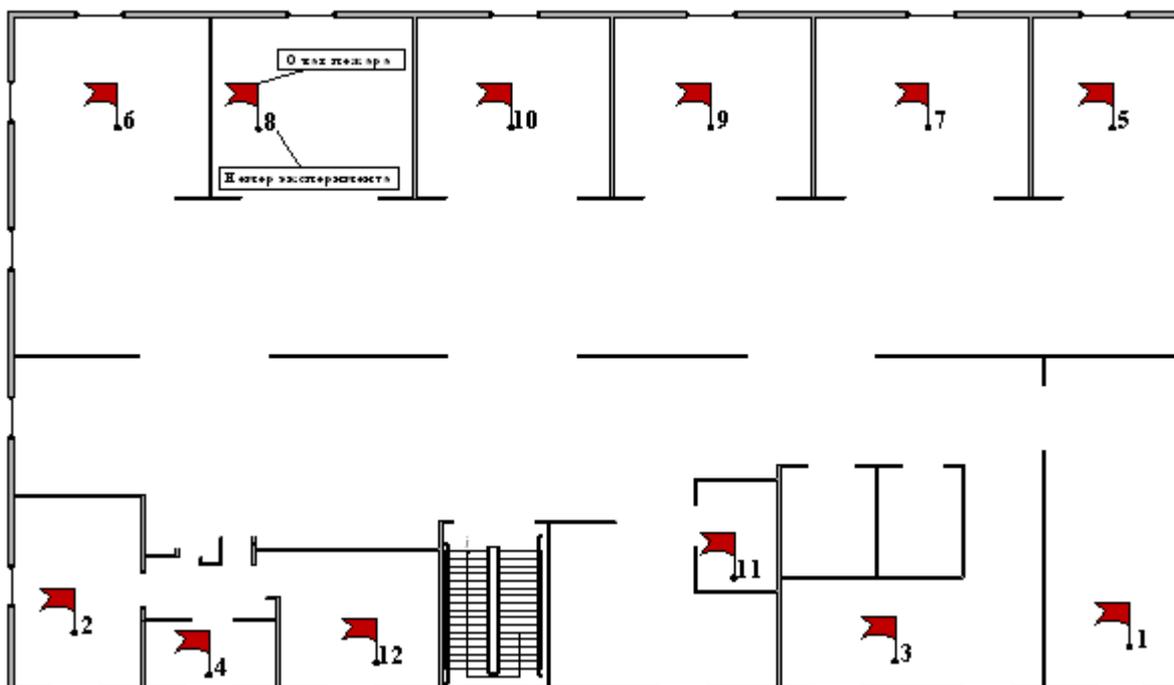


Рис. 1. Схема этажа и места расположения очага пожара

При исследовании варьировался этаж пожара от первого, до четвертого. Результаты исследования после математической обработки показали, что выигрыш во времени при изменении этажа пожара подчиняется геометрической прогрессии и может быть определен по формуле

$$\Delta t = b \cdot q^{n-1}, \quad (1)$$

где  $q$  – эмпирическая константа, полученная при обработке данных эксперимента 1,3;

$n$  – номер этажа расположения очага пожара, при условии, что  $0 < n < 5$

Здесь, выигрыш во времени при расположении очага пожара на первом этаже

$$b = \frac{60 \cdot L}{V}, \quad (2)$$

где  $L$  – расстояние от входа на этаж до места расположения очага пожара, м;  $V$  – скорость поиска очага пожара,  $м \cdot мин^{-1}$  ( $4 м \cdot мин^{-1}$ )

Сравнение эмпирических и теоретических результатов представлены на рис. 2.

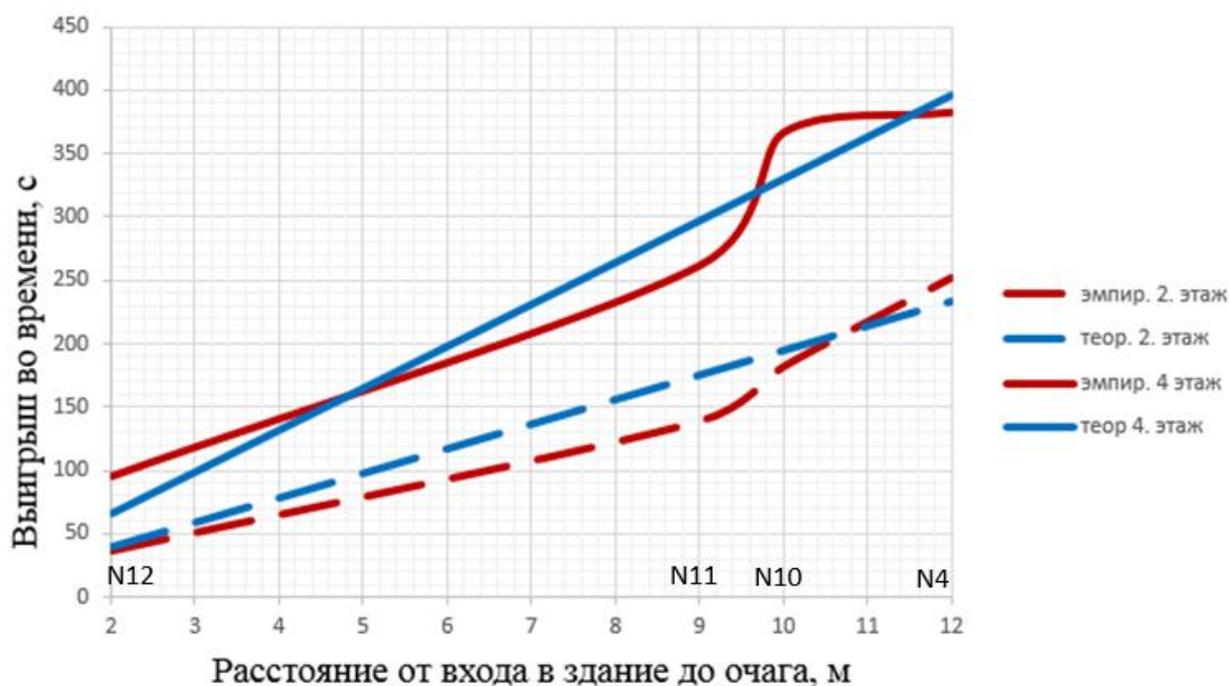


Рис. 2. Сопоставление теоретических и эмпирических данных

Для сопоставления данных с планировкой этажа здания (рис. 1) по оси абсцисс указаны номера расположения очага пожара.

Воспользуемся теоретическими формулами для оценки выигрыша при применении АСОП на четвертом этаже в случае если пожар произойдет в помещении № 10 при этом расстояние от очага пожара до входа на этаж составляет 10 метров. Выигрыш во времени при поиске очага составит:  
 $\Delta t = b \cdot q^{n-1} = 150 \cdot 1,3^3 = 330 \text{ с (5,5 мин)},$

$$\text{где } b = \frac{60 \cdot L}{V} = \frac{60 \cdot 10}{4} = 150 \text{ (с)},$$

При учете, что стадия закрытого пожара в здании продолжается около 15 минут, выигрыш во времени 5,5 минуты является существенным для повышения эффективности действий пожарных подразделений в том числе и звеньев ГДЗС, при ликвидации пожара на начальных этапах его развития в зданиях.

Практическое исследование выигрыша во времени при обнаружении пожара проводилась по аналогичным условиям описанных выше. Для сопоставления данных с планировкой этажа здания (рис. 1) звено ГДЗС осуществляла разведку помещений без помощи АСОП, далее с ее применением. В ходе экспериментальных исследований были получены следующие данные:

**Таблица результатов без использования АСОП**

N/o	t <sub>вкл.</sub>	t <sub>на.эт.</sub>	t <sub>оч.</sub>	t <sub>вых.</sub>
1.	10:24	+1:07	+4:39	10:29:46
2.	10:50	+1:03	+3:12	10:54:15
3.	10:59	+1:06	+4:38	11:04:44
4.	11:19	+1:04	+5:37	11:25:41
5.	11:30	+1:05	+3:04	11:34:09
6.	11:45	+1:06	+4:13	11:50:19
7.	12:04	+1:08	+2:47	12:07:55
8.	12:24	+1:06	+3:45	12:28:51
9.	12:36	+1:03	+2:23	12:39:26
10.	12:47	+1:01	+3:02	12:51:03
11.	13:00	+1:05	+2:05	13:03:10
12.	13:14	+1:03	+4:37	13:19:40

N/o – номер проводимого опыта;

t<sub>вкл.</sub> – время включения звена ГДЗС;

t<sub>на.эт.</sub> – время, за которое звено ГДЗС поднимается на 4<sup>ый</sup> этаж;

t<sub>оч.</sub> – время, за которое звено ГДЗС обнаружило очаг пожара;

t<sub>вых.</sub> – время выхода звена ГДЗС на свежий воздух.

**Таблица результатов с применением АСОП**

N/o	t <sub>вкл.</sub>	t <sub>на.эт.</sub>	t <sub>оч.</sub> *	t <sub>вых.</sub>
1.	15:09	+1:07	+2:20	15:12:27
2.	15:19	+1:03	+1:23	15:21:26
3.	15:30	+1:09	+1:53	15:33:02
4.	15:41	+1:01	+1:30	15:43:31
5.	15:53	+1:04	+1:52	15:55:56
6.	16:07	+1:06	+2:01	16:10:07
7.	16:19	+1:03	+1:13	16:21:16
8.	16:28	+1:05	+2:07	16:31:12
9.	16:41	+1:06	+1:47	16:43:53
10.	16:53	+1:04	+1:58	16:56:02
11.	17:05	+1:02	+1:41	17:07:43
12.	17:19	+1:01	+1:34	17:21:35

N/o – номер проводимого опыта;

t<sub>вкл.</sub> – время включения звена ГДЗС;

t<sub>на.эт.</sub> – время, за которое звено ГДЗС поднимается на 4<sup>ый</sup> этаж;

t<sub>оч.</sub>\* – время, за которое звено ГДЗС обнаружило очаг пожара, зная его расположение;

t<sub>вых.</sub> – время выхода звена ГДЗС на свежий воздух.

**Выигрыш во времени с применением АСОП**

$$\Delta t = t_{оч.} - t_{оч.}^*, \text{ где}$$

$\Delta t$  – выигрыш во времени, когда звено ГДЗС знает расположение очага пожара;

t<sub>оч.</sub> – время, за которое звено ГДЗС обнаружило очаг пожара;

t<sub>оч.</sub>\* – время, за которое звено ГДЗС обнаружило очаг пожара, зная его расположение.

1.  $\Delta t = 4:39 - 2:20 = 2:19$  (мин.);
2.  $\Delta t = 3:12 - 1:23 = 1:49$  (мин.);
3.  $\Delta t = 4:38 - 1:53 = 2:45$  (мин.);
4.  $\Delta t = 5:37 - 1:30 = 4:07$  (мин.);
5.  $\Delta t = 3:04 - 1:52 = 1:12$  (мин.);
6.  $\Delta t = 4:13 - 2:01 = 2:12$  (мин.);
7.  $\Delta t = 2:47 - 1:13 = 1:34$  (мин.);
8.  $\Delta t = 3:45 - 2:07 = 1:38$  (мин.);
9.  $\Delta t = 2:23 - 1:47 = 0:36$  (мин.);
10.  $\Delta t = 3:02 - 1:58 = 1:04$  (мин.);
11.  $\Delta t = 2:45 - 1:40 = 1:05$  (мин.);
12.  $\Delta t = 4:37 - 1:34 = 3:03$  (мин.).

Данный выигрыш во времени, доказанный теоретическим и экспериментальным способом, показывает эффективность рассмотренной системы, для обнаружения очага пожара с дальнейшей его локализацией и ликвидации на начальном этапе тушения пожара.

Перспективными направлениями исследования оценки эффективности является также учет данной информации при выборе входа в здание (при наличии нескольких входов) и при выборе мест установки мобильных средств пожаротушения на водоисточники [3,4].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.В. Терещнев, А.В. Богданов, А.О. Семенов, Д.В. Тараканов Принятие решений при управлении силами и средствами на пожаре / Учебное пособие. Екатеринбург: «Издательство Калан» 100 стр

2. В.В. Терещнев, А.О. Семенов, Д.В. Тараканов Теоретические основы принятия решений при управлении силами и средствами на пожаре // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. - №9. – С.51-57.

3. А.Н. Денисов, А.А. Лукьянченко, А.В. Соколов, А.Н. Григорьев Исследование факторов, влияющих на управление пожарными подразделениями при тушении пожаров в помещениях // Пожаровзрывобезопасность. – 2011. - №8. – С.48-52.

4. В.В. Терещнев, А.О. Семенов, В.А. Смирнов, Д.В. Тараканов Анализ и поддержка решений при тушении пожаров // Пожаровзрывобезопасность. – 2010. - №5. – С.10-17.

5. Приказ МЧС РФ от 9 января 2013 г. N 3 "Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде"

***В. С. Еловский, В. А. Комельков, М. А. Колбашов, А. Г. Наумов***  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СПОСОБОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ**

Важнейшим конструктивным параметром оросителя установки пожаротушения тонкораспыленной водой является шероховатость поверхности оросителя. При механической обработке материалов, из которых изготавливаются оросители, возникает ряд определенных трудностей.

Как правило, это сплавы, при механической обработке которой трудно получить поверхности с заданными параметрами микронеровностей. При движении жидкости с большими скоростями через отверстия оросителей имеющих высокую степень шероховатости возникают турбулентные потоки, и как следствие на выходе из оросителя неравномерно распыленные струи с неконтролируемым размером частиц.

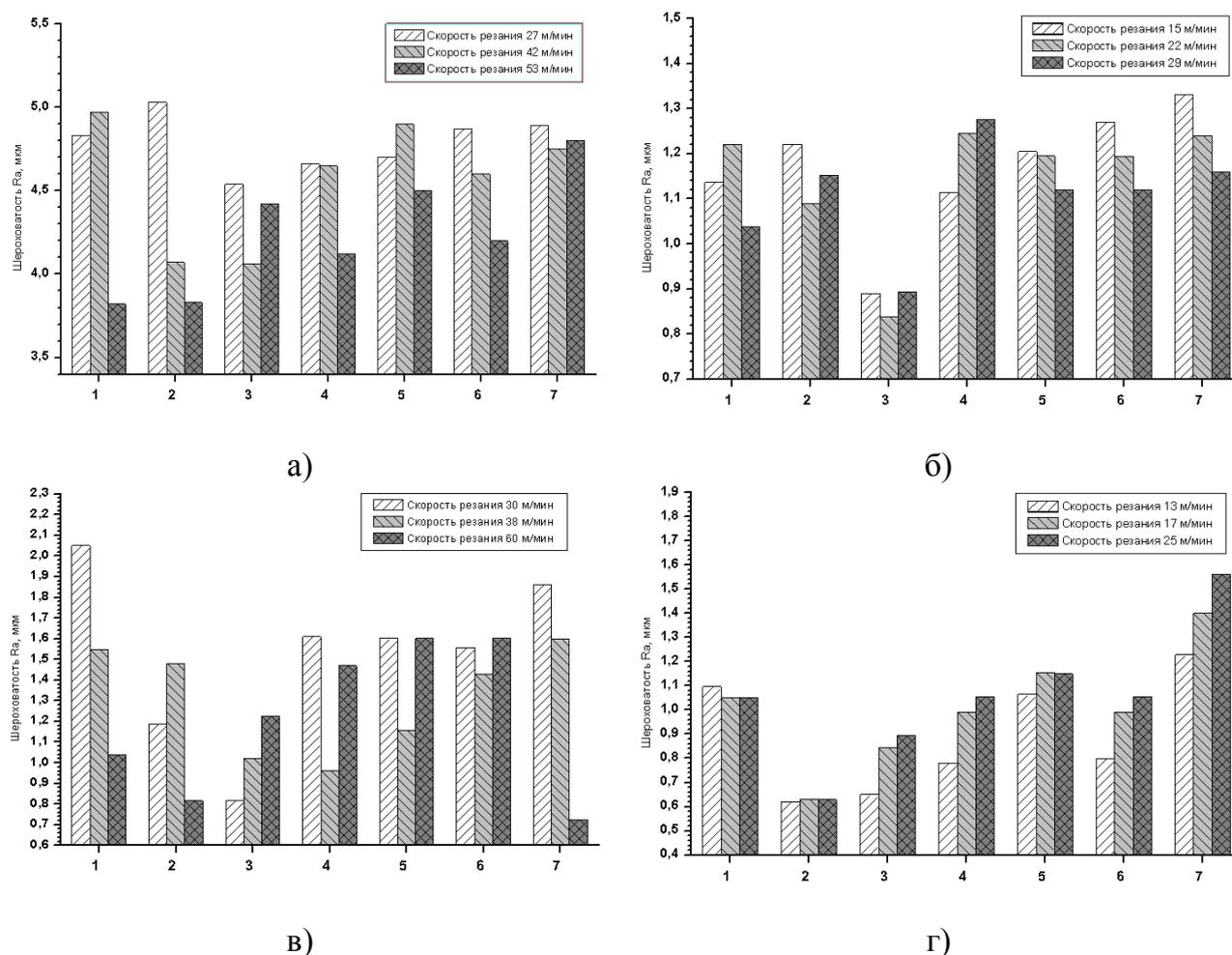
Полученные исследования, описанные в [1,2], показали, что шероховатость поверхности оросителей незначительно влияет на результирующую огнетушащую способность. Вместе с тем прослеживается, что время тушения модельных очагов пожара сокращается там, где выпуск огнетушащего вещества осуществлялся через оросители, имеющие меньшее значение шероховатости поверхности. Качество поверхности определяется шероховатостью поверхности и комплексом физико-химических и механических свойств поверхностного слоя. Чаще всего под качеством поверхности понимается шероховатость поверхности [3], которая оценивается среднеарифметической высотой микронеровностей  $R_a$  или максимальным отклонением микронеровностей профиля  $R_z$ . В результате исследований установлено [3], что влияние СОТС на шероховатость поверхности зависит от его состава, физико-механических свойств обрабатываемого материала и скорости резания.

Один из методов оценки профиля поверхности является метод измерения – движение щупом [4]. Измеряемый параметр - профиль, поверхности получаемый непосредственно. Метод основан на усилении и записывании вертикального перемещения щупа при проходе щупа с постоянной скоростью над поверхностью. Один из наиболее удобных способов регистрации всех особенностей профиля поверхности обеспечивается при помощи профилографа-профилометра.

Действие профилографа-профилометра АБРИС-ПМ7 (Рис.1) основано на ощупывании неравномерностей измеряемой поверхности алмазной иглой и преобразований щупа датчика в колебания электрического напряжения, пропорциональные этим колебаниям. Колебания напряжения обрабатываются в отсчетном устройстве или персональном компьютере по специальной программе и результат обработки выводится в цифровом виде на индикатор отсчетного устройства или в цифровом и графическом виде на экран персонального компьютера [5].



**Рис. 1.** Внешний вид профилографа-профилометра, способ исследования образца



**Рис. 2.** Шероховатость поверхности при обработке резцом из быстрорежущей стали Р6М5 ( $t = 0,5 \text{ мм}$ ,  $S = 0,1 \text{ мм/об}$ ):

а) сталь 45; б) ВТ1-0; в) АМГ-2; г) 12Х18Н10Т;

1 – резание «всухую»; 2 – обдув сжатым воздухом  $P_{\text{пит}} = 0,1 \text{ МПа}$ ;

3 – обдув охлажденным воздухом  $P_{\text{пит}} = 0,1 \text{ МПа}$ ; 4 – обдув ионизированным воздухом

$P_{\text{пит}} = 0,1 \text{ МПа}$ ,  $U = -2 \text{ кВ}$ ; 5 – обдув охлажденным ионизированным воздухом

$P_{\text{пит}} = 0,1 \text{ МПа}$ ,  $U = -2 \text{ кВ}$ ; 6 – обдув ионизированным воздухом  $P_{\text{пит}} = 0,1 \text{ МПа}$ ,

$U = +2 \text{ кВ}$ ; 7 – обдув охлажденным ионизированным воздухом

$P_{\text{пит}} = 0,1 \text{ МПа}$ ,  $U = +2 \text{ кВ}$

Исследования проводились при точении резцами, изготовленными из быстрорежущей стали Р6М5; в качестве обрабатываемых материалов использовались: сталь 45, нержавеющая сталь 12Х18Н10Т, титановый сплав ВТ1-0 и алюминиевый сплав АМГ-2. Шероховатость обработанных поверхностей определялась на базовой длине  $2,4 \text{ см}$  по следующим параметрам: среднему арифметическому отклонению профиля  $R_a$ , наибольшей высоте неровностей профиля  $R_{\text{max}}$ , среднему шагу неровностей профиля  $S_m$ .

Как видно из рис. 2, наименьшее значение шероховатости наблюдается при подаче в зону резания охлажденного СОТС. Один из способов охлаждения СОТС может быть осуществимо в применении «эффекта Пельтье» [2].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еловский В.С., Комельков В.А., Колбашов М.А. Влияние механической обработки оросителей тонкораспыленной воды на дисперсность и качество огнетушащей среды // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: материалы Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 24 апреля 2014 г. – Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2013. -185 с.

2. Еловский В.С., Наумов А.Г., Комельков В.А., Колбашов М.А. Применение «эффекта Пельтье» для увеличения охлаждающей способности смазочно-охлаждающих технологических средств при механической обработке оросителей пожаротушения тонкораспыленной водой// Пожарная и аварийная безопасность: материалы IX Международной научно-практической конференции, Иваново, 20-21 ноября 2014 г. / под общ. ред, канд. техн. наук, доц. И.А. Малого. – Иваново: Ивановский институт ГПС МЧС России, 2014. -412 с.

3. Латышев В.Н. Трибология резания металлов: В 9 ч. Ч. 9, доп. Иваново: Иванов.гос. ун-т, 2004. -90 с

4. Основы трибологии: Учеб. пособие / В.Н. Латышев, В.Б.Коротков; Иванов. Гос. Ун-т. – Иваново, 1989. -80 с.

5. Профилограф-профилометр. Руководство по эксплуатации ПМ7.00.00.000. РЭ

***В. С. Еловский, Н. Н. Сорокин***

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА СКЛАДАХ НЕФТЕПРОДУКТОВ КАТЕГОРИИ III**

На основании статьи 5 [1] каждый объект должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности, система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты включает в себя систему противопожарной защиты.

На основании статьи 51 [1] целью создания систем противопожарной защиты является защита людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара и ограничение его последствий.

Одним из способов защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара на основании статьи 52 [1] является применение автоматических установок пожаротушения и систем пожарной сигнализации.

Наиболее пожароопасными объектами являются склады нефтепродуктов.

К основным причинам пожаров на нефтебазах можно отнести следующие:

1. Переполнение при наливке резервуара, что приводит к предельной концентрации взрывоопасной смеси под верхней крышей резервуара;
2. Короткие замыкания в цепях систем автоматики;
3. Нагрев резервуаров в летний период, особенно в районах с жарким климатом;
4. Статические разряды.

Проблема своевременного обнаружения пожара и его тушения решается путем применения систем пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения. Однако, согласно требованиям нормативных документов п.13.2.6 [2], для наземных и подземных резервуаров объемом менее 5000 м<sup>3</sup> на складах III категории следует предусматривать тушение пожара мобильными средствами пожаротушения. Из всех пожаров на резервуарах свыше 30% происходит на резервуарах объемом менее 5000 кубометров. Автоматическая противопожарная защита для таких резервуаров нормами не предусмотрена. Получить данные по обеспечению пожарной безопасности на данном объекте возможно при расчете сил и средств требуемых на ликвидацию пожара в соответствии с требованиями [6], [7].

Рассмотрим пример возникновения пожара в г. Астрахань, возникновением которого являлись погодные условия. Развитие пожара происходило стремительно и принимало колоссальные размеры. Ввиду расположения под угрозой было более 100 человек, живущих вблизи с данным объектом. На ликвидацию данного пожара было привлечено 30 ед. техники, 154 человека. Более 160 сотрудников полиции осуществляли оцепление.

Таким образом, чтобы ликвидировать данную аварийную ситуацию, требуется большое количество личного состава и техники, что зачастую является немало важной проблемой лишь по той причине, что данные пожары, как правило, являются быстро развивающимися и затяжными, к моменту прибытия подразделений пожарной охраны пожар принимает колоссальные размеры, что является наибольшей трудностью в его ликвидации.

Пожар в резервуаре в большинстве случаев начинается с взрыва паровоздушной смеси в верхней части резервуара, что приводит к подрыву (реже срыву) крыши с последующим горением на всей поверхности горючей жидкости. При этом даже в начальной стадии горение нефтепродуктов в резервуаре может сопровождаться мощным тепловым излучением в окружающую среду, а высота светящейся части пламени составлять 1-2 диаметра горящего резервуара. При пожаре в резервуаре возможно образование так называемых «карманов» (труднодоступных участков), которые значительно усложняют процесс тушения. «Карманы» могут иметь различную форму, площадь и образуются, как на стадии возникновения взрыва, в результате перекоса понтона и крыши, частичного обрушения крыши, так и в процессе развития пожара при деформации стенок резервуара.

Таким образом, исключительно важным фактором с точки зрения величины потерь при пожаре на нефтебазе является его предотвращение и ликвидация в первые секунды аварии, чему может способствовать установка автоматических систем охлаждения.

Решением проблемы, связанной с тушением пожаров на складах нефтепродуктов и нефтеперерабатывающих предприятий, относящихся к категории III, может являться применение автоматических систем газопорошкового пожаротушения взамен устаревшим системам пенного пожаротушения.

Обоснованием данного мероприятия является следующее:

основным недостатком пенного автоматического пожаротушения является его инерционность. Например, горение нефтепродукта распространяется стремительно. Скорость распространения пламени по поверхности быстро увеличивается от 0,5 м/с до 5 м/с. Уже через 10 секунд вся поверхность резервуара, содержащего 1 000 т нефтепродукта, оказывается охвачена пламенем. Через 3-5 минут свободный борт стенки резервуара теряет свою несущую способность, т.е. появляются визуально определяемые деформации из-за прогрева конструкций пламенем. Тем не менее, минимальная инерционность систем пенного пожаротушения составляет более 3-х минут. К моменту начала тушения мы уже имеем дело с развитым пожаром, который в лучшем случае удастся локализовать в пределах обвалования одного резервуара.

Не менее серьезной проблемой является эксплуатация систем пенного тушения в условиях отрицательных температур, а ведь зима в России почти везде длится в среднем полгода. Запас пенообразователя для тушения резервуара объемом 1000 м<sup>3</sup> (около 3 т) и его нужно полностью заменять раз в три года.

Растворы пенообразователя имеют высокую коррозионную активность, что делает системы пенного тушения практически одноразовыми. Затраты на восстановление работоспособности системы пенного тушения после приведения ее в действие сравнимы со стоимостью монтажа системы заново.

Таким образом, несмотря на высокие затраты на монтаж и эксплуатацию систем пенного пожаротушения, эффективность их использования оставляет желать лучшего.

Решение вышеописанных недостатков может быть обеспечено в применении систем газопорошкового пожаротушения. Основные преимущества, которых являются:

1. Незначительное время выхода ОТВ;
2. Существенная экономия огнетушащего вещества;
3. Высокое быстродействие;
4. Длительный срок службы;
5. Работоспособность в температурных пределах -50 - +50;
6. Огнетушащее вещество не оказывает разрушающего воздействия на оборудование и конструкции.

Немаловажным превосходством данного типа пожаротушения является отсутствие потребления воды для работы системы, что дает большой плюс для объектов с дефицитом воды.

Уникальную смесь порошка и углекислого газа концентрацией 200 г/м<sup>3</sup>, которой достаточно для эффективного пожаротушения. Этот показатель в 3,3 раза меньше, чем у пенных аналогов, что позволяет экономить на стоимости и обслуживании данных систем.

Решение охлаждения резервуаров может быть обеспечено стационарными системами охлаждения (кольца орошения), запускаемыми с помощью систем пожарной сигнализации.

Стационарные системы охлаждения, имеющие обеспечение водой от мобильных средств пожаротушения, имеют ряд недостатков в виде времени включения: как было сказано выше, к моменту прибытия пожарных подразделений пожар имеет значительные размеры.

Суть применения автоматической установки охлаждения: охлаждение резервуаров в начальном этапе развития пожара, что дает большую вероятность того, что к моменту прибытия пожарных подразделений резервуар не потеряет своей несущей способности и пожар останется в пределах места возникновения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"
2. СП 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов.
3. Письмо ФГБУ ВНИИПО МЧС России от 31.01.2014 г. №408-11-6-02 «О предоставлении статистической информации по пожарам».
4. Приказ МЧС России от 10 декабря 2008 г. № 760 «О формировании электронных баз данных учёта пожаров (загораний) и их последствий».
5. Приказ МЧС России от 30.12.2011 г. №803. «О внесении изменений в приказ от 10.12.2008 г. № 760».
6. Руководство по тушению нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. - М.: ГУГПС-ВНИИПО-МИПБ, 1999.
7. Наумов А.В. Сборник задач по основам тактики тушения пожаров: учебное пособие /А.В. Наумов, Ю.П. Самохвалов, А.О. Семёнов; под общ.ред. М.М.Верзилина. –Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2010. -159 с.

*М. Г. Есина*

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## **ЗАДАЧА ПОСТРОЕНИЯ ТРАЕКТОРИИ СТРУИ, ПРОХОДЯЩЕЙ ЧЕРЕЗ ЗАДАННУЮ ТОЧКУ**

Гидравлические струи применяются в пожарном деле, при добыче полезных ископаемых, для чистки различных предметов и оборудования. Во всех перечисленных случаях требуется повышенная точность попадания струи в заданное положение. Изучением движением тел, а в данном случае, движения струи, решением задач о начальной скорости и угла наведения струи, необходимых для достижения данной точки на поверхности или в пространстве, занимается баллистика струй.

В технических расчетах баллистики свободных гидравлических струй их траектории описывают с помощью решений дифференциальных уравнений движения материальной точки без учета сопротивления струи [1].

Траектория движения струи описывается системой линейных дифференциальных уравнений второго порядка:

$$\begin{cases} x''_{tt} = 0; \\ y''_{tt} = -g. \end{cases} \quad (1)$$

Начальные условия имеют вид:

$$x(0) = 0, y(0) = 0; x'(0) = v_0 \cos \varphi_0, y'(0) = v_0 \sin \varphi_0. \quad (2)$$

Здесь принято:

$v_0$  – скорость истечения струи из ствола;

$\varphi_0$  – угол наклона оси ствола к горизонту;

$g$  – ускорение свободного падения.

Дважды проинтегрировав уравнения системы (1), получаем следующее решение задачи Коши:

$$\begin{cases} x(t) = v_0 t \cos \varphi_0, \\ y(t) = v_0 t \sin \varphi_0 - \frac{gt^2}{2}. \end{cases} \quad (3)$$

Из первого уравнения системы (3) выразим параметр  $t$

$$t = \frac{x(t)}{v_0 \cos \varphi_0}.$$

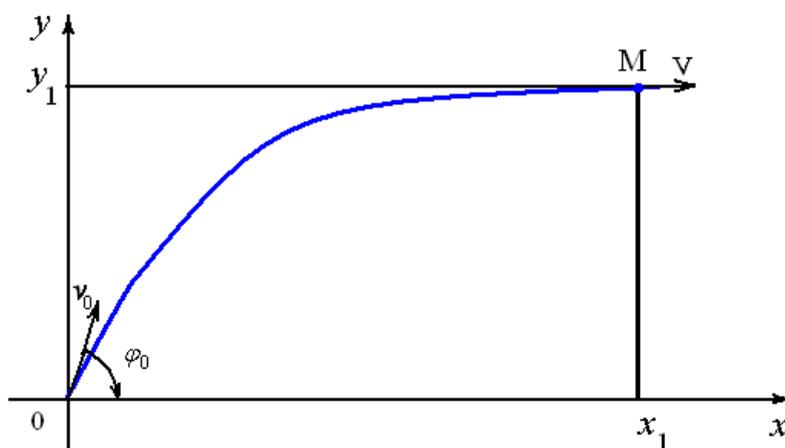
Примем  $x(t) = x$ .

Подставив  $t$  во второе уравнение системы (3), получаем зависимость величины  $y$  от  $x$ :

$$y(x) = x \operatorname{tg} \varphi_0 - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \varphi_0}. \quad (4)$$

*Постановка задачи:*

Производится орошение пожарным ручным стволом некоторого объекта. Известна начальная скорость истечения струи  $v_0$  и угол установки ствола  $\varphi_0$  (рис. 1).



**Рис. 1.** Траектория струи

Пусть скорость  $v_0$  имеет проекции на оси:

$$v_{0x} = \sqrt{2gH} \cos \varphi_0, v_{0y} = \sqrt{2gH} \sin \varphi_0. \quad (5)$$

Требуется найти такие значения  $H$ ,  $\varphi_0$ ,  $x$ , при которых траектория струи, описываемая системой уравнений (3), пройдет через заданную точку  $M(x_1; y_1)$ , при этом накладываются следующие условия: траектория в точке  $M(x_1; y_1)$  должна иметь горизонтальную касательную, а струя должна иметь заданную скорость  $V$ . Предполагаем, что заданная точка  $M(x_1; y_1)$  зафиксирована в пространстве и находится в плоскости движения струи.

Задача сводится к нахождению точки экстремума функции  $y(x)$ , заданной уравнением (4). Для решения задачи, преобразуем квадратичную функцию следующим образом:

$$y(x) = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \varphi_0} \left[ \left( x - \frac{v_0^2}{g} \sin \varphi_0 \cos \varphi_0 \right)^2 - \frac{v_0^4 \sin^2 \varphi_0 \cos^2 \varphi_0}{g^2} \right] \Rightarrow$$

$$y(x) = -\frac{g}{2v_0^2 \cos^2 \varphi_0} \left( x - \frac{v_0^2}{g} \sin \varphi_0 \cos \varphi_0 \right)^2 + \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi_0}{2g}.$$

Получаем точку максимума с координатами:

$$x_{\max} = \frac{v_0^2}{g} \sin \varphi_0 \cos \varphi_0; \quad y_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \varphi_0}{2g}.$$

Для того чтобы искомая траектории проходила через точку  $M(x_1; y_1)$ , необходимо выполнение условий:

$$\frac{v_0^2}{g} \sin \varphi_0 \cos \varphi_0 = x_1; \tag{6}$$

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \varphi_0}{2g} = y_1. \tag{7}$$

Выразим из (7) проекцию начальной скорости на ось ординат:

$$v_0 \sin \varphi_0 = \pm \sqrt{2gy_1}.$$

По условию задачи,  $v_0 \sin \varphi > 0$ .

$$v_0 \sin \varphi = \sqrt{2gy_1}.$$

Подставив полученное выражение в (6), получаем:

$$x_1 = \frac{\sqrt{2gy_1}}{g} v_0 \cos \varphi_0.$$

Учитывая условие, при котором струя должна иметь заданную скорость  $V$ , а траектория в точке  $M(x_1; y_1)$  должна иметь горизонтальную касательную, получаем:

$$v_0 \cos \varphi_0 = V \Rightarrow x_1 = \frac{\sqrt{2gy_1}}{g} V.$$

Так как

$$\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{v_0 \sin \varphi_0}{v_0 \cos \varphi_0} \Rightarrow \operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{\sqrt{2gy_1}}{V}.$$

Итак, получаем аналитическое решение задачи о прохождении струи через заданную точку без учета аэродинамического сопротивления потоку жидкости:

$$x_1 = \frac{\sqrt{2gy_1}}{g} V; \quad \varphi_0 = \operatorname{arctg} \frac{\sqrt{2gy_1}}{V}; \quad H = v_0 \sin \varphi_0 + \frac{V^2}{2g}. \quad (8)$$

Приведем расчеты при скорости струи, равной 10 м/с, 15 м/с, 20 м/с (табл. 1).

**Таблица 1. Значения  $x_1$ ,  $\varphi_0$ ,  $H$  в зависимости от скорости струи и от ординаты  $y_1$  заданной точки  $M(x_1; y_1)$**

$y_1$	$V=10 \text{ м/с}$			$V=15 \text{ м/с}$			$V=20 \text{ м/с}$		
	$x_1$	$\varphi_0$	$H$	$x_1$	$\varphi_0$	$H$	$x_1$	$\varphi_0$	$H$
10	14,28	54,50	15,10	21,42	43,06	21,47	28,56	35,02	30,39
11	14,98	55,78	16,10	22,47	44,42	22,47	29,96	36,31	31,39
12	15,64	56,93	17,10	23,47	45,67	23,47	31,29	37,51	32,39
13	16,28	57,97	18,10	24,42	46,81	24,47	32,56	38,62	33,39
14	16,90	58,92	19,10	25,35	47,87	25,47	33,79	39,66	34,39
15	17,49	59,79	20,10	26,24	48,85	26,47	34,98	40,64	35,39
16	18,06	60,59	21,10	27,10	49,77	27,47	36,13	41,55	36,39
17	18,62	61,32	22,10	27,93	50,62	28,47	37,24	42,42	37,39
18	19,16	62,01	23,10	28,74	51,43	29,47	38,32	43,23	38,39
19	19,68	62,65	24,10	29,53	52,18	30,47	39,37	44,01	39,39
20	20,20	63,24	25,10	30,29	52,89	31,47	40,39	44,74	40,39
21	20,69	63,80	26,10	31,04	53,56	32,47	41,39	45,44	41,39
22	21,18	64,33	27,10	31,77	54,19	33,47	42,36	46,11	42,39
23	21,66	64,82	28,10	32,49	54,80	34,47	43,32	46,75	43,39
24	22,12	65,29	29,10	33,19	55,37	35,47	44,25	47,35	44,39
25	22,58	65,73	30,10	33,87	55,92	36,47	45,16	47,94	45,39

Из таблицы видим, что искомые величины существенно меняются в зависимости от скорости истечения струи, что и должно было наблюдаться, исходя из физического смысла процесса.

Таким образом, рассмотрена задача нахождения значений  $H$ ,  $\varphi_0$ ,  $x$ , при которых траектория струи пройдет через заданную точку  $M(x_1; y_1)$ .

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ольшанский В.П., Халыпа В.М., Дубовик О.А. Приближенные методы расчета гидравлических пожарных струй. – Харьков, «Митець», 2004. – с. 116.

**Б. В. Жуков**

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

## СТАЦИОНАРНЫЕ РОБОТИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ

В настоящее время все большее применение находят стационарные роботизированные комплексы. Пожарный робот (ПР) по всем параметрам соответствует установкам автоматического пожаротушения: обеспечивает автоматическую пожарную сигнализацию защищаемой зоны, определяет координаты загорания и производит автоматическое пожаротушение распыленной водой или пеной. Площадь, которую защищает один пожарный робот, составляет от 5000 до 15000 м<sup>2</sup> при расходе от 20 до 60 л/с соответственно.

Из всех известных направлений в пожарной робототехнике наибольшее практическое применение в настоящее время получили пожарные роботы на базе стационарных пожарных лафетных стволов с дистанционным управлением оснащенные техническим зрением, состоящим из ИК-датчика со сканером и ТВ-камеры, и наделен интеллектom по уровню решаемых задач: распознавание образов, определение координат цели и наведение на очаг загорания, общение с себе подобными и др. Пожарные роботы связаны между собой и центральным пультом информационной сетью и интегрированы в комплексную систему безопасности, образуя в целом Роботизированный пожарный комплекс (РПК).

По своему назначению РПК представляет многофункциональную систему, которая позволяет решать различные задачи противопожарной защиты. Так, например, автоматическая установка пенного пожаротушения с применением роботизированного пожарного комплекса предназначена для обнаружения и тушения пожара с одновременной сигнализацией о работе и состоянии установки в помещении охраны (пожарного поста).

Для охлаждения несущих конструкций здания и объектов защиты, находящихся в непосредственной близости к очагу пожара, может быть использована установка водяного охлаждения с применением роботизированного пожарного комплекса.

При срабатывании адресных автоматических пожарных извещателей пламени или неисправности адресного шлейфа (обрыв или короткое замыкание) на контрольном приборе включаются световая сигнализация с указанием номера шлейфа и внутренняя звуковая сигнализация. Звуковая сигнализация о пожаре отличается по тональности от звуковой сигнализации при неисправности шлейфа. Блок сопряжения интерфейсов передает сигнал о пожаре на устройство сопряжения с объектом (УСО) роботизированного пожарного комплекса, и начинается запуск программы тушения пожара. УСО обеспечивает выбор пожарных роботов, уточнение угловых координат очага пожара и подачу воды и пенообразователя в соответствии с заданной программой.

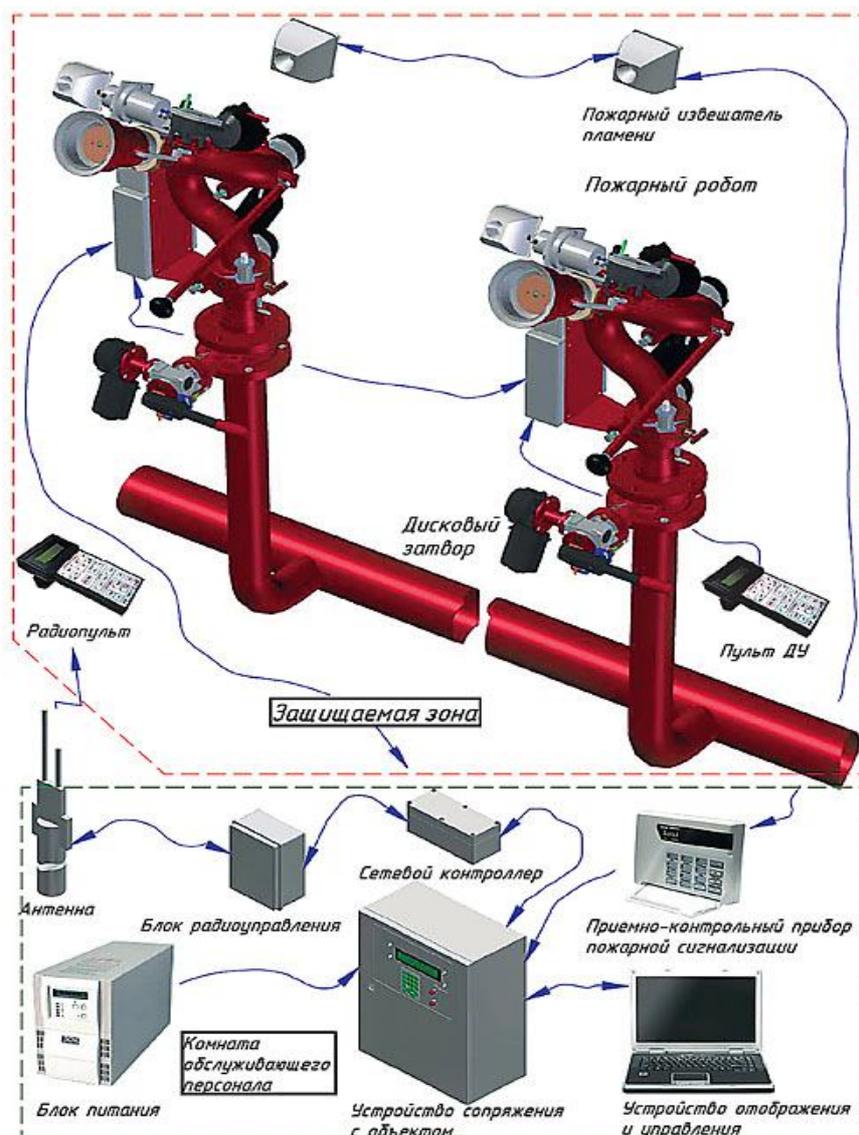
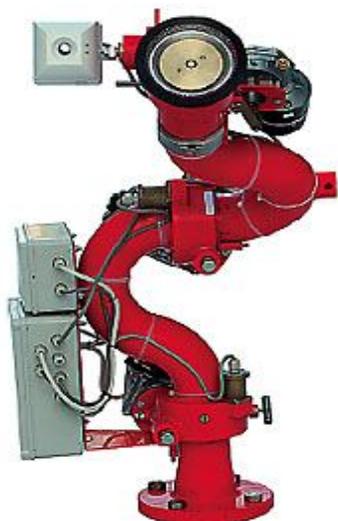


Рис. 1. Общая схема роботизированного пожарного комплекса пожаротушения



**Рис. 2.** Пожарный робот ПР-ЛСД-С40У-ИК с программным управлением и ИК-сканером



**Рис. 3.** Пожарный робот ПР-ЛСД-С40У-ИК-ТВ с программным управлением, ИК-сканером, телекамерой

Возможны 3 варианта работы роботизированных пожарных комплексов: дистанционный, автоматический, автоматизированный.

– Первый вариант может применяться в сочетании со вторым и третьим, когда оператор изменяет сценарий работы роботизированного пожарного комплекса с целью повышения эффективности тушения пожара.

– Второй вариант рекомендуется использовать для обеспечения пожарной защиты объекта при отсутствии дежурного персонала.

– Третий вариант отличается от второго тем, что разрешение на поиск очага пожара, открытие дисковых затворов и включение выходов УСО санкционирует оператор.

Этот вариант рекомендуется использовать как постоянный режим работы установки при наличии дежурного персонала. Проектом предусматривается работа установки пенного пожаротушения во всех режимах, установки охлаждения – в ручном и дистанционном режимах. При необходимости охлаждения строительных конструкций, находящихся вблизи очага пожара, осуществляется подача воды с использованием не более 2-х роботов.

### **Автоматический режим работы роботизированного пожарного комплекса**

Решение о работе роботизированного пожарного комплекса в автоматическом режиме принимает оператор на пункте круглосуточного дежурства. Если оператор не передал в систему сигнал о контроле за состоянием объекта после получения сигнала «Пожар» в течение 5 минут, то пожаротушение роботизированным пожарным комплексом запускается автоматически.

Для видеоконтроля на ПР устанавливается ТВ-камера, которая вместе с ПР наводится на очаг загорания и передает оператору видеoinформацию на экране монитора о состоянии объекта в данной зоне для принятия решений.

Программой роботизированного пожарного комплекса осуществляется следующий алгоритм работы в автоматическом режиме для ПР с устройством обнаружения загорания:

а) при срабатывании адресного извещателя пламени приемно-контрольный прибор передает в УСО сигнал «Пожар» и номер сработавшего извещателя;

б) по этому сигналу УСО формирует управляющие сигналы на наведение соответствующих ПР, не менее 2-х, в заданную зону;

в) при вхождении ПР в заданную зону включается программа поиска очага загорания, а устройства обнаружения загорания при наведении на очаг загорания выдают сигналы в УСО о его координатах;

г) УСО при получении сигналов от 2-х ПР определяет координаты очага загорания в трехмерной системе координат и формирует программу тушения очага загорания;

д) при запуске роботизированного пожарного комплекса для пожаротушения УСО формирует команды:

– на отключение технологического и электротехнического оборудования (при необходимости), вентиляции и включение системы оповещения людей о пожаре;

– на включение ПР;

ж) блок управления ПР корректирует положением диска затвора давление на ПР в пределах расчетного;

з) в пожаротушении очага загорания участвуют не менее 2-х стволов;

и) при небольших расстояниях, до 15 м, пожаротушение производится под заданным углом распыливания, при больших расстояниях пожаротушение производится по площади сплошными струями.

### **Дистанционный режим работы роботизированного пожарного комплекса**

Управление осуществляется с пульта дистанционного управления (ПДУ), подключенного к соединительной коробке ПР или к разъему УСО, или пульта радиуправления (ПРУ) в зоне действия радиосигнала. Предоставляется возможность выполнения следующих команд:

- выбор ПР для управления;
- открытие/закрытие дискового затвора и соленоидного клапана;
- наведение ПР (перемещение в горизонтальной и вертикальной плоскостях);
- установка скорости перемещения ПР - 8 значений скорости;
- изменение угла факела струи;

- задание программного режима (построчное сканирование сферического прямоугольника) и запись параметров программного режима в энергонезависимую память ПР - 8 программ;
- запуск/остановка программного режима;
- установка пределов перемещения ПР в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Обеспечивается вывод информации на дисплей ПДУ или ПРУ о состоянии контролируемого ПР:

- значение установленной скорости ПР;
- значение величины тока работающего электропривода;
- значение давления воды;
- информация о работе электроприводов;
- состояние дискового затвора («открыто»/»закрыто»);
- информация об аварийном состоянии.

### **Роботизированный пожарный комплекс с азотно-водяным пожаротушением**

Роботизированный пожарный комплекс с азотно-водяным пожаротушением относится к роботизированным установкам пожаротушения. Задачей изобретения является создание устройства со значительно сниженным расходом воды, с применением альтернативного доступного огнетушащего вещества, без капиталоемкой насосной станции, источника водоснабжения и электрической подстанции. Для этого в устройство дополнительно установлены генератор азота и эжектирующие устройства. Генератор азота соединен с ресивером, содержащим азот под рабочим давлением, подключенным к пожарному трубопроводу для подачи азота к лафетным стволам. Эжектирующие устройства подают воду в поток азота, встроены в поточную часть насадка лафетных стволов, соединены с емкостями, подключенными к водопроводу. Техническим результатом изобретения является значительное снижение расхода воды, которая эжектируется в небольшом количестве и в распыленном виде находится в струе азота, являющегося в свою очередь доступным эффективным средством пожаротушения, пополняемым из окружающего воздуха. Кроме того, изобретение позволяет не применять в устройстве такие капитальные сооружения, как насосные станции, источники водоснабжения, электрические подстанции.

Пожарные роботы относятся к автоматическим установкам пожаротушения (АУП), считаются одним из самых надежных средств борьбы с пожарами: они приводятся в действие по объективным показателям и обеспечивают оперативное тушение очага возгорания в его начальной стадии без участия человека.

*В статье использованы разработки инженерного центра пожарной робототехники "ЭФЭР" в сотрудничестве с ФГУ ВНИИПО МЧС России.*

**Б. В. Жуков**

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

## **САМЫЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ СРЕДСТВА ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ**

На сегодняшний день одним из самых эффективных средств тушения пожаров являются установки автоматического пожаротушения с различными огнетушащими веществами. При выборе оптимального варианта управления автоматическими установками пожаротушения и выборе огнетушащего вещества, как правило, руководствуются нормами, техническими требованиями, особенностями и функциональными возможностями защищаемых объектов.

Рассмотрим разновидности используемых в автоматизированных системах пожаротушения огнетушащих веществ: вода, пена, газ, порошок, аэрозоль.

### **Водяное пожаротушение**

Наиболее доступным и распространенным средством пожаротушения является обыкновенная вода. Но количество выливаемой воды при тушении пожара иногда наносит ущерб не меньший, чем сам пожар. К тому же, есть вещества, где вода может стать катализатором еще большего пожара или ее применение не столь эффективно. Все большее распространение, как разновидность водяного пожаротушения, получает мелкодисперсная вода. В некоторых случаях она может заменять дорогое газовое пожаротушение. Вода в данных установках через специальные насадки превращается в водяной туман, который заполняет объем защищаемого помещения и эффективно воздействует на очаг возгорания, не нанося ущерба оборудованию, мебели и человеку.

Одна из последних подобных разработок — модульная установка пожаротушения тонкораспыленной водой "Микрофог" (ОАО "МГП Спецавтоматика"), являющаяся альтернативой хладоновым системам. Разработчикам, путем расчетов и экспериментов, удалось добиться оптимальной пропорции воды и газовытеснителя, что позволило создать необходимый размер частиц водяного тумана, наиболее эффективный для тушения. На установку получен сертификат пожарной безопасности, и оборудование полностью соответствует всем российским нормативным документам.

### **Пенное пожаротушение**

Принцип действия систем пенного пожаротушения основан на сочетании свойства воды эффективно охлаждать горящие материалы, и способности пены покрывать эти материалы и перекрывать доступ кислорода в зону горения. Такие свойства пенного пожаротушения дают возможность тушить таким способом не только твердые материалы, но и горючие жидкости. Недостатком системы пенного пожаротушения является невозможность работы при отрицательных температурах.

Пенное пожаротушение получило наибольшее распространение в нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих отраслях, а также в разного рода хранилищах нефтепродуктов. В зависимости от химического состава пены, определяющего ее назначение, она не всегда бывает безвредной, и слив такой пены в канализацию не возможен. Необходима утилизация отходов после пожара, что затрудняет ее широкое распространение и повсеместное использование. Хотя, в последние годы появились концентраты пены, которые применяются для пожаротушения в городских условиях, например в транспортных тоннелях. Их можно сливать в канализацию (утилизировать).

### Газовое пожаротушение

Несмотря на высокую стоимость, наиболее эффективными для использования в системах пожаротушения, с наименьшим нанесением вреда при тушении пожара для помещений с любым производственным и техническим назначением, являются автоматические установки газового пожаротушения (АГПТ).

Применение газов полностью исключает возникновение короткого замыкания в системе электропроводки, что также важно в современных зданиях и сооружениях. Уникальная способность газа проникать через щели в самые недоступные места и эффективно воздействовать на очаг возгорания, получила самое широкое распространение при использовании огнетушащих газов в автоматических установках газового пожаротушения во всех областях человеческой деятельности.

По своему составу газы бывают практически безвредные для здоровья человека, условно вредные (вытесняют кислород из защищаемого помещения при пожаре) и вредные. Безвредные газы можно удалять из помещения после пожара через общеобменную вентиляцию. Условно вредные и вредные должны удаляться через специальные отдельные системы дымоудаления.

Электрическая часть установок газового пожаротушения, в зависимости от поставленных задач, может строиться на автономных автоматических установках газового пожаротушения с выводом информации на специализированный диспетчерский пульт.

Имея богатый опыт в проектировании таких систем разрабатывается и производится оборудование для укомплектования автоматических установок газового пожаротушения. Одна из новинок — станция ППК УП СА-2224 для автономных установок газового пожаротушения на одно направление.

Стандартный комплект СА-2224 рассчитан на запуск четырех пусковых устройств с возможностью расширения через выносные блоки МП-1 до 16-ти пусковых устройств. Вывод информации осуществляется на диспетчерский пульт ТВ-1 на четыре направления. Системы автоматического газового пожаротушения с большим количеством направлений или с применением огнегасительных станций на базе адресно-аналоговых станций серии 7000 ППК УП СА-7100 и 7200.

Одной из особенностей систем АГПТ в автоматическом режиме является использование адресно-аналоговых и пороговых пожарных извещателей в качестве приборов, регистрирующих пожар, по сигналу которых производится выпуск огнетушащего вещества. Адресно-аналоговые датчики дыма и тепла, контролируемые защищаемое помещение, постоянно опрашиваются станцией управления пожаротушением. Прибор отслеживает рабочее состояние датчиков и их чувствительность (в случае снижения чувствительности датчика станция автоматически компенсирует ее путем установки соответствующего порога). При использовании безадресных систем поломку датчика или потерю его чувствительности определить нельзя. Считается, что система находится в рабочем состоянии, но, в действительности, станция управления пожаротушением в случае реального возгорания должным образом не сработает. Поэтому при установке систем автоматического газового пожаротушения предпочтительно использовать именно адресно-аналоговые системы. Их относительно высокая стоимость компенсируется безусловной надежностью, снижением риска возникновения возгорания и ложных срабатываний с выпуском огнетушащего вещества на защищаемом объекте.

### **Порошковое пожаротушение**

Порошковое пожаротушение в последние годы получило достаточно широкое распространение в силу своей доступности и эффективности при воздействии на открытый огонь.

Установки автоматического порошкового пожаротушения строятся аналогично автоматическим установкам газового пожаротушения, по тем же нормам и правилам. Установки автоматического порошкового пожаротушения предназначены для локализации и тушения пожаров классов А, В, С и электрооборудования под напряжением до 1000 В промышленных, складских, жилых, торговых, административных помещениях, гаражах и других объектах. Выбрасываемый при срабатывании модуля порошок не оказывает вредного воздействия на одежду и тело человека, не вызывает порчу имущества и легко удаляется протиркой, пылесосом или водой.

Тушение пожара с помощью выброса особых порошков весьма эффективно, особенно на ранней стадии возгорания. Такие системы просты в эксплуатации, экономичны, но обладают одним минусом: при распылении порошка в помещении снижается видимость, поэтому одновременно проводить тушение и эвакуацию весьма затруднительно.

Все электрические пусковые устройства в автоматических системах пожаротушения в соответствии с требованиями НПБ 88-01 должны контролироваться на обрыв. Как правило, защита автоматической установкой порошкового пожаротушения больших помещений предполагает установку большого количества порошковых модулей (МП).

В настоящее время управляющие станции автоматических установок порошкового пожаротушения при больших количествах порошковых модулей производят, в основном, контроль на обрыв своего пускового шлейфа, а не пусковых устройств самих порошковых модулей.

В настоящее время разработано и выпущены специальные модули для индивидуального контроля и запуска порошкового модуля типа "Буран" и других порошковых модулей с аналогичными параметрами пусковых устройств. Контролирующие оконечные устройства КУ-1 для индивидуального контроля и запуска порошковых модулей (МП) легко встраиваются в любые адресные или безадресные системы пожарной сигнализации. Устройство КУ-1 имеет сертификат безопасности.

### **Аэрозольное пожаротушение**

Аэрозольное пожаротушение – это способ тушения пожара с использованием продуктов, образующихся в процессе горения аэрозольной смеси. Такие продукты горения имеют мощные возможности по локализации очагов пожара. Аэрозольные системы сокращают распространение огня на территории за счет прямого действия на источник возгорания в момент его появления.

Аэрозольная смесь содержит в себе определенные химические вещества. При их горении возникает горячий поток смешанных газов и твердых частиц. Эта горячая струя обладает гасящими способностями. Тушение происходит вследствие остановки цепных реакций в эпицентре возгорания.

Недостаток этого способа пожаротушения заключается в снижении видимости, а так же в запрете действия аэрозольных систем пожаротушения вблизи мест хранения взрывоопасных веществ.

В силу многих причин этот способ пожаротушения не получил столь масштабного распространения, как он того заслуживает. Тем не менее на ряде объектов использовала при проектировании для защиты помещений от пожара аэрозольное пожаротушение. Одним из таких объектов в городе Москве является "РОСДРАГМЕТ", хранилища которого защищены автоматическими установками аэрозольного пожаротушения.

Системы управления пожаротушением могут быть как автономные, так и встроенные, интегрированные в систему пожарной сигнализации. В современных системах автоматической пожарной защиты здания используются все самые современные технологии пожаротушения, а также новейшие аппаратно-программные средства пожарной сигнализации, оповещения людей о пожаре и управления инженерными системами пожарной автоматики.

Автоматические системы пожаротушения служат для быстрого реагирования на признаки возгорания и предотвращения пожара. Целью применения автоматических установок пожаротушения является локализация и тушение очагов возгорания, сохранение жизней людей и животных, а также недвижимого и движимого имущества.

Использование подобных средств является наиболее эффективным методом борьбы с пожарами. В отличие от ручных средств пожаротушения, они создают все необходимые условия для результативной и оперативной локализации пожаров с минимальным риском для здоровья и жизни.

*При разработке статьи использован рекламный продукт компании ОАО "МГП Спецавтоматика", разрабатывающей и производящей собственное оборудование для укомплектования автоматических установок газового пожаротушения.*

**Б. В. Жуков**

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

## **ВЕРТОЛЕТ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ НА НЕБОСКРЕБАХ**

В настоящее время для эффективного пожаротушения внедряется вертолет соосной схемы расположения несущих винтов Ка-32А11ВС, оборудованный системой горизонтального пожаротушения.

Этот вертолет является уникальным и высокоэффективным инструментом борьбы с пожарами на верхних этажах высотных зданий и небоскребов.

При работе в зоне пожара в условиях нестабильной атмосферы соосная схема несущей системы противопожарного Ка-32А11ВС обладает рядом преимуществ по стабилизации висения и маневренности вертолета, что позволяет ему осуществлять высокоточное пожаротушение, зависая максимально точно над очагом возгорания.



Ка-32А11ВС отличается простотой и точностью управления, достигаемых за счет использования соосной схемы расположения несущих винтов. Отсутствие рулевого винта и сокращение длины хвостовой балки до габаритов несущих винтов облегчает маневрирование вблизи препятствий и позволяет добиться исключительной точности висения даже при работе в зоне пожара и в условиях нестабильной атмосферы. Высокая энерговооруженность позволяет перевозить до 5 тонн воды.

Вертолет способен вести длительную работу в условиях сильной задымленности и запыленности. Ка-32А11ВС может тушить пожары на нефтеналивных танкерах и баках, предприятиях топливной, химической и нефтеперерабатывающей промышленности, в районах добычи нефти и газа, на верхних этажах и крышах высотных зданий.

Вертолет может применяться также для создания защитных полос при лесных пожарах. В комплект противопожарного оснащения Ка-32А11ВС входит большой перечень дополнительного специализированного оборудования: водяная пушка для горизонтального пожаротушения, подвесные баки для воды (противопожарные системы «Vambi Bucket», «Simplex»), водосливные системы типа ВСУ-5.

Российский вертолет Ка-32А11ВС сертифицирован в Китае; получил сертификаты летной годности в крупнейших регионах мира — в Америке, Азии и Европе.

Сегодня вертолеты типа Ка-32 различных модификаций успешно эксплуатируются в Испании, Португалии, Швейцарии, Канаде, Южной Корее, на Тайване, в Японии, Китае и в других странах. Только в Южной Корее парк Ка-32 превышает 60 единиц, — их успешно применяют в «лесной авиации» для тушения пожаров, а также в авиации ВМС.



В Китае в настоящее время эксплуатируется один Ка-32А11ВС, который выполняет задачи китайского Института полярных исследований.

Ка-32А11ВС — многоцелевой вертолет соосной схемы, разработанный ОКБ Камова, входящем в холдинг «Вертолеты России». Ка-32А11ВС предназначен для перевозки людей и грузов в транспортной кабине, а также крупногабаритных грузов на внешней подвеске, строительно-монтажных операций, трелевки леса, выполнения поисково-спасательных и аварийно-спасательных работ, эвакуации больных и пострадавших, патрулирования и поддержки операций спецслужб, тренировки летчиков и для других целей. Вертолет успешно эксплуатируется в условиях плотной городской застройки, труднодоступной горной и лесистой местности. Способен приземляться на палубы малотоннажных судов, площадки буровых установок, а также на неподготовленные, труднодоступные точки. Управляется одним пилотом, а кабина может быть оснащена дополнительным функциональным оборудованием. Серийное производство Ка-32А11ВС налажено на ОАО «Кумертауское авиационное производственное предприятие». На сегодняшний день построено свыше 140 машин, которые эксплуатируются более чем в 30 странах мира.

*При разработке статьи использована информация из сертификатов летной годности в крупнейших регионах мира — в Китае, Америке, Азии и Европе.*

*Е. В. Зарубина,<sup>\*</sup> А. М. Полякова,<sup>\*</sup> В. А. Комельков,<sup>\*</sup> А. Г. Наумов,<sup>\*,\*\*\*</sup>  
Т. В. Шмелева<sup>\*\*</sup>*

<sup>\*</sup> ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

<sup>\*\*</sup> ФГБОУ ВО Ивановский политехнический университет

<sup>\*\*\*</sup> ФГБОУ ВПО Ивановский государственный университет

## **РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ НАДЕЖНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ**

На пути трубопроводов, особенно большой протяженности, встречается много препятствий естественного и искусственного происхождения: водные преграды, транспортные магистрали, пересеченность местности (горная складчатость, холмы, овраги и т.д.), другие трубопроводы. Для их преодоления на трубопроводах делаются отводы, позволяющие повторять изгибы местности или возвышаться над препятствиями. Аварии, происходящие на трубопроводах, в этих местах имеют наиболее опасные последствия, так как в случае выброса или разлива транспортируемый продукт может покрыть собой большие площади, поразив их и вызвав вторичные последствия аварии (взрывы, пожары, нарушения экологии и др.). Возможны также нарушения транспортного сообщения, энергоснабжения, функционирования предприятий. Серьезной проблемой при локализации и ликвидации последствий ЧС на трубопроводах при преодолении ими препятствий является затрудненность доступа к месту утечки. Если позволяют условия, то подъем к аварийному участку осуществляется с использованием специальной техники.

По протяженности подземных трубопроводов для транспортировки нефти, газа, воды и сточных вод Россия занимает второе место в мире после США. Однако нет другой страны, где эти трубопроводные магистрали были бы так изношены. По оценкам специалистов МЧС России, аварийность на трубопроводах с каждым годом возрастает и в XXI век эти системы жизнеобеспечения вошли изношенными на 50-70%. Утечки из трубопроводов приносят стране огромный экономический и экологический ущерб. Особенно большое количество аварий происходит в городах в результате утечек воды из изношенных коммуникаций – канализационных, тепловых и водопроводных сетей. Из разрушенных трубопроводов вода просачивается в грунт, повышается уровень грунтовых вод, возникают провалы и просадки грунта, что ведет к затоплению фундаментов, и в конечном счете грозит обрушением зданий.

Согласно правил противопожарного режима в Российской Федерации п. 55 [1] противопожарный водопровод должен находиться в исправном состоянии и обеспечивать требуемый по нормам расход воды на нужды пожаротушения.

Целью испытаний сетей противопожарного водоснабжения на водоотдачу является определение фактических расходов воды, используемой для пожаротушения, и оценка их соответствия требованиям. Проверка работоспособности и водоотдачи сетей внутреннего противопожарного водопровода (вводы, обводные линии у водомеров, водопроводная сеть со стояками, пожарные краны, электромагнитные задвижки, насосы-повысители и наружного водопровода (гидранты, колодцы гидрантов) используемого для тушения пожара, пожарных гидрантов проводится перед приемкой их в эксплуатацию, по завершении ремонтных работ, а также не реже чем через каждые 6 месяцев при инвентаризации противопожарного водоснабжения (в весенне-летний и осенне-зимний периоды). А также специалисты проводят еще и визуальный осмотр противопожарного водопровода, его соединений и сварных узлов.

Но ни один из этих методов не дает возможности осуществить долгосрочный прогноз работоспособности противопожарного водопровода.



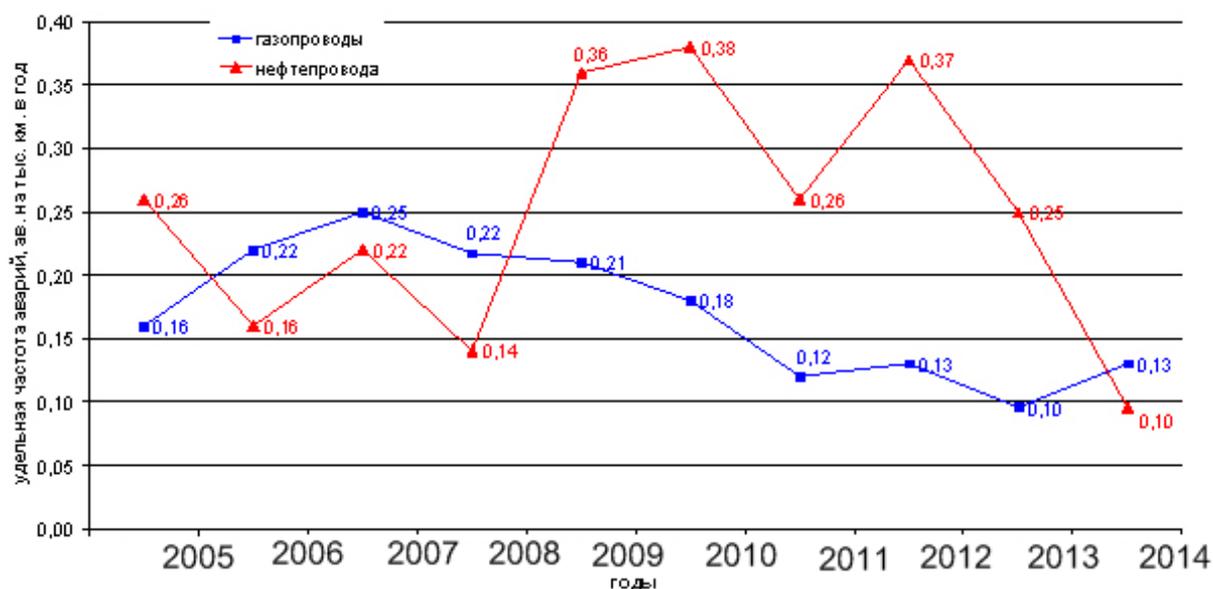
**Рис. 1.** Распределение общего числа разрушений трубопроводов в зависимости от вызвавших их причин

Основная причина аварий как на внутрипромысловых трубопроводах так и наружных – разрывы труб, вызванные внутренней коррозией, в большей степени под напряжением. За период с 1999 г. по 2009 г. из общего числа аварий по причине стресс-коррозии было 42 %. В 2014 г. на ее долю приходится уже 47,4% от всех аварий. К тому же расширяется география проявления коррозии под напряжением. Износ внутрипромысловых трубопроводов достигает 80%, поэтому частота их разрывов на два порядка выше, чем на магистральных, и составляет 1,5 – 2,0 разрыва на 1 км.

Другой из основных причин выхода из строя является периодическое изменение давления воды в них. В частном случае такого процесса является гидравлический удар, в результате которого могут наблюдаться повреждения труб и другой аппаратуры и арматуры противопожарного водопровода. Проблема надежной работы противопожарных водопроводов, как показывает практика, является весьма актуальной задачей.

В настоящее время для борьбы с пульсациями и колебаниями давления и расхода в трубопроводных системах используют воздушные колпаки, аккумуляторы давления, гасители различных типов, ресиверы, дроссельные шайбы, клапаны сброса и т.п. Они морально устарели, не соответствуют современному развитию науки и техники, малоэффективны, особенно в случае гидроударов и динамики переходных процессов, не отвечают требованиям экологической безопасности, о чем свидетельствует статистика аварийности.

Для сравнения ниже приведена общая статистика аварийности на всех магистральных газо- и нефтепроводах в России за последние 10 лет по данным Ростехнадзора (рис. 2).



**Рис. 2.** Динамика аварийности на объектах магистральных нефте- и газопроводах в России

При всех перечисленных выше воздействиях, в трубопроводе возникают остаточные напряжения (ОН), которые принято называть усталостные напряжения, которые вызваны под действием внешних и внутренних переменных (часто циклических) напряжений, приводящий к изменению свойств материала, образованию трещин, их развитию и разрушению материала за указанное время [3].

Если эксплуатационные нагрузки будут совпадать со знаком остаточных напряжений и их сумма будет выше величины допускаемых напряжений, то изделие может разрушиться при нагрузках ниже запланированных, что чрезвычайно опасно. Из этого следует, что измерение и неразрушающий контроль технологических остаточных напряжений является важнейшей метрологической проблемой.

Разработанная нами компьютерная программа [4] на языке «Delfi», (рис. 3, 4) использовалась, для определения зависимости прочности сварного соединения в противопожарном трубопроводе от статических и усталостных напряжений. Проводимый нами эксперимент позволил определить необходимые параметры трубопровода для обеспечения его безопасной работы. Так как в критических ситуациях при увеличении давления жидкости в трубопроводе может произойти разрушение герметичности шва. Благодаря данной программе сохраняется условие прочности при допуске значения напряжения.

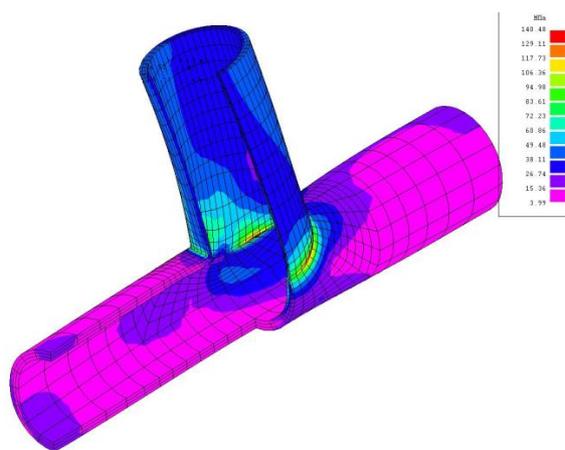


Рис. 3. Виртуальная модель напряжений в трубопроводе

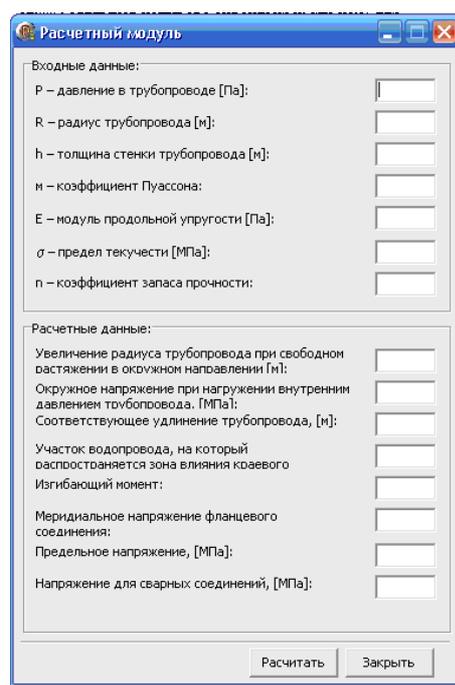


Рис. 4. Расчетный модуль программы

Расчетные значения, заводимые в программу сравнивались с экспериментальными. Экспериментальная установка разработана и изготовлена в рамках выполнения научной работы на кафедре пожарной автоматики (в составе УНК «Государственный надзор») ИПСА ГПС МЧС России с использованием измерительного комплекса СИТОН - ТЕСТ. Рисунок экспериментальной установки показан ниже (рис. 5). Замеры усталостных напряжений производились в шести точках.

Путем проводимых экспериментов нами создается модель определения и контроля надежности трубопроводов и экологической безопасности, в зависимости от воздействий неблагоприятных окружающих факторов.

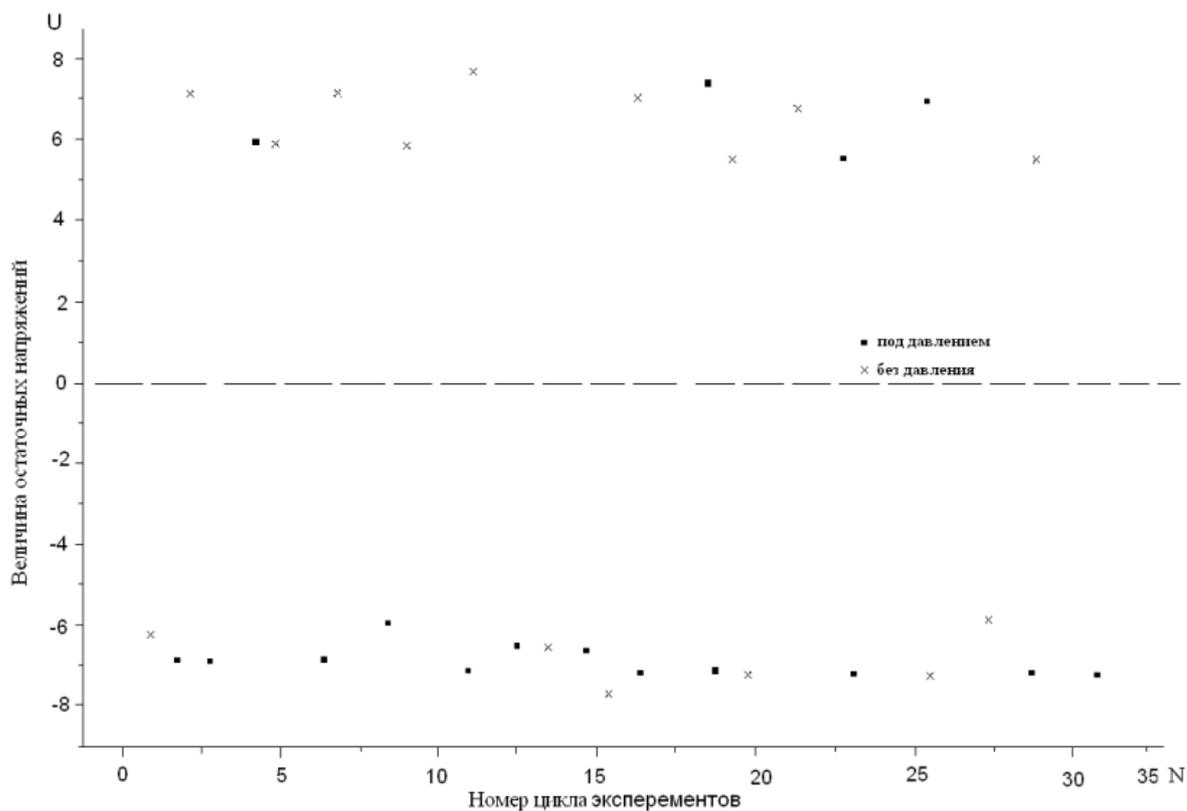


Рис. 5. Сводный график сварного шва испытываемого образца

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утверждено постановлением Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. № 390)
2. Варкова А.А., Жуков Б.В. Местные сопротивления в системах пожарного водоснабжения//Сборник материалов межрегиональной научно-практической конференции молодых ученых г.Иваново ивановский институт ГПС МЧС России 2011 года с. 27-32.
3. Технология приборостроения. Учебное пособие / Валетов В.А., Кузьмин Ю.П., Орлова А.А., Третьяков С.Д., – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008 – 336 с.

*С. Г. Казанцев, Р. М. Шипилов, А. А. Костяев*

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## **К ВОПРОСУ О ЗАЩИТЕ РУКАВНЫХ ЛИНИЙ ПРИ ПРОКЛАДКЕ ИХ ЧЕРЕЗ ДОРОГИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ**

При эксплуатации пожарных рукавов и рукавного оборудования, должны обеспечиваться необходимые безопасные условия работы с ними. Пожарный рукав представляет собой гибкий трубопровод, предназначенный для транспортирования огнетушащих веществ и оборудованный пожарными соединительными головками при эксплуатации на пожарной машине [1].

При прокладке рукавных линий более прочные рукава рекомендуется использовать на начальных участках магистральных и рабочих линий. При этом необходимо выбирать наиболее удобные и кратчайшие пути к позициям ствольщиков. Рукавные линии прокладываются по сторонам улиц и дорог, однако установка разветвлений осуществляется вне проезжей части [2].

Для обеспечения безопасности эксплуатации рукавной линии необходимо избегать прокладки их по острым или горящим (тлеющим) предметам, а также по поверхностям, залитым горюче-смазочными материалами или химическими веществами.

При прокладке рукавной линии к позициям ствольщиков, наиболее опасными участками являются дороги общего пользования. В результате наезда транспортного средства на рукав возможен не только разрыв магистральной линии преимущественно в месте соединения с соединительной головкой, но и возникновение затора автотранспорта, что может привести к осложнению работы пожарных расчётов. Таким образом, необходима разработка эффективных технологий обеспечивающих безопасную прокладку рукавных линий через дороги к месту тушения пожаров.

Целью исследования является поиск путей совершенствования водоснабжения на пожаре, при прокладке рукавных линий через дороги общего пользования, и другие препятствия.

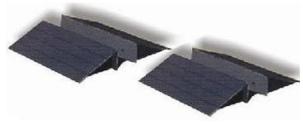
Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- изучить современные технические приспособления для защиты рукавных линий;
- выявить недостатки при использовании технических приспособлений;
- разработать устройство, обеспечивающее безопасную транспортировку огнетушащих веществ через препятствия;
- разработать методику использования устройства;
- определить места и возможности использования устройства;

– выявить эффективность использования устройства пожарными подразделениями при прокладке магистральных линий через дороги, не изменяя при этом пропускную способность дороги.

В настоящее время при прокладке рукавной линии через дорогу, для защиты пожарных рукавов используются рукавные мостики. Рукавный мостик – это устройство для защиты пожарного рукава от повреждений при переезде через него дорожного транспорта [3]. Конструктивно рукавный мостик, представляет собой металлические пластины собранные определенным образом (табл. 1). Рукавные мостики также изготавливаются из смеси натурального и синтетического каучука.

**Таблица 1. Основные виды рукавных мостиков используемых в пожарной охране**

Наименование	Вес, кг	Габаритные размеры, мм	Вид рукавного мостика
Мостик рукавный ДН-НР-3	12	850x300x85	
Мостик рукавный ДН-НР -5	20	1010x300x135	
Мостик рукавный ДН-НСР-4	19	850x300x125	
Мостик рукавный МПР-80	34	700x300x80	
Мостик рукавный МПР-150	40	700x300x150	

При изучении конструкции рукавных мостиков, а также практического их использования, были выявлены ряд недостатков. Данные недостатки могут привести к опасным ситуациям при прокладке рукавной линии через дороги общего пользования:

– недостаточная ширина мостика (при ограниченной видимости или недостаточного опыта водителя возможен проезд мимо мостика, а значит прямой наезд на рукавную линию);

– ширина внутреннего желоба не отвечает требованиям прокладки пожарного рукава диаметром 77 мм (возможно, это результат брака при производстве, либо несоответствии диаметра жёлоба диаметру пожарного рукава, который под давлением увеличивается в объёме);

– конструкция некоторых рукавных мостиков не обеспечивает жесткого сцепления с дорожным покрытием (особенно зимой), (при попытке наезда колесами автомобиля рукавный мостик начинает двигаться вместе с рукавной линией, к этому можно отнести и достаточно крутой угол подъема стенки мостика);

– высота некоторых конструкций мостиков не позволяет свободно проезжать автомобилям с низкой посадкой (клиренсом). При съезде с мостика передними колесами происходит касание бортами автомобиля и дальнейший прокат (протаскивание мостика по покрытию дороги). Не стоит забывать, что клиренс, как правило, измеряется на пустом автомобиле, и это не совсем корректно, так как в салоне при движении автомобиля находится, как минимум, водитель. Например, клиренс Mercedes GLA составляет 157 мм, тогда как при частичной нагрузке официальная цифра составляет 134 мм.

Для подачи большого количества воды от водоисточников в очаг пожара, а также для разгрузки дорог от магистральных линий предлагается использовать модель сборно-разборного металлического трубопровода (рукавный мост) (рис. 1). Рукавный мост представляет собой конструкцию, которая состоит из 4 трубопроводов: двух трубопроводов снабженными головками соединительными муфтовыми ГМ-80 для соединения с магистральными рукавными линиями. Соединение трубопроводов производится быстроразъемными соединениями, обеспечивающими жесткость конструкции. Устойчивое вертикальное положение рукавного моста достигается дополнительными опорами. Для предотвращения раскачивания рукавного моста под действием ветра предусмотрено укрепление с помощью растяжек. Высота рукавного моста составляет 4,5 метра, длина 8 метров (4 сухотруба – каждый по 4 метра).

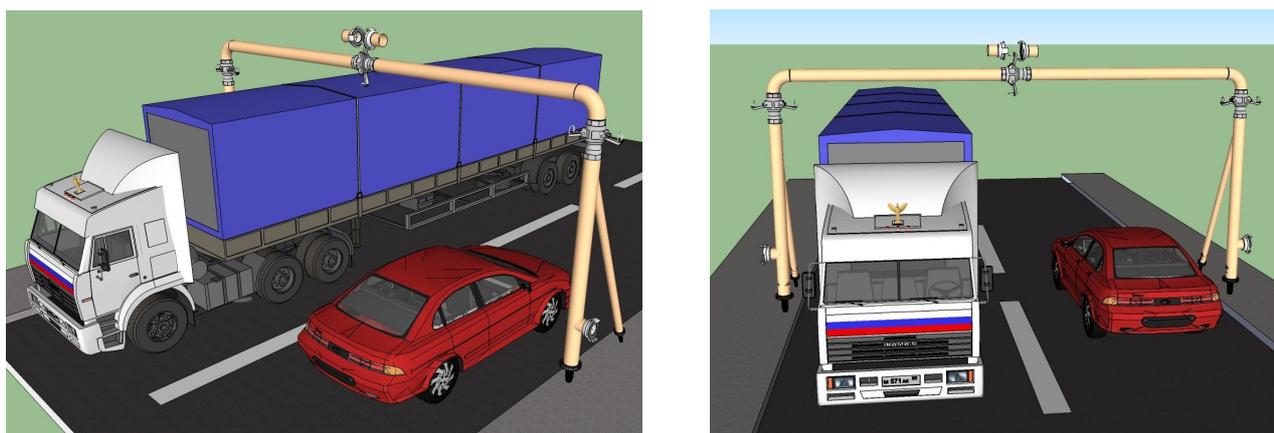


Рис. 1. Модель рукавного моста

Приведение в действие трубопровода включает в себя раскладку труб на трассе, монтаж трубопровода, оборудование переходов, заполнение, а при необходимости и гидроиспытание трубопровода. Темп монтажа определяется протяженностью смонтированного и заполненного водой трубопровода в единицу времени от начала раскладки труб до окончания его заполнения. Раскладка труб, оборудования и монтаж трубопровода осуществляет пожарный расчет из четырех пожарных.

Сборно-разборный металлический трубопровод может быть использован для подачи большого количества воды от водоисточников не только в очаг пожара, он может широко применяться в районах стихийного бедствия, для обеспечения водоснабжением населения, для дегазации и дезактивации местности, сооружений, техники, а также других целей. Рукавный мост обеспечит эффективность действий пожарных подразделений при прокладке магистральных линий через дороги или другие препятствия, не изменяя при этом пропускную способность дороги и не снижая расход огнетушащих веществ.

Успех использования рукавного моста в значительной степени зависит от подготовленности личного состава к работе не только в обычных, но и в особых условиях, например в ночное время суток, а также в зимний период времени. В этих условиях возникает ряд серьезных затруднений, которые могут привести к снижению темпов развертывания рукавного моста и его прямого назначения. Чтобы этого не допустить, необходимо учитывать специфику выполнения работ в особых условиях и соответственно готовить личный состав.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методическое руководство «Методическое руководство по организации и порядку эксплуатации пожарных рукавов». М., 2008.
2. Методические рекомендации по действиям подразделений федеральной противопожарной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ. Приложение к письму МЧС России от 26.05.2010 № 43-2007-18.
3. Система стандартов безопасности труда. Пожарная техника. Термины и определения. ГОСТ 12.2.047-86 (СТ СЭВ 5236-85).

*А. В. Капранов, В. А. Малышев, В. И. Булгаков*  
ФГБОУ ВПО Академия гражданской защиты МЧС России

## **К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ВЫСОТЫ ВСАСЫВАНИЯ НАСОСОВ ПРИ ЗАБОРЕ ВОДЫ ИЗ ПРИРОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

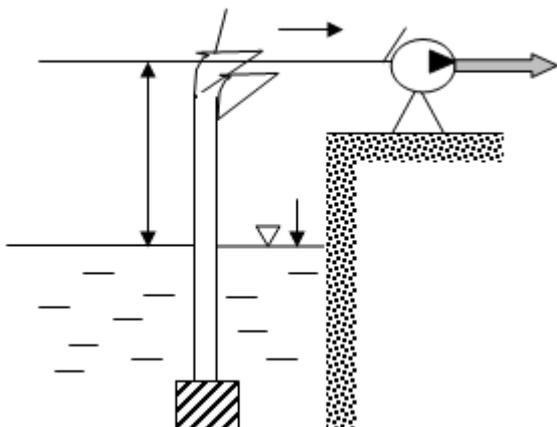
Анализ обстановки в России последних лет показал увеличение количества как техногенных чрезвычайных ситуаций, так и природных. Рост техногенных аварий различных степеней обусловлен выходом из строя устаревшего технологического оборудования и его несвоевременное обслуживание, ремонт и контроль за соблюдением правил эксплуатации.

Главными задачами спасателей при ликвидации чрезвычайных ситуаций являются:

- ведение радиационной, химической и неспецифической бактериологической (биологической) разведки в зонах чрезвычайных ситуаций, а также на маршрутах выдвижения к ним;
- проведение работ по восстановлению объектов жизнеобеспечения населения;
- эвакуация населения, материальных и культурных ценностей из зон чрезвычайных ситуаций;
- обеспечение пострадавшего населения продовольствием, водой, предметами первой необходимости, другими материальными средствами и услугами, жилыми помещениями для временного проживания, а также оказание пострадавшему населению первой помощи.

При ликвидации последствий некоторых чрезвычайных ситуаций различного характера требуется довольно большое количество воды, как для обеспечения личного состава и пострадавшего населения питьевой водой, так и для тушения пожаров. В зависимости от окружающей местности в различных регионах страны, для обеспечения спасательных работ и пострадавшего населения водой в основном используются установки для подачи воды из природных источников. Однако не везде имеются удобные подъезды для мобильных насосных установок к урезу воды, чаще всего машина стоит на берегу на некотором возвышении по отношению к водной поверхности водоема или близко подъехать к водоему не представляется возможным, что ухудшает всасывающую характеристику штатного центробежного насоса, так как высота всасывания центробежных насосов практически не превышает 7- 7,5 м.

Для увеличения высоты всасывания и увеличения давления на входе в насос  $P_{вх}$  предлагается использовать конструктивно измененный всасывающий трубопровод [1] или водоструйные насосы [2].



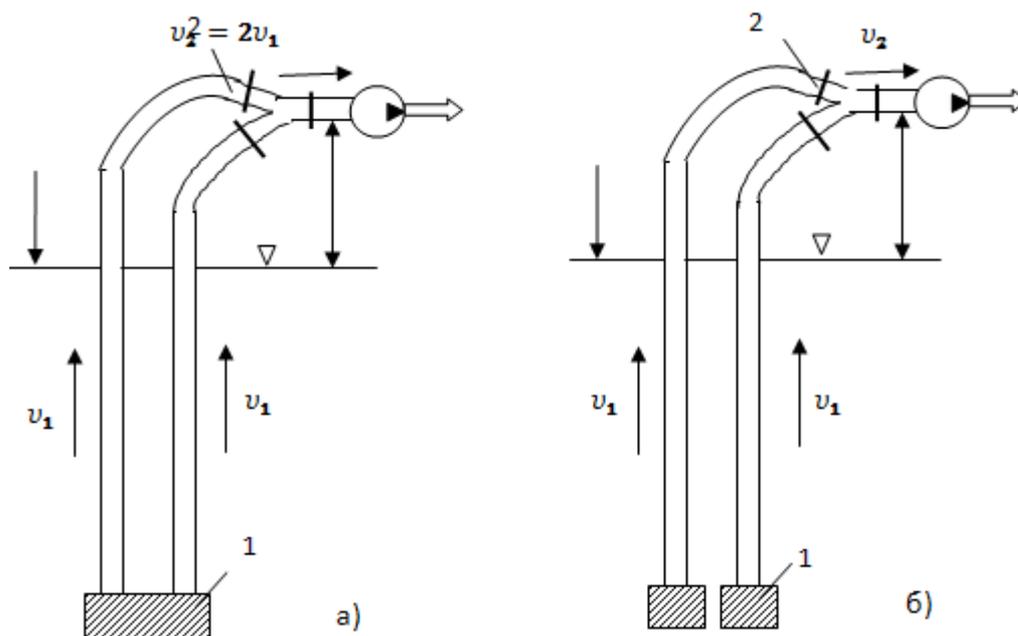
**Рис. 1.** Расчетная схема всасывающего трубопровода

Записав уравнение Бернулли для высоты всасывания получим выражение (1):

$$H_{\text{вс}} = \left( \frac{P_{\text{ат}} - P_{\text{вх}}}{\rho g} \right) - \frac{v^2}{2g} - h_{\text{w} 1-2}, \quad (1)$$

где  $H_{\text{w} 1-2}$  – суммарные потери напора во всасывающей трубе,  
 $v$  – скорость потока жидкости.

В качестве простого эффективного способа увеличения высоты всасывания центробежного насоса мобильных насосных установок, предлагается конструктивно изменить всасывающий трубопровод, в котором вместо одной всасывающей трубы использовать две или более (до 4-х) труб, соединенные параллельно (рис. 2) [3]. При этом всасывающие трубопроводы могут иметь одну защитную сетку (фильтр) с одним обратным клапаном (а) или каждая труба имеет свой индивидуальный всасывающий узел (б) (предпочтительный вариант как наиболее простой и технологичный). При этом непосредственно к насосу в обоих случаях подходит через тройник только одна труба.



**Рис. 2.** Схема параллельного соединения труб во всасывающем трубопроводе:  
 1 – всасывающий узел; 2 – тройник

Как известно, при параллельном соединении труб потери напора на всем участке равны потерям напора в одной трубе. Учитывая, что при одинаковой подаче насоса  $Q$ , скорость движения воды в одной трубе будет в 2 раза меньше (считая трубы одинакового диаметра во всех случаях), а потери напора пропорциональны квадрату скорости, то общие потери напора будут почти в 4 раза меньше, чем при использовании одной всасывающей трубы (без учета дополнительных потерь напора в тройнике).

Для проверки теоретических положений такой зависимости, в качестве примера, проведены практические расчеты, представленные в табл. 1 – 3 [1]. При расчетах использовались паспортные данные по  $h_{вс}$  штатного насоса ПНУ при одной всасывающей трубе, равной 6,5 м.

**Таблица 1. Потери напора во всасывающей трубе,  $h_w$  (Одна всасывающая труба (штатная))**

$L, м$	5	10	15	20
$\zeta_{\text{трубы}}$	0,56	1,13	1,7	2,26
$h_w, м$	1,14	1,24	1,34	1,44

**Таблица 2. Суммарные потери напора во всасывающем узле,  $h_w$  (Две всасывающие трубы, соединенные параллельно)**

$L, м$	5	10	15	20
$\zeta_{\text{трубы}}$	0,6	1,2	1,8	2,4
$h_w, м$	0,385	0,412	0,438	0,465

$\zeta_{\text{трубы}} = \lambda \cdot L/D$  – эффективное сопротивление трубы.

**Таблица 3. Повышение высоты всасывания**

$L, м$	5	10	15	20
$\Delta h_w, м$	0,75	0,83	0,9	0,98

$\Delta h_w$  – величина, показывающая повышение высоты всасывания при параллельно соединенных трубопроводах.

Анализируя полученные результаты, получили, что высота всасывания насоса повышается с уменьшением гидравлических потерь во всасывающем узле, что согласуется с теоретическими положениями, но незначительно. Таким образом, используя данный способ повышения высоты всасывания, можно добиться повышения высоты всасывания центробежного насоса до 1 метра.

Другим эффективным способом забора воды из природных источников является использование насосов с внешним эжектором, которым является водоструйный насос (рис. 3). Преимущество водоструйных насосов заключается в возможности забора жидкости с больших глубин (в зависимости от создаваемого ими напора).

Рассмотрим принцип работы насоса с внешним эжектором [2]. В частности, эжектирующая струя, вырываясь из сопла эжектора, создаёт разрежение в камере всасывания, куда поступает вода из водоема, в который погружен внешний эжектор.

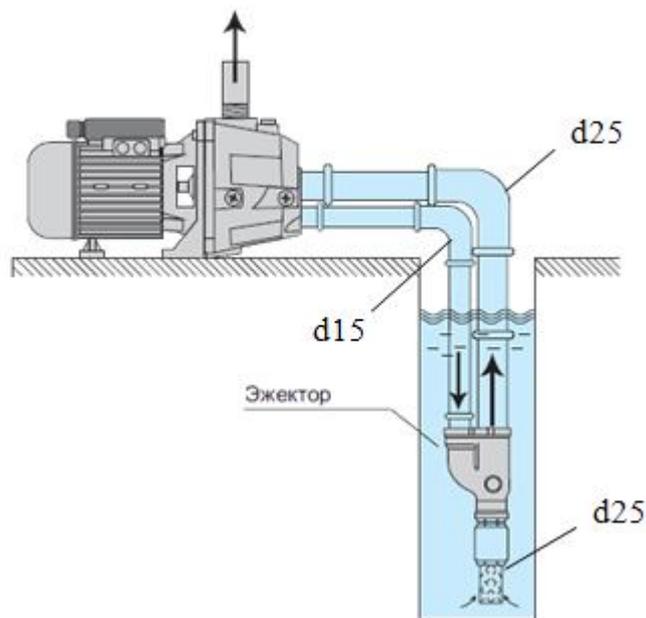


Рис. 3. Насос с внешним эжектором

После смешивания эжектируемой воды с поступающей водой из водоема, вода, пройдя через диффузор, в котором давление в потоке воды повышается, направляется в насос. В насосах с внешним эжектором эжектирующая струя движется в сторону от штатного насоса (вниз) (рис. 3), а поток из камеры смешивания движется в противоположном направлении (вверх к насосу). В такой мобильной насосной установке с эжектором должна находиться дополнительная емкость с водой, обеспечивающая работу эжектора в начальной стадии его работы, в дальнейшем, при работе основного насоса эта емкость должна постоянно подпитываться от него, или необходимо перед началом использования установки делать предварительную заливку всасывающего трубопровода.

Используя известную зависимость по определению коэффициента полезного действия водоструйных насосов (2), можно найти напор  $H_0$ , развиваемый насосом [2]

$$\eta = \frac{Q_n H}{Q_0 H_0} 100, \quad (2)$$

где  $Q_n$  – количество отводимой воды в водосборник,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  
 $Q_0$  – общее количество воды, перекачиваемой насосом,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  
 $H$  – полная высота подъема воды, м;  
 $H_0$  – напор, развиваемый насосом, м;

Из формулы (2), выразим высоту всасывания и полученные результаты расчетов представим табл. 4.

Таблица 4

$Q_{п}, \text{ м}^3/\text{с}$	4,3					
$H, \text{ м}$	60					
$\eta, \%$	15	20	25	30	35	40
$H_0, \text{ м}$	266	200	160	133	114	100
$H_{вс}, \text{ м}$	206	140	100	73	54	40

$$H_0 = \frac{Q_n \cdot H}{\eta \cdot Q_0} \quad (3)$$

Как видно из полученных результатов, водоструйные насосы выгодно использовать в труднодоступных местах для забора воды из природных источников, где невозможно использовать только одни центробежные насосы в виду их недостаточной высоты всасывания.

Таким образом, на основании проделанной работы, можно сделать основные выводы:

1. Предложенные решения по увеличению высоты всасывания насосов из природных источников, могут быть использованы при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

2. Конструктивное изменение всасывающего трубопровода позволяет добиться повышения высоты всасывания до 1 метра, что является недостаточно в различных условиях ликвидации чрезвычайных ситуаций.

3. Наилучшим способом повышения высоты всасывания насоса будет использование дополнительных эжекторных насосов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Капранов А.В., Булгаков В.И. Способ повышения гидравлических характеристик передвижных насосных установок // Актуальные вопросы противопожарного водоснабжения. Сб. Иваново, 2012. – с. 72-75.

2. Александров В.Ю., Климовский К.К. Оптимальные эжекторы. Теория и расчет. – М.: Машиностроение, 2012. – 136 с.

3. Капранов А.В., Булгаков В.И. Способ повышения гидравлических характеристик передвижных насосных установок // Актуальные вопросы противопожарного водоснабжения. Сб. Иваново, 2014.

***В. И. Касаткина***

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

## **ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ОПОВЕЩЕНИЯ**

Система оповещения о пожаре – обязательный атрибут, необходимый любому зданию, так как своевременное уведомление является одним из главных факторов, способствующих успешной эвакуации людей и дающих возможность избежать жертв и травматизма. Инновационные решения в современных системах пожарной сигнализации и оповещения направлены на успешное решение этой задачи.

Пожарная сигнализация – система, включающая в себя определенный набор оборудования, которое выбирается исходя из площади подконтрольной территории, технических характеристик здания, необходимой степени его защищенности, уровня пожарной опасности объекта, вероятности возникновения возгорания (особенно для производственных помещений) и др.

В состав автоматических установок пожарной сигнализации входят:

- датчики для измерения температуры и задымленности воздуха в помещении;
- извещатели для обработки, протоколирования данных и формирования сигнала тревоги;
- контролер, предназначенный для сбора и анализа информации и подачи сигнала тревоги МЧС, на включение системы пожаротушения, дымоудаления, оповещения пожарной сигнализации.

Одним из важнейших звеньев автоматической пожарной сигнализации, от которых во многом зависит эффективность всей системы, являются датчики и извещатели, реагирующие на повышение температуры окружающей среды, скорость этого повышения, а также концентрацию продуктов горения в воздухе и характер ее повышения. Кроме того, датчики пожарной сигнализации определяют наличие в помещении дыма и рост электромагнитного излучения. В итоге работа всей системы автоматической пожарной сигнализации зависит от того, насколько чувствительны и стойки к помехам эти устройства.

По принципу формирования информационного сигнала о проникновении на объект или пожаре извещатели охранно-пожарной сигнализации делятся на активные и пассивные.

- Активные извещатели охранно-пожарной сигнализации генерируют в охраняемой зоне сигнал и реагируют на изменение его параметров.
- Пассивные извещатели реагируют на изменение параметров окружающей среды, вызванное вторжением нарушителя или возгоранием.

В системе охранно-пожарной сигнализации могут применяться извещатели различных типов. Выбор зависит от задач, поставленных заказчиком. В современных условиях изготовителями предлагаются инфракрасные пассивные, магнитоконтактные, извещатели разбития стекла, периметральные активные извещатели, комбинированные активные извещатели и др.

Тепловые извещатели - извещатели, реагирующие на повышение температуры воздуха в помещении. Они подразделяются на точечные, линейные, многоточечные. Точечный извещатель реагирует на факторы пожара в компактной зоне. Тепловые многоточечные извещатели - это автоматические извещатели, чувствительные элементы которых представляют собой совокупность точечных сенсоров дискретно расположенных на протяжении линии. Шаг их установки определяется требованиями нормативных документов и техническими характеристиками, указываемыми в технической документации на конкретное изделие. Существует несколько типов линейных тепловых пожарных извещателей (термокабелей), конструктивно отличающихся друг от друга:

- полупроводниковый - линейный тепловой пожарный извещатель, у которого в качестве сенсора температуры используется покрытие проводов веществом, имеющим отрицательный температурный коэффициент. Данный вид термокабеля работает только в комплекте с электронным управляющим блоком. При воздействии температуры на любой участок термокабеля изменяется сопротивление в точке воздействия. С помощью управляющего блока можно задать разные пороги температурного срабатывания;

- механический - в качестве сенсора температуры данного извещателя используется герметичная металлическая трубка, заполненная газом, а также датчик давления, подключенный к электронному блоку управления. При воздействии температуры на любой участок сенсорной трубки изменяется внутреннее давление газа, значение которого регистрируется электронным блоком. Данный тип линейного теплового пожарного извещателя многоразового действия. Длина рабочей части металлической трубки сенсора имеет ограничение по длине до 300 метров;

- электромеханический - линейный тепловой пожарный извещатель, у которого в качестве сенсора температуры используется термочувствительный материал, нанесенный на два механически напряженных провода (витая пара). Под воздействием температуры термочувствительный слой размягчается, и два проводника накоротко замыкаются.

Дымовые извещатели - извещатели, реагирующие на продукты горения, способные воздействовать на поглощающую или рассеивающую способность излучения в инфракрасном, ультрафиолетовом или видимом диапазонах спектра. Дымовые извещатели могут быть точечными, линейными, аспирационными и автономными. Дымовые извещатели, использующие оптические средства обнаружения, реагируют по-разному на дым разных цветов.

В настоящее время производители предоставляют ограниченную информацию о реакции дымовых извещателей в технических характеристиках. Информация о реакции извещателя включает только номинальные значения реакции (чувствительности) на серый дым, а не чёрный. Часто указывается диапазон чувствительности вместо точного значения.

Принцип действия точечных оптических извещателей основан на рассеивании серым дымом инфракрасного излучения. Хорошо реагируют на серый дым, выделяющийся при тлении на ранних стадиях пожара. Плохо реагирует на чёрный дым, поглощающий инфракрасное излучение.

Линейный -двухкомпонентный извещатель состоящий из блока приемника и блока излучателя (либо одного блока приемника-излучателя и отражателя) реагирует на появление дыма между блоком приемника и излучателя.

Аспирационный извещатель осуществляет принудительный отбор воздуха из защищаемого объёма с последующим мониторингом ультра чувствительными лазерными дымовыми извещателями; обеспечивает сверхраннее обнаружение критической ситуации. Аспирационные дымовые пожарные извещатели позволяют защитить объекты, в которых невозможно разместить пожарный извещатель.

Автономный — пожарный извещатель, реагирующий на определенный уровень концентрации аэрозольных продуктов горения (пиролиза) веществ и материалов и, возможно, других факторов пожара, в корпусе которого конструктивно объединены автономный источник питания и все компоненты, необходимые для обнаружения пожара и непосредственного оповещения о нём. Автономный извещатель также является точечным.

Принцип действия ионизационных извещателей основан на регистрации изменений ионизационного тока, возникающих в результате воздействия на него продуктов горения. Ионизационные извещатели делятся на радиоизотопные и электроиндукционные.

Пожарный ручной извещатель - устройство, предназначенное для ручного включения сигнала пожарной тревоги в системах пожарной сигнализации и пожаротушения.

Проточные пожарные извещатели для обнаружения факторов пожара анализируют среду, распространяющуюся по вентиляционным каналам вытяжной вентиляции.

Автоматические пожарные извещатели в зависимости от возможности их повторного включения после срабатывания делятся на следующие типы:

- возвратные извещатели с возможностью повторного включения извещатели, которые из состояния пожарной тревоги могут без замены каких либо узлов снова вернуться в состояние контроля, если только исчезли факторы, приведшие к их срабатыванию. Они подразделяются на типы:

- извещатели с автоматическим повторным включением - извещатели, которые после срабатывания самостоятельно переключаются в состояние контроля;

- извещатели с дистанционным повторным включением - извещатели, которые при помощи дистанционно подаваемой команды могут быть переведены в состояние контроля;
- извещатели с ручным включением - извещатели, которые при помощи ручного переключения на самом извещателе могут быть переведены в состояние контроля;
- извещатели со сменными элементами - извещатели, которые после срабатывания могут быть переведены в состояние контроля лишь путем замены некоторых элементов;
- извещатели без возможности повторного включения (без заменяемых элементов) - извещатели, которые после срабатывания больше не могут быть переведены в состояние контроля.

Автоматические пожарные извещатели по типу передачи сигналов делятся:

- двухрежимные извещатели с одним выходом для передачи сигнала как об отсутствии так и наличии признаков пожара;
- многорежимные извещатели с одним выходом для передачи ограниченного количества (более двух) типов сигналов о состоянии покоя, пожарной тревоги или других возможных состояний;
- аналоговые извещатели, которые предназначены для передачи сигнала о величине значения контролируемого ими признака пожара, или аналогового/цифрового сигнала, и который не является прямым сигналом пожарной тревоги.

В зависимости от способов выявления тревог и формирования сигналов извещатели и системы охранно-пожарной сигнализации делятся на неадресные, адресные и адресно-аналоговые.

В неадресных системах извещатели имеют фиксированный порог чувствительности, при этом группа извещателей включается в общий шлейф охранно-пожарной сигнализации, в котором в случае срабатывания одного из приборов охранно-пожарной сигнализации формируется обобщенный сигнал тревоги.

Адресные системы отличаются наличием в извещении информации об адресе прибора охранно-пожарной сигнализации, что позволяет определить зону пожара с точностью до места расположения извещателя. Адресно-аналоговая охранно-пожарная сигнализация является наиболее информативной и развитой. В такой системе применяются «интеллектуальные» извещатели охранно-пожарной сигнализации, в которых текущие значения контролируемого параметра вместе с адресом передаются прибором по шлейфу охранно-пожарной сигнализации. Такой способ мониторинга используется для раннего обнаружения тревожной ситуации, получения данных о необходимости технического обслуживания приборов вследствие загрязнения или других факторов.

Кроме этого, адресно-аналоговые системы позволяют, не прерывая работу охранно-пожарной сигнализации, программно изменять фиксированный порог чувствительности извещателей при необходимости их адаптации к условиям эксплуатации на объекте.

Современные системы оповещения о пожаре могут не только транслировать экстренный сигнал, но и отправить SMS-сообщение на определенный номер сотового телефона или удаленный компьютер, подключенный к сети Интернет. Оповещательная система может быть как автономной, так и являться частью комплексной системы противопожарной и общей безопасности. Такая интеграция позволяет значительно повысить эффективность работы охранной системы в целом.

Устройства оповещательной пожарной системы различаются количеством охватываемых зон, возможностью программировать последовательность событий, а также проводить настройки определенных участков системы при помощи компьютера и другим техническим характеристикам. Все оповещательные системы пожарной безопасности имеют одинаковые составляющие:

- модуль коммутации сигналов;
- оборудование для усиления звука;
- системы озвучивания и источники сигнала – микрофон, генератор всеобщего сигнала, радиоприемник, магнитофон или проигрыватель компакт-дисков.

Звуковое сигнализирующее сообщение чаще всего сопровождается специальными световыми сигналами.

Системы оповещения, входящие в состав пожарной безопасности, разделяют на централизованные и локальные. Системы локального оповещения – совокупность устройств, которые принимают сигналы тревоги с внешних датчиков. После этого они транслируются системой в виде текстовых сообщений, приготовленных заранее. Как правило, эти системы состоят из центрального процессора, преобразующего сигналы в речь, усилителя звука и громкоговорителя. Недостатком локального оповещения является невозможность управления эвакуацией в режиме реального времени посредством микрофона.

Централизованная система оповещения работает в автоматическом и полуавтоматическом режимах, благодаря единому модулю управления, на который сигнал может идти с нескольких источников одновременно.

В современных системах оповещения о пожаре работает модульный принцип, согласно которому система может включать в себя всевозможные технические устройства, обеспечивающие более высокое качество звука во время экстренных трансляций.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.fenixalarm.ru/services/fire-alarm.php>
2. <http://www.amosystems.ru/system/74.ahtm>

*А. А. Костяев, В. В. Кичайкин, В. В. Смирнов, Д. П. Некрасов*<sup>\*</sup>  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России  
<sup>\*</sup>ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России

## **ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОТРАБОТКИ ДЕЙСТВИЙ УЧАСТНИКОВ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИИ НА ТРУБОПРОВОДЕ**

В XXI веке чрезвычайные ситуации, связанные с утечкой горючих жидкостей (нефть, газ), химических и сильнодействующих ядовитых веществ не редкость, это обуславливается развитием нефтяной, газовой, химической и других отраслей промышленности. Добываемое сырье и производимые вещества необходимо транспортировать и хранить, основным видом транспортирования нефти и газа является магистральный трубопровод протяженностью тысячи километров, а для перевозки химических веществ используют железнодорожные и автоцистерны.

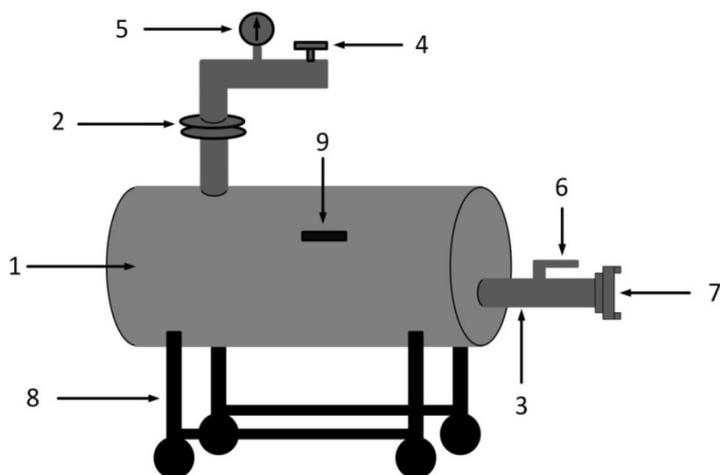
Основными причинами возникновения ЧС при транспортировке являются дефекты трубопроводов, допущенные при их проектировании, ошибки при выборе материалов, схем и конструкций трубопроводов с учетом свойств транспортируемой среды; недостаточная оценка компенсации тепловых удлинений трубопроводов; отступление от проектов при строительно-монтажных работах; нарушения режима эксплуатации трубопроводов, в том числе несвоевременный и некачественный ремонт, переполнения, повреждения трубопроводов, течь сальников; ошибочные действия обслуживающего персонала; гидравлические удары; нарушения правил заполнения и опорожнения трубопроводов с горючими газами; накопление статического электричества и т.д. [1]

При возникновении аварий на трубопроводе происходит выброс и утечка в окружающую среду большого количества транспортируемого вещества (рис. 1), в этом случае для локализации и ликвидации ЧС подразделениям ГПС МЧС России необходимо в кратчайшие сроки провести аварийно – спасательные работы с использованием специального оборудования. Результативность при проведении работ в зоне ЧС напрямую зависит от умений и навыков спасателей их готовности к работе в сложных нестандартных ситуациях.



**Рис. 1.** Авария на трубопроводе

Для отработки действий пожарных и спасателей при возникновении ЧС такого характера был разработан специальный тренажер «Авария на магистральном трубопроводе» (рис. 2).



**Рис. 2.** Схема тренажера «Авария на магистральном трубопроводе»  
 1-стальная труба; 2-фланцевое соединение; 3-труба;  
 4-кран водопроводный; 5-манометр;  
 6-шаровый кран; 7-соединительная головка; 8-рама; 9-отверстие

Тренажер состоит из фрагмента стальной трубы 1, диаметром 520 мм. и длиной 1200 мм., имеющей с двух сторон заглушки, в верхней части трубы вварена труба меньшего диаметра (45 мм.) имеющая фланцевое соединение 2, на четырех болтах, на конце трубы установлен манометр 5, и кран 4. В торцевую заглушку вварена труба 3, с шаровым краном 6, на конце которого установлена соединительная головка 7, от пожарного рукава диаметр 51 мм. В корпусе трубы большего диаметра имеется отверстие 9, длиной 50 мм. шириной 5 мм. Вся конструкция тренажера размещена на специальной раме 8, оборудованной колесами для удобства перемещения.

Принцип работы тренажера заключается в следующем: к соединительной головке тренажера подключается пожарный рукав, через который происходит заполнение внутреннего пространства тренажера водой от насоса пожарного автомобиля или внутреннего водопровода, заполнение происходит под давлением 2 Атм. все краны расположенные на тренажере открыты, фланцевое соединение ослаблено. При создании необходимого давления вода под напором выходит из крана, фланцевых соединений и отверстия в корпусе трубопровода. Таким образом с помощью тренажера имитируется три вида аварии в емкостях под давлением:

- ослабление фланцевых соединений;
- выход из строя (поломка) крана;
- трещина на магистральном трубопроводе.

Тренажер позволяет отрабатывать как в отдельности каждый вид аварии, так и все три одновременно, что усложняет работу спасателям. Для работы на тренажере необходим комплект аварийно – спасательного оборудования в состав которого входит: пневмопластырь (рис. 3), баллон со сжатым воздухом, редуктор, шлаг, пульт управления, оснастка пневмопластыря (рис. 4), оградительные конуса (для обозначения зоны проведения АСР).

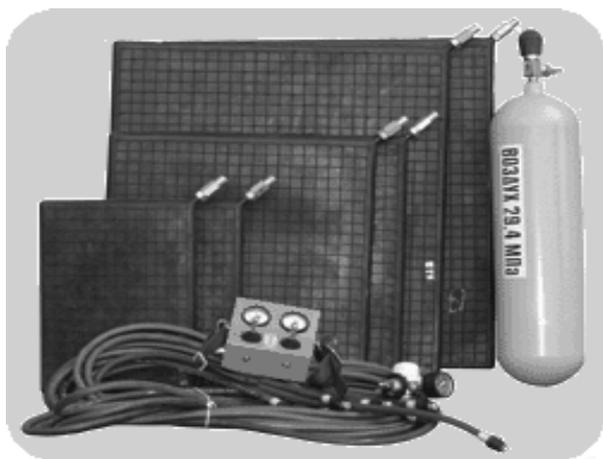


Рис. 3. Комплект пневмопластыря

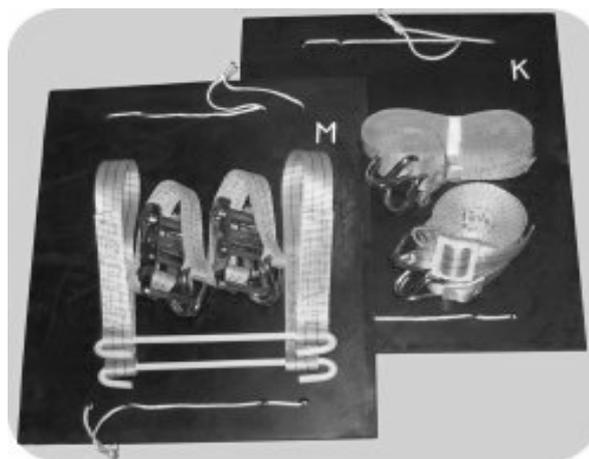


Рис. 4. Оснастка пневмопластыря

Ликвидация утечки происходит путем перекрытия крана, замены уплотнительной прокладки в местах фланцевых соединений и наложения пневмопластыря на место возникновения трещины (рис. 5).

Отработка упражнения осуществляется отделением из четырех человек. При проведении занятий на тренажере должны строго соблюдаться требования техники безопасности и правила охраны труда при работе с оборудованием под избыточным давлением [2].

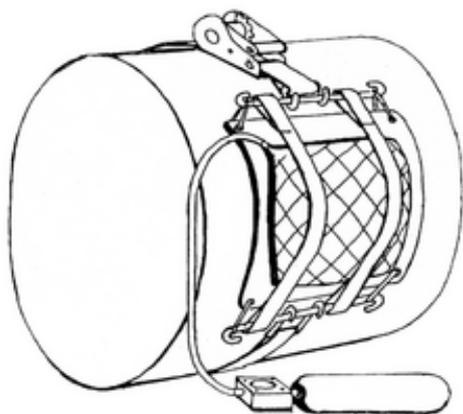


Рис. 5. Наложение пневмопластыря

В процессе работы на представленном тренажере пожарные и спасатели *отрабатывают навыки обращения с аварийно – спасательным оборудованием*; вырабатывают алгоритм действий при ликвидации аварий и взаимосвязь между друг другом.

Внедрение и использование тренажеров данного вида в подразделениях ГПС МЧС России позволит увеличить эффективность проведения АСР при авариях на магистральном трубопроводе и железнодорожных цистернах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила безопасности для магистральных трубопроводов. Москва 2011.
2. Приказ МЧС РФ от 31 декабря 2002 г. N 630 "Об утверждении и введении в действие Правил по охране труда в подразделениях Государственной противопожарной службы МЧС России (ПОТ РО-2002)".

*А. А. Костяев, Р. И. Харламов, М. С. Кнутов, Ю. Н. Моисеев*  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОСУШИВАНИЯ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ

На сегодняшний момент в подразделениях ГПС МЧС России при эксплуатации рукавного хозяйства наиболее частыми причинами отказов рукавов на пожаре являются: продольный разрыв, поперечный разрыв и ослабление навязки соединительной головки [4]. Возникшие неисправности требуют в кратчайшие сроки провести ремонт или полную замену вышедшего из строя рукава. Что зачастую выполнить на пожаре невозможно. Перечисленные неисправности возникают не только из-за механических повреждений при тушении пожара и проведении аварийно – спасательных работ, а так же из-за нарушения структуры каркаса рукава в результате недосушивания рукавов, что приводит в процессе эксплуатации к деструкции внутренних и внешних прорезиненных слоев рукава [1,2].



**Рис. 1.** Структура напорного пожарного рукава

Приведенный анализ работы подразделений пожарной охраны показал, что в период несения службы (сутки), дежурная смена выезжает на пожар более 2 раз, а в больших городах этот показатель превышает 5-7 выездов, при этом на каждом пожаре используется 90% рукавов, входящих в таблицу положенности пожарного автомобиля.

По прибытии в подразделение после пожара каждый пожарный автомобиль проходит техническое обслуживание согласно приказу МЧС России № 555 от 18.09.2012. В перечень работ по техническому обслуживанию входит замена использованных на пожаре рукавов на сухие хранящиеся на рукавной базе. Использованные рукава также проходят ТО (мойка, сушка, хранение) [3]. Сушка рукавов занимает большой период времени, так как этот процесс проходит естественно, время на просушивания рукавов составляет 17-20 часов. Запас рукавов в пожарной части должен составлять 100% от общего количества рукавов, стоящих в расчете на ПА, следовательно, при реагировании на пожар более 2 раз в сутки пожарные напорные рукава не проходят полного просушивания, что приводит в процессе их эксплуатации к отказу работы рукавов и осложнению обстановки на пожаре.

Решением проблемы недосушивания рукавов в пожарных частях могут являться специальные агрегаты типа АИСТ (аппарат испытания сушки и талькирования рукавов) (рис. 2).

Исходя из тактико-технических характеристик, цикл просушивания АИСТа составляет 30 мин., количество рукавов ограничено – 2 рукава. Стоимость аппарата составляет 93 тыс руб.

Использование АИСТ сможет ускорить процесс просушивания рукавов, но исходя из относительно невысокого КПД и больших затрат на приобретение и обслуживание нами была разработана стационарная установка просушивания рукавов (рис.3), превосходящая по большинству показателей АИСТ.



Рис. 2. Аппарат испытания сушки и талькирования рукавов

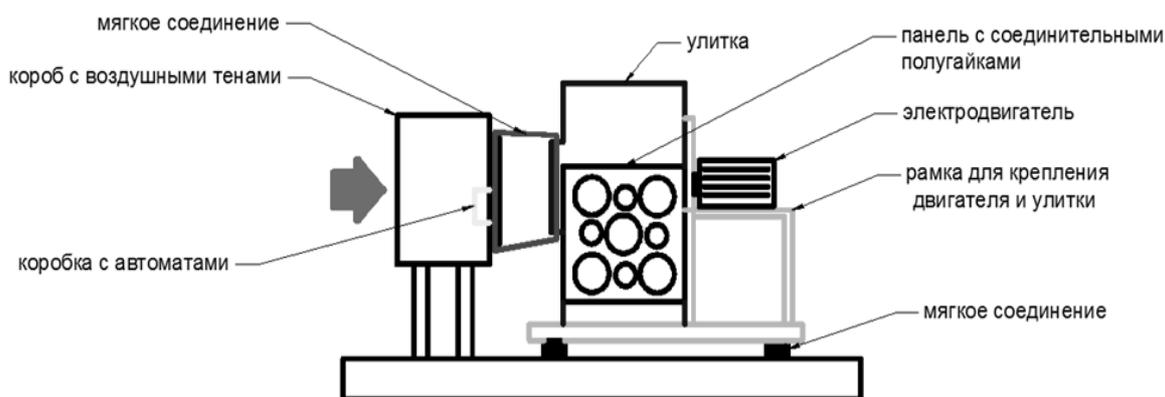
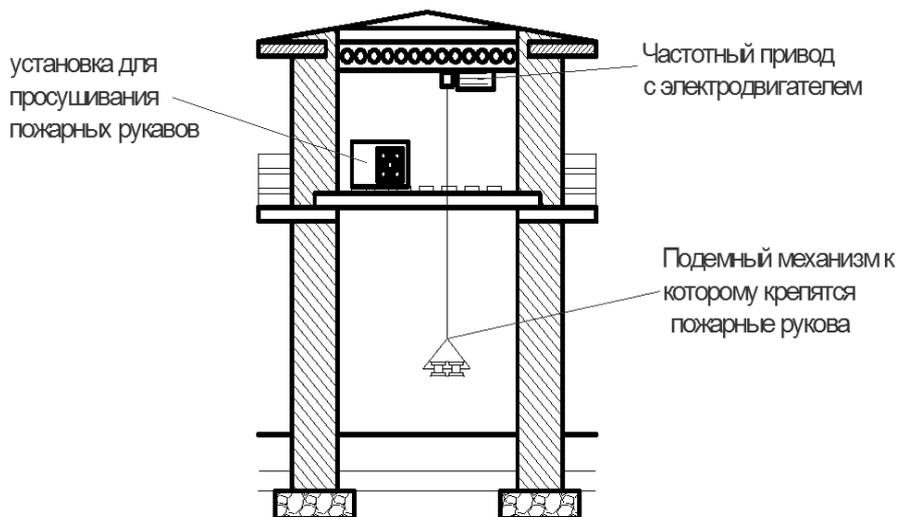


Рис. 3. Установка для просушивания пожарных рукавов

Установка предназначена для просушивания напорных рукавов различного диаметра. Принцип работы основан на всасывании воздуха и прохождении его через нагревательные тэны под напором. Воздух поступает в калорифер где установлены воздушные электро-тэны в количестве 3 штук мощностью по 1,5(кВт). Электро-тэны нагревают входящий воздух 20<sup>0</sup>С до 50<sup>0</sup>С. Затем нагретый воздух попадает в выбранную из расчетов улитку BDRS – 160-60(напряжение 220 В, мощность 225 Вт, производительность 750 м<sup>3</sup>/ч, частота вращения 2200 об/мин), в дальнейшем идет распределение и поступление нагретого воздуха в панель с соединительными головками. Теплый воздух с влажностью 20% попадает в пожарный рукав, забирая из него влагу и выводит ее через свободную соединительную головку. Термическая сушка рукава составляет 30 минут. Установка для просушки рукавов расположена в верхней части рукавной башни (рис. 4).



**Рис. 4.** Схема расположения установки для просушивания пожарных рукавов в здании рукавной башни

Пожарные рукава крепятся к установке с помощью специального приспособления, состоящего из 9 переходных головок, приваренных к раме. С помощью металлического троса и за счет вращения частотного привода с электродвигателем рукава поднимают на необходимую высоту. При включении в работу установки происходит просушивание рукавов.

Разработанная установка для просушивания пожарных рукавов позволяет просушивать одновременно 9 рукавов за 30 минут, что превосходит в 4,5 раза разработанные и эксплуатируемые на сегодняшний день АИСТ - 1 и АИСТ - 2. Стоимость установки для просушивания рукавов, с учетом затрат на монтаж, составляет 32470 рублей, что в 3 раза дешевле АИСТа (93151 рублей).

Качественное просушивание напорных рукавов за короткий промежуток времени позволит улучшить их прочностные характеристики и повысить надежность в процессе эксплуатации при тушении пожаров и спасении людей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

ГОСТ Р 51049-2008 Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний.

1. Методическое руководство по организации и порядку эксплуатации пожарных рукавов, М., 2007 г. – 44 с.

2. Приказ МЧС России от 18.09.2012 г. №555 "Об организации материально-технического обеспечения в системе МЧС России".

3. Официальный сайт МЧС России – Статистика – Пожары – 2014 г. <http://www.mchs.gov.ru/folder/461298>.

*И. А. Краснов, А. Н. Бочкарев, М. А. Колбашов, О. Ю. Булгакова*  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## **ОРГАНИЗАЦИЯ СВЯЗИ ПРИ РАБОТЕ ЗВЕНЬЕВ ГДЗС В СЛОЖНЫХ УСЛОВИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ «МАЯКА СПАСАТЕЛЯ»**

Среди задач, связанных с разработкой и совершенствованием способов и средств противопожарной защиты объектов жизнедеятельности, а также с повышением эффективности работы пожарных, вопрос борьбы с дымом занимает одно из основных мест. Одной из основных причин гибели людей, потери материальных ценностей является задымленность помещений и путей эвакуации, которая серьезно усложняет действия подразделений пожарной охраны. Большое практическое значение имеет борьба с задымлением на начальной стадии пожара в больших помещениях, жилых и административных зданиях, производственных и складских помещениях при неразвившемся пожаре.

Актуальность этого вопроса в настоящее время становится все значительнее в связи со строительством торговых и развлекательных помещений больших площадей, а также расширение использования материалов и изделий на основе полимеров, горение и тление которых сопровождается выделением большого количества дыма. Сгорание незначительного количества подобных материалов приводит к потере видимости и существенно усложняет обнаружение пожара и его подавление. Отсутствие эффективных средств борьбы с задымлением в ряде случаев является причиной перехода пожара в развитую стадию. Поэтому для работы в непригодной для дыхания среде была организована газодымозащитная служба (ГДЗС).

Целями газодымозащитной службы при организации тушения пожаров в непригодной для дыхания среде являются снижение возникновения ОФП, эвакуация людей и имущества в безопасную зону и ликвидация горения.

Основными задачами личного состава при тушении пожаров в непригодной для дыхания среде являются: создание условий, которые необходимы для спасания людей, эвакуации культурных и материальных ценностей; защита людей и имущества от воздействия ОФП и ограничение развития пожара; обеспечение безопасной работы личного состава при тушении пожаров в непригодной для дыхания среде. Безусловно, обеспечение безопасной работы является немаловажным пунктом из выше перечисленных, ведь травматизм и гибель сотрудника ГПС МЧС России на прямую зависит от соблюдения правил охраны труда. Существует множество устройств, предназначенных для оснащения газодымозащитника, но более подробно решено рассмотреть комплекс «Маяк спасателя» представленного на рис.1.



**Рис. 1.** Комплекс «Маяк спасателя»

Комплекс предназначен для обеспечения поиска и обнаружения личного состава пожарно-спасательных и спасательных подразделений, работающего в зоне чрезвычайных ситуаций, в том числе на пожарах, попавшего в экстремальную ситуацию вследствие чего утратившего возможность дальнейшего самостоятельного движения. Комплекс может быть полезен как для пожарно-спасательных и спасательных подразделений, так и для подразделений ГДЗС для совместного использования с дыхательными аппаратами, на которых размещена система определения и индикации давления (СОИД). Комплекс имеет широкую сферу применения. Его можно использовать при тушении пожаров на железнодорожном транспорте, в жилом секторе и каких-либо предприятиях или заводах. Также имеется гнездо для подзарядки 220В, гнездо для подключения внешней антенны. В состав мобильной приемопередающей станции (МППС) комплекса входит: виброоповещатель, браслет и 5 маяков спасателя. В состав маяка входят: радиопередатчик (передает сигнал тревога и номер спасателя на 1 км), мощная сирена (поиск помещения, где спасатель), сверхъяркие вспышки, кнопки тревога/отбой, «Белый звук», детектор неподвижности

При работе по первому номеру (рангу) пожара мобильная приемопередающая станция остается в автомобиле с включенным питанием от бортовой сети и подключенной стационарной антенной. При работе по повышенному рангу (создается оперативный штаб) мобильная приемопередающая станция отключается от автомобиля. Кейс мобильной приемопередающей станции устанавливается в место дислокации штаба. Следовательно, можно сделать вывод, что без использования антенны радиус действия значительно снижается, что не позволит в дальнейшем определить местонахождение сотрудника подразделения пожарной охраны.

Сотрудниками кафедры «Пожарно-строевой подготовки и ГДЗС» в составе УНК «Пожаротушения» совместно с сотрудниками кафедры пожарной автоматики в составе УНК «Государственный надзор» ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС России были проведены ряд тестовых испытаний комплекса «Маяк спасателя».

1. «Маяк спасателя» удалили на расстояние 200 метров от мобильной приемо-передающей станции по горизонтальной поверхности на открытой территории, привели комплекс в действие, после чего сигнал поступил на устройство.

2. «Маяк спасателя» удалили на расстояние 200 метров, от мобильной приемо-передающей станции по горизонтальной поверхности в подвальное помещение здания, привели комплекс в действие, сигнал поступил на устройство.

3. «Маяк спасателя» удалили на расстояние 400 метров, от мобильной приемо-передающей станции по горизонтальной поверхности на открытой территории, привели комплекс в действие, сигнал поступил на устройство.

4. «Маяк спасателя» удалили на расстояние 400 метров, от мобильной приемо-передающей станции по горизонтальной поверхности в подвальное помещение здания, привели комплекс в действие, сигнал на устройство не поступил.

По результатам тестовых испытаний данного устройства, было выявлено, что тактико-технические характеристики по радиусу действия не соответствуют параметрам, которые заявлены в руководстве по эксплуатации и данный комплекс требует модернизации. Таким образом предлагается разработка переносной антенны для усиления сигнала передаваемого от мобильной приемо-передающей станции на «Маяк спасателя» или промежуточных ретрансляторов для передачи сигнала на более дальние расстояния и позволяющие передачу сигнала с мобильной приемо-передающей станции пожарному – спасателю работающему в сложных условиях, таких как: станциях метрополитенов, подвальных помещениях большой площади, подземных автопарковках или цокольных этажах зданий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комплекс «Маяк спасателя» Руководство по эксплуатации СПНК.425624.013 РЭ Ред. 1.3 Санкт Петербург, 2011 -35 с.

2. Комплекс «Маяк спасателя» Паспорт СПНК.425624.013 ПС Ред. 1.1 Санкт Петербург, 2011. - 4 с.

3. Комплекс «Маяк спасателя» Инструкция по техническому обслуживанию и ремонту СПНК.425624.013 ИС1 Ред. 1.2 Санкт Петербург, 2011.- 7 с.

*Е. И. Крупнов, Е. Р. Кормашова, А. Ф. Макарычев*

ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

## **АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ**

В соответствии с техническим регламентом на каждом объекте должны устанавливаться системы обеспечения пожарной безопасности. К основным видам пожаротушения можно отнести следующие:

- автоматические установки водяного пожаротушения;
- пенные установки пожаротушения;
- установки пожаротушения тонкораспыленной водой;
- установки газового пожаротушения;
- установки порошкового пожаротушения;
- установки газопорошкового пожаротушения.

К автоматическим установкам водяного пожаротушения относятся спринклерная и дренчерная системы. Спринклерная система водяного пожаротушения подаёт огнетушащее вещество локально к месту возгорания, при срабатывании температурного замка спринклерного оросителя над местом возможного возгорания. Используется для тушения и локализации пожара на объектах, в которых температура окружающей среды держится на уровне не ниже 5°C (для водозаполненных установок, узлов управления, насосных станций). Дренчерная система водяного пожаротушения производит тушение по общей площади защищаемого пространства. Дренчерные секции состоят из набора открытых оросителей. Подача огнетушащего вещества в них осуществляется при открытии общего электромагнитного клапана, управляемого приёмно-контрольным прибором системы пожарной сигнализации. Эти системы также применяются для создания водяных завес - отсечения той части здания, где произошло возгорание, от других его частей с целью предотвращения распространения пожара. Автоматические установки водяного пожаротушения относятся к тушению пожаров класса А. Они применяются при защите больших площадей, с высокими потолками. К физическим ограничениям применения для тушения воды можно отнести следующие: невозможность использования такой установки при низких (ниже нуля) температурах, а также для тушения электроустановок. Системы с воздушными трубопроводами имеют высокую инерционность.

Пенные установки пожаротушения применяют для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей в резервуарах, горючих веществ и нефтепродуктов, расположенных как внутри зданий, так и вне их. Установки работоспособны при положительной температуре окружающей среды.

Механизм тушения основан на сочетании свойства воды эффективно охлаждать горящие материалы, и способности пены покрывать эти материалы и перекрывать доступ кислорода в зону горения. Такие свойства пенного пожаротушения дают возможность тушить таким способом не только твёрдые материалы, но и горючие жидкости препятствуя доступу кислорода и охлаждая очаг возгорания. Для установок этого типа характерно наличие резервуара с пенообразователем и дозирующих устройств при обязательном раздельном хранении компонентов огнетушащего вещества.

К недостаткам этого вида пожаротушения относятся: сложность тушения помещений с электроустановками; зависимость от источников водоснабжения; высокую инерционность системы; высокую коррозионную активность пены, которая увеличивает затраты на восстановление самой системы пожаротушения, а так же защищаемого помещения и оборудования; требуется утилизация экологически опасных продуктов.

Установки пожаротушения тонкораспылённой водой (ТРВ) применяются для поверхностного и локального по поверхности тушения очагов пожара классов А, В по ГОСТ 27331 и электроустановок под напряжением, не выше указанного в технической документации. Механизм тушения заключается в следующем: воду распыляют с дисперсностью капель не более 150 микрон. В некоторых вариантах применяются добавки ПАВ. Принцип действия воды как огнетушащего вещества заключается в охлаждении и изоляции, за счёт образования пара, вследствие чего процесс горения прекращается. Тушение в данном случае происходит по поверхности защищаемого помещения.

ТРВ можно применять для тушения пожаров административных зданий, офисов, банков, архивов, музеев, оборудования, находящегося под напряжением (при соблюдении правил техники безопасности). При этом важно учитывать, что агрегатные и модульные установки ТРВ допускается использовать только в том случае, если они прошли соответствующие огневые испытания. При этом проектирование таких установок должно осуществляться по техническим условиям, разрабатываемым применительно к конкретному защищаемому объекту или к группе однородных объектов. Их использование безопасно для человека и окружающей среды. За счёт небольшого количества тонкораспылённой воды риск нанесения дополнительного ущерба за счёт залива водой помещений и материальных ценностей минимален.

Установки газового пожаротушения применяются для ликвидации пожаров классов А, В, С по ГОСТ 27331 и электрооборудования. Не должны применяться для тушения пожаров: волокнистых, сыпучих, пористых и других горючих материалов, склонных к самовозгоранию и тлению внутри объёма вещества (древесные опилки, хлопок, травяная мука и др.); химических веществ и их смесей, полимерных материалов, склонных к тлению и горению без доступа воздуха.

Механизм тушения заключается в снижении концентрации кислорода за счёт поступления в зону реакции негорючего газа. При этом в случае сжиженных газов, их выпуск из баллона сопровождается снижением температуры, что ведёт к уменьшению температуры и в зоне реакции. Применяется объёмный способ тушения. Хладоны и углекислота относятся к тяжелым газам (в 2...4 раза тяжелее воздуха), поэтому заполнение помещения до пожаротушающей концентрации начинается с нижних объёмов. Для тушения локальным по объёму способом необходима концентрация  $\text{CO}_2$  -  $6,0 \text{ кг/м}^3$ . Такой способ целесообразно применять в помещениях объёмом до  $2000 \text{ м}^3$ . Основным недостатком газовых систем пожаротушения - опасность для человека.

Установки порошкового пожаротушения применяются для тушения пожаров классов А, В, С и электрооборудования. Для работы используется огнетушащий порошок. Тушение происходит с помощью подачи в очаг возгорания мелкодисперсного порошкового состава. Вытеснение порошка происходит под давлением газа закачанного в порошковый баллон или при срабатывании газогенератора находящегося внутри ёмкости. Тушение будет эффективным в случае расположения очага пожара в эпюре распыления. При наличии сложных объёмов с наличием зон затенения необходимо размещать дополнительные установки для тушения таких зон. Не допускается использование установок порошкового пожаротушения для тушения горючих материалов, склонных к самовозгоранию и тлению внутри объёма вещества (древесные опилки, хлопок, травяная мука, бумага и др.), химических веществ и их смесей, пирофорных и полимерных материалов, склонных к тлению и горению без доступа воздуха. Также есть ограничения по применению трубной разводки. Порошковые системы пожаротушения обладают прямым ингаляционным воздействием на человека, резко уменьшается видимость в защищаемых помещениях. Порошковый состав оказывает минимальное воздействие на защищаемые изделия, материалы, оборудование. Не рекомендуется защита помещений, где используется электроника.

Установки газопорошкового пожаротушения применяются для тушения объёмным способом или локально по объёму пожаров классов А, В, С и электрооборудования без ограничения по пробивному напряжению. Газопорошковая смесь задействует все основные механизмы тушения: охлаждение, изоляция, ингибирование и разбавление. Минимальная инерционность срабатывания и высокая интенсивность подачи огнетушащего вещества позволяет ликвидировать возгорание в начальной стадии. Порошок движется в газовой смеси, быстро и равномерно заполняя весь объём. Газопорошковый состав не оказывает воздействия на защищаемые изделия, материалы, оборудование и нефтепродукты. Безопасен для окружающей среды. Однако обладает прямым ингаляционным воздействием на человека, резко уменьшается видимость в защищаемых помещениях.

При выборе того или иного способа пожаротушения необходимо учитывать категорию здания или объекта тушения пожара, эффективность способа тушения, стоимость, эксплуатационные расходы, вероятный ущерб для объекта защиты и окружающей среды и ряд других факторов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 31.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Утв. приказом Минрегиона России от 29.12.2011 N 635/14.- 135 с.

2. Федеральный закон №123 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности; с изм. и доп., введ. с 13.07.2014.-100с.

*Е. И. Крупнов, А. Ф. Макарычев, Е. Р. Кормашова, С. А. Крупнов*  
ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

## ПОЖАРОТУШЕНИЕ МАЗУТНОГО ХОЗЯЙСТВА КОТЕЛЬНОЙ

Площадка мазутного хозяйства котельной расположена на полуострове Камчатка. Сейсмичность района строительства составляет 10 баллов. Проектом предусмотрены две мазутные ёмкости по 400 м<sup>3</sup> каждая в вертикальном исполнении и ёмкость для дизельного топлива объёмом 50 м<sup>3</sup> в горизонтальном исполнении. Габаритные размеры мазутной ёмкости: диаметр - 8,35 м, высота — 7,5 м. Расстояние между ёмкостями 4 м. Все резервуары объединены в группу и располагаются в одной обваловке. В соответствии с требованиями нормативных документов дизельная ёмкость имеет свою обваловку.

Система пожаротушения мазутного хозяйства состоит из следующих элементов:

- газопорошковая автоматическая система пожаротушения, предназначенная для тушения возгорания нефтепродуктов внутри резервуаров;
- кольцевой водопровод высокого давления с оросительными полукольцами для охлаждения резервуаров и с двумя гидрантами для подключения пожарных рукавов;
- автоматическая насосная установка пожаротушения высокого давления;
- ёмкости для хранения противопожарного запаса воды в количестве 2 штук объёмом по 300 м<sup>3</sup> каждый. Исполнение подземное, материал – железобетон.

Источниками восполнения противопожарного запаса воды являются городская водопровод и океан. Расчётное время тушения пожара – 6 часов.

Пожаротушение резервуаров с мазутом предусматривается газопорошковыми установками ViZone, состоящими из стандартных модулей МГПП (Н)-110-КД-1-РХ-У2 или МГПП (Н)-11.5-КД-1-РХ-У3.1. Модуль установлен за пределами обвалования на бетонной подушке и крепится анкерными болтами. Приняты меры по взрыво-, термо- и сейсмоустойчивости. Помимо автоматического запуска проектируется и ручной запуск. Распылённая смесь не влияет на химический состав мазута.

Установка газопорошкового пожаротушения (УГПП) состоит из следующих элементов:

- системы обнаружения пожара;
- средств электроуправления установкой;
- основной и резервной батареей состоящих из модулей МГПП-110-СО2-30-РХ-АВСЕ-У2;
- трубопроводов подачи газопорошкового огнетушащего вещества (ГПОВ);
- распределительных устройств;
- обратных клапанов;
- системы ввода ГПОВ;
- насадков-распылителей;
- системы подачи пены от передвижной пожарной техники.

Принцип работы системы заключается в следующем. После обнаружения возгорания пожарными извещателями смонтированными в крыше и верхнем поясе резервуара, прибор приёмно-контрольный и управления формирует пусковой импульс. УГПП имеет низкую инерционность, подача огнетушащей смеси в защищаемый объём начинается через 5 секунд после срабатывания системы и обеспечивает тушение на начальной стадии (до 30 секунд с момента воспламенения). Тушение происходит объёмным способом путём заполнения всего объёма над понтонного пространства (с учётом минимального уровня налива) и задействует все основные механизмы:

- охлаждение – резко охлаждает защищаемый объём, так как при истечении огнетушащее вещество имеет температуру около  $-50\text{ C}^{\circ}$ ;
- изоляция – газопорошковая смесь изолирует зону горения от доступа воздуха;
- ингибирование – порошок «Феникс АВС-70» эффективно подавляет процессы горения;
- разбавление (флегматизация) - снижает концентрацию кислорода в защищаемом объёме до 15-18 %.

Пожар ликвидируется в начальной стадии, тем самым не допускается прогрев конструкций до температуры вспышки, при которой происходит повторное возгорание паров нефтепродукта. Запуск УГПП производится в автоматическом или ручном режиме.

Охлаждение горящего резервуара и соседнего с ним, осуществляется стационарным кольцом орошения, прикреплённым к резервуару в верхней части. Все расчёты произведены на случай, когда горит резервуар по центру, следовательно, нужно охлаждать горящий резервуар и половину боковой поверхности двух соседних, стоящих рядом. Расчётный расход воды на охлаждение резервуаров составляет 18,66 л/с.

Для обеспечения требуемого напора в системе используется автоматическая блочно-модульная установка.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 31.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84\* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Утв. приказом Минрегиона России от 29.12.2011 N 635/14.- 135 с.

2. СП 8.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности. Утв. и введ. приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. N 178.- 20 с.

3. СП 155.13130.2014. Свод правил. Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности. Утв. приказом МЧС РФ от 26.12.2013 № 837.- 52 с.

4. Федеральный закон № 123. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности; с изм. и доп., введ. С 13.07.2014.- 100 с.

5. Федеральный закон № 69 «О пожарной безопасности». В редакции от 12 марта 2014.

6. Руководство по безопасности вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов(утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 26 декабря 2012 г.№ 780).

7. ГОСТ Р 56028-2014 Техника пожарная. Установки и модули газопорошкового пожаротушения автоматические. Методы испытаний. Утв. Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии 26.05.2014 №448-ст.-18.

*А. А. Лазарев,<sup>\*,\*\*</sup> И. В. Владимиров,<sup>\*</sup> С. С. Кашников<sup>\*</sup>*

<sup>\*</sup>Главное управление МЧС России по Ивановской области

<sup>\*\*</sup>ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## **ПРОВЕДЕНИЕ СЕЗОННО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ «ВОДОИСТОЧНИК» НА ТЕРРИТОРИИ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

На территории Ивановской области 14.02.2014 произошел пожар в здании, расположенном по адресу: Ивановская область, город Иваново, улица 15-й Проезд, дом 4, литер «Б». В результате пожара полностью уничтожено 3-х этажное здание на всей площади. Работа подразделений пожарной охраны была осложнена недостаточным расходом воды, получаемой от пожарных гидрантов, расположенных на территории данного предприятия.

В целях предупреждения нарушений в области пожарной безопасности и проверки работоспособности наружного противопожарного водоснабжения, расположенного на территории Ивановской области, Главным управлением МЧС России по Ивановской области было организовано проведение сезонно – профилактической операции «Водоисточник».

В рамках данной операции проводились следующие мероприятия:

- проверка состояния противопожарных источников и подъездных путей к ним, а также пирсов для установки пожарных автомобилей на водоемы;
- корректировка списков исправных (неисправных) водоисточников;
- анализ нарушений требований пожарной безопасности к противопожарному водоснабжению объектов защиты;
- информирование органов местного самоуправления по результатам анализа;
- информирование органов прокуратуры по результатам анализа;
- рассмотрение вопроса противопожарного водоснабжения на комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности муниципальных образований.

Управлением надзорной деятельности и профилактической работы проведен анализ исполнения приказа Главного управления МЧС России по Ивановской области от 12.03.2014 № 122 «О проведении профилактической операции «Водоисточник». По уточненным данным на территории Ивановской области расположено 5248 пожарных гидрантов и 2450 пожарных водоемов, из них по состоянию на 01 февраля 2015 года неисправно 372 пожарных гидранта и 49 пожарных водоемов. По результатам проведенного анализа сезонно – профилактической операции «Водоисточник» сотрудниками территориальных подразделений надзорной деятельности было направлено 36 информации в органы прокуратуры и 24 информации в органы местного самоуправления о ненадлежащем состоянии источников противопожарного водоснабжения.

По результатам направленных информации прокуратурами Лухского, Лежневского, Савинского и Родниковского муниципальных районов направлено 10 исковых заявлений о понуждении приведения водоисточников в соответствие с законодательством о пожарной безопасности. Все иски рассмотрены и удовлетворены в полном объеме.

Прокуратурами Гаврилово – Посадского и Пучежского муниципальных районов внесено 3 представления по устранению выявленных нарушений требований пожарной безопасности.

В 2014 году в рамках сезонно – профилактической операции «Водоисточник» приведено в надлежащее состояние 146 источников противопожарного водоснабжения. Сотрудниками управления надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России по Ивановской области по результатам проведенного анализа подготовлено информационное письмо в прокуратуру Ивановской области для распространения положительного опыта вышеуказанных муниципальных образований.

В настоящее время сотрудниками прокуратуры организованы проверки наружного противопожарного водоснабжения по вопросу соблюдения законодательства в области пожарной безопасности.

Таким образом, проведение сезонно – профилактической операции «Водоисточник» можно признать удовлетворительным. В соответствии с планом на 2015 год работа по приведению в надлежащее состояние противопожарного водоснабжения продолжается.

*А. А. Лазарев,<sup>\*,\*\*</sup> С. А. Мамхягов<sup>\*</sup>*

<sup>\*</sup>Главное управление МЧС России по Ивановской области

<sup>\*\*</sup>ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЖАРНЫХ ВОДОЕМОВ РАЗЛИЧНОГО ИСПОЛНЕНИЯ**

Создание в целях пожаротушения условий для забора в любое время года воды из источников наружного водоснабжения, расположенных в сельских населенных пунктах и на прилегающих к ним территориях в соответствии с требованиями законодательства является первичной мерой пожарной безопасности [1].

Рассмотрим опыт обустройства пожарного водоема в Горьковском сельском поселении Кинешемского района Ивановской области, в состав которого входят 30 населенных пунктов.

В деревне Щечиха наружный источник водоснабжения (пруд) был обустроен в 2014 году.

а



В

а-20 м  
в- 12 .  
h-3 м  
V-720 куб. метров  
пирс 12x12 м

Финансовые затраты на данный водоем составили 99600 рублей. В указанные затраты входили:

– работа 3-х единиц техники (экскаватор, 2 грузовых автомобиля), 1 час работы которых стоил 1000 рублей;

– устройство пирса с твердым покрытием (отсыпка щебнем).

К положительным аспектам эксплуатации данного водоема можно отнести:

– естественное пополнение водой (таяние снега, дождевые осадки);

– дешевизна в обслуживании (с момента устройства в течение 3-5 лет нет необходимости чистить дно водоема от ила);

– может использоваться в населенном пункте для хозяйственных нужд (поливка огородов и т.п.).

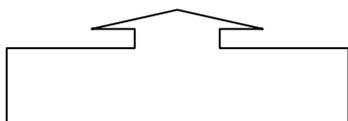
Отрицательными аспектами эксплуатации данного водоема мы считаем:

– возможно высыхание водоема (при устройстве необходимо учитывать рельеф местности и уровень залегания грунтовых вод);

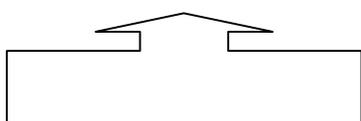
– необходимо устройство гидроизоляции для постоянного уровня в водоеме (использование искусственной изоляции не дает гарантии постоянного уровня воды);

– в зимний период необходимо устройство проруби;

Следует отметить, что наибольшее количество населенных пунктов в рассматриваемом сельском поселении расположено на возвышенной территории. В связи с чем, администрацией были осуществлены работы по обустройству пожарного водоема иным способом. Так, например, в деревне Кутуниха были использованы емкости.



РГС-60, V=60 куб. метров Стоимость 199000 рублей



РГС-20, V=20 куб. метров Стоимость 99600 рублей

Финансовые затраты на данные водоемы включали в себя:

- стоимость емкости;
- транспортировка емкости к месту установки;
- работа 3-х единиц техники по устройству котлована (экскаватор, 2 грузовых автомобиля);
- наполнение емкости водой;

К положительным аспектам водоемов данного типа мы относим:

- возможность устройства в засушливых населенных пунктах, либо где из-за рельефа местности нет возможности сделать водоем (либо необходимы крупные финансовые затраты для обустройства водоема);
- нет необходимости чистки, скашивания травы, устройства проруби и т.д.;

Отрицательными можно назвать следующие аспекты эксплуатации водоема данного типа:

- необходимость пополнения водоема посредством подвоза воды (в случае использования);
- при установке на месте необходимо учитывать глубину промерзания почвы в зимний период времени;
- относительно небольшой объем воды.

Таким образом, при выборе из двух типов водоисточников основным критерием является рельеф местности. Не смотря на относительную дешевизну первого варианта устройства пожарного водоема, в целях выполнения требований законодательства при отсутствии возможности обустройства естественного водоема целесообразно выбирать второй вариант.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 25.04.2012 г. №390 «О противопожарном режиме в Российской Федерации».

**А. З. Марзалиев**

ФГБОУ ВО Академия государственной противопожарной службы МЧС России

## **РАДИОКАНАЛЬНЫЙ МОНИТОРИНГ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ**

В настоящее время широкое распространение получают новые отечественные системы мониторинга пожароопасных объектов в составе ЕДДС муниципального образования или в составе центра управления кризисными ситуациями (ЦУКС). Эти системы имеют высокую надежность, улучшенные технические и эксплуатационные характеристики, расширенные функциональные возможности. Анализ развития ряда крупных пожаров по материалам обзора МЧС России позволил сделать вывод о том, что использование системы адресного мониторинга раннего обнаружения пожара на объектах с последующей автоматической передачей по радиоканалу сигнала тревоги на диспетчерский центр пожарной охраны (без участия «человеческого фактора») дает возможность сократить (до 1 мин.) среднее время сообщения о пожаре и значительно сократить время свободного развития пожара (до 20 мин.) [1]. Кроме того, применение системы адресного мониторинга пожарной безопасности объектов не позволит доводить пожар до его большого развития и тем самым исключает возможность гибели людей непосредственно на пожаре.

Основными целями построения радиоканальной системы адресного мониторинга комплексной безопасности объектов являются:

- раннее обнаружение пожаров и ЧС различного вида с последующей автоматической передачей по радиоканалу сигнала непосредственно диспетчеру ЦУКС МЧС России по субъекту РФ, что полностью исключает «человеческий фактор» задержки в передаче тревожного сообщения;

- возможность приема сообщения (угроза пожара или ЧС) у диспетчера ЦУКС с указанием адреса объекта, его поэтажной планировки с местоположением извещателей, карты местности, подъездных путей к объекту и инженерных коммуникаций; возможность отображения всех событий в реальном масштабе времени, что обеспечивает своевременное принятие диспетчером управленческих решений и соответственно позволит значительно снизить гибель людей и материальный ущерб от пожаров и ЧС;

- повышение качества и эффективности взаимодействия оперативных служб при их совместных действиях в ЧС с целью уменьшения возможного социально-экономического ущерба от ЧС.

В системе мониторинга должна быть возможность реализации адресно-аналогового алгоритма обработки сигнала от пожарных извещателей и возможность обеспечения автоматического контроля работоспособности пожарных радиоизвещателей с последующей идентификацией неисправных приборов.

Таким образом, высылка подразделений пожарной охраны должна осуществляться по извещению о пожаре или ЧС, полученному от объектовой системы пожарной сигнализации или других датчиков по радиоканалу или другим каналам связи (по каналам GSM, выделенным и занятым телефонным линиям связи и по оптоволоконным каналам). При этом ЦУКС или центр ЕДДС должен осуществлять круглосуточное дежурство и находиться в постоянной готовности к организации экстренного реагирования на срабатывания датчиков контроля системы радиоканального мониторинга комплексной безопасности объектов, сигнализирующих о пожарах и ЧС различного вида, возникающих на территории муниципального образования. Поступающие в систему мониторинга безопасности объектов, сообщения о ЧС, относящиеся к компетенции экстренных оперативных служб, регистрируются и незамедлительно передаются в дежурно-диспетчерские службы (ДДС) соответствующих экстренных оперативных служб.

Проведенная экспертная и аналитическая оценки выбора оптимальной системы мониторинга показали, что до 85% экспертов отдали свое предпочтение системе радиоканального мониторинга пожарной безопасности объектов по сравнению с системой мониторинга с использованием проводных линий связи.

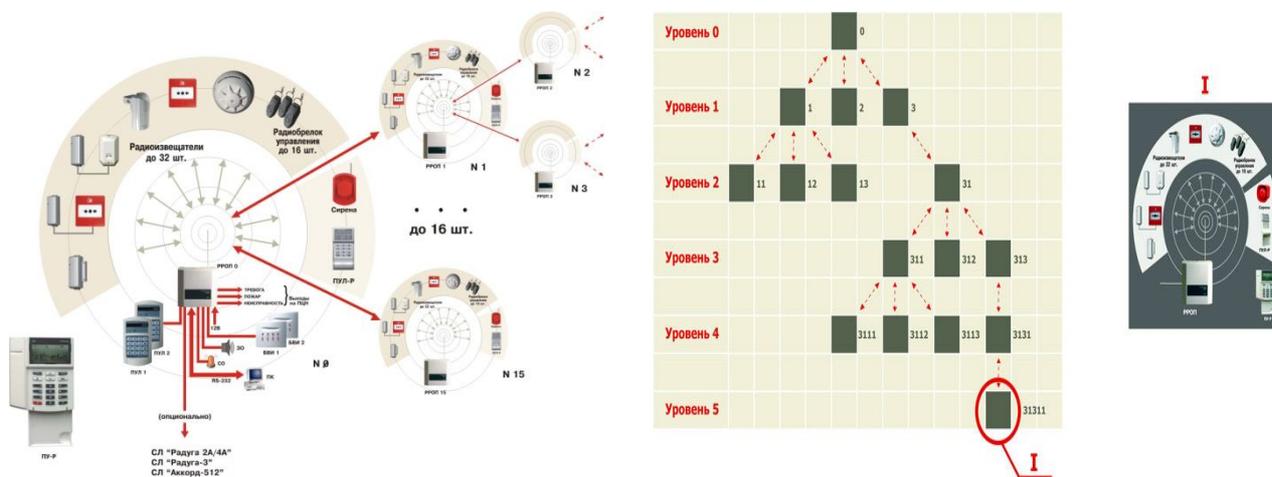
Для решения задач мониторинга состояния объектов МЧС России совместно с ЗАО «Аргус-Спектр» был разработан и принят на снабжение программно-аппаратный комплекс (ПАК) «Стрелец-Мониторинг» - комплексная система мониторинга и оповещения о пожарах и ЧС [1]. Именно в этой системе радиоканального мониторинга безопасности объектов решены основные цели подобных систем .

Основным каналом связи в «Стрелец-Мониторинг» является двухсторонний радиоканал на выделенных специально для МЧС частотах. Также могут использоваться телефонные проводные сети, каналы сотовой связи GSM, каналы сотовой связи GPRS и IP-сети.

Первый опыт внедрения «Стрелец-Мониторинг» подтвердил правильность выбора двухстороннего радиоканала МЧС, как основного канала связи. При возникновении ЧС на объекте, независимо от действий персонала диспетчерской службы, в центр ЕДДС города или в дежурно-диспетчерскую службу района поступает сигнал (угроза пожара или ЧС) с указанием адреса объекта, карты местности, подъездных путей к объекту и инженерных коммуникаций. При этом выезд и движение пожарных автомобилей и спасательных подразделений может контролироваться с помощью навигационной системы мониторинга мобильных объектов. Все события отражаются в реальном масштабе времени у диспетчера ЕДДС, что обеспечивает своевременное принятие им управленческих решений и соответственно позволяет значительно снизить ущерб от пожаров и ЧС.

На основании положительных результатов приемочных испытаний программно-аппаратного комплекса системы мониторинга, обработки и передачи данных о параметрах возгорания, угрозах и рисках развития крупных пожаров в сложных зданиях и сооружениях с массовым пребыванием людей, в том числе в высотных зданиях (ПАК «Стрелец-Мониторинг») был принят на снабжение в системе МЧС России. Функции государственного заказчика ПАК «Стрелец-Мониторинг» были возложены на Департамент пожарно-спасательных сил, специальной пожарной охраны и сил гражданской обороны МЧС России (Приказ МЧС России №743 от 28.12.2009г.) [2].

Структура построения системы адресного радиоканального мониторинга безопасности объектов «Стрелец-Мониторинг» представлена на рис. 1. Радиопроводная система адресно-аналоговой пожарной сигнализации и оповещения - это семейство микросот, охватывающих защищаемый объект. Каждая микросота программно-аппаратного комплекса (ПАК) «Стрелец-Мониторинг» может функционировать самостоятельно, а в ее состав входят следующие составные элементы системы: приемно-контрольный прибор; 32 охранных, пожарных или технологических радиоизвещателя; 16 исполнительных радиоустройств (речевые и звуковые оповещатели, релейные модули); 16 радиоустройств управления (ЖК и светодиодные пульта, брелки); проводные устройства управления.



**Рис. 1.** Структурная схема и емкость построения системы мониторинга безопасности объектов «Стрелец-Мониторинг»

Радиосистема «Стрелец-Мониторинг», состоит из совокупности пожарных радиорасширителей (до 16 шт.), каждый из которых способен контролировать до 3 дочерних радиорасширителей. Максимальное количество участков ретрансляции между радиорасширителями - 6. Радиорасширитель, находящийся в вершине дерева, является координатором всей радиосети. В случае отсутствия дочерних радиорасширителей, радиорасширитель функционирует самостоятельно, выполняя функции приемно-контрольного прибора охранно-пожарной сигнализации.

Радиоканальная часть ПАК «Стрелец-Мониторинг» представляет собой распределенную радиосеть, охватывающую один или несколько населённых пунктов. Элементами радиосистемы являются объектовые станции, пульты станции и ретрансляторы.

Каждая объектовая станция также выполняет функцию ретранслятора для соседних станций, что позволяет существенно сэкономить на развертывании сети.

Радиосистема автоматически выбирает маршрут доставки извещений от объектовых на пульты станции, что позволяет системе сохранять работоспособность даже в случае выхода из строя части линий связи и/или объектовых станций.

ПАК «Стрелец-Мониторинг» по радиоканалу обеспечивает:

- двухсторонний обмен данными между центром мониторинга и охраняемым объектом с непрерывным контролем исправности радиоканала;
- подтверждение доставки каждого информационного пакета;
- автоматический контроль до 8 000 объектов (при автотеста 30 минут).

Функциональные возможности ПАК «Стрелец-Мониторинг» представлены на рис.2.

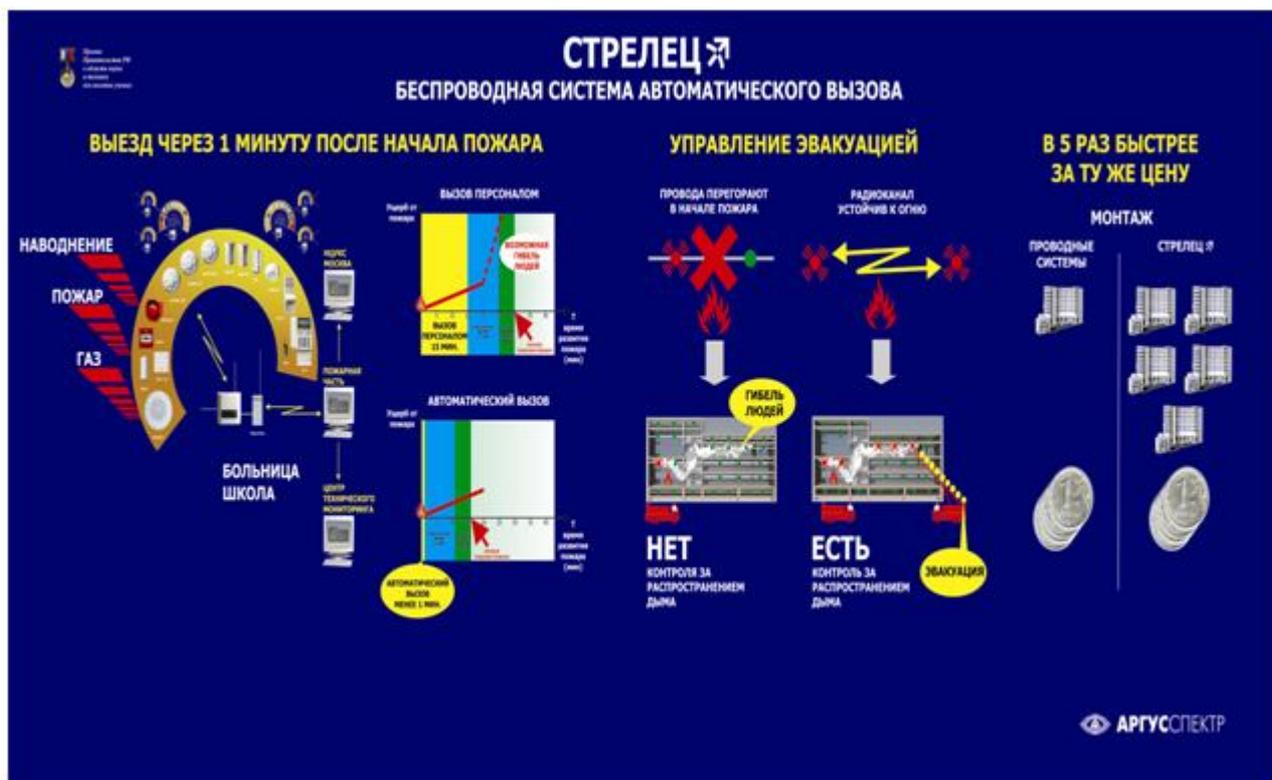


Рис. 2. Функциональные возможности ПАК «Стрелец-Мониторинг» при передаче сигналов о пожарах и ЧС

Новые требования Технического регламента в корне меняют ситуацию на рынке систем безопасности [3]. Оснащение объектов надежными беспроводными системами сигнализации и оповещения не только быстрее, но и экономичнее, как при монтаже, так и при эксплуатации. Даже небольшая проектно-монтажная компания с ограниченным штатом специалистов может позволить себе больше заказов и более крупные объекты, обеспечив высокую оборачиваемость средств и гибкость ведения бизнеса.

Опыт эксплуатации радиосистемы «Стрелец-Мониторинг» уже получен на множестве объектов различного назначения. Среди них: режимные объекты Федеральной пограничной службы ФСБ, МВД и Министерства Обороны; государственные и коммерческие объекты энергетики; учреждения здравоохранения (более 50 больниц только в Москве) и образовательные учреждения (более 100 школ уральского и центрального регионов).

В настоящее время значительное число объектов г.Москвы и Московской области оснащены системой радиоканального мониторинга пожарной безопасности «Стрелец-Мониторинг». Это позволило в автоматическом режиме, без участия персонала объекта, передавать сигналы тревоги в службу «01», что дало возможность значительно сократить время реагирования на сигнал тревоги

Преимущества радиосистемы «Стрелец-Мониторинг» неоднократно по достоинству были оценены сообществом специалистов по безопасности (победы на выставках «Технологии безопасности», «Комплексная безопасность», MIPS, SFITEX и других).

Таким образом, радиоканальная система ПАК «Стрелец-Мониторинг» может быть использована для защиты практически любого объекта, являясь надежной альтернативой традиционным проводным системам пожарной сигнализации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зыков В.И., Левчук М.С., Иванников А.П. Система радиоканального мониторинга комплексной безопасности объектов в составе ЦУКС. Научно-практический журнал «Пожарная безопасность в строительстве». № 3, июнь 2011. – М.: Пожнаука, 2011 С. 24-30.
2. Приказ МЧС России №743 от 28.12.2009г. О принятии на снабжение в системе МЧС России ПАК «Стрелец-Мониторинг». - М.: МЧС России, 2009.
3. Федеральный закон № 123 Технический регламент «О требованиях пожарной безопасности». - М.: 2009.

*М. С. Маршалов, Г. Е. Назаров, Е. Е. Нуждина,\* Р. М. Горбунов*  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России  
\*ООО «Продвагон-кондитер», г. Иваново

## **ОПТИМИЗАЦИИ СОДЕРЖАНИЯ ПРИСАДОК МЕЗОГЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ В СОТС ПРИ ОБРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ**

Одним из приоритетных направлений в системе МЧС России при эксплуатации насосов и систем водоснабжения является повышение их надежности. Анализ показывает, что одной из главных причин отказов является преждевременный износ трущихся узлов и частей, подвергающихся воздействию абразивных материалов из окружающей среды.

Применяя передовые технологии механической обработки, как при изготовлении, так и при ремонте деталей возможно существенное снижение износа, а, следовательно, и повышение надежности работы пожарных и аварийно-спасательных формирований МЧС России.

Улучшение процесса обработки металлов напрямую зависит от эффективности применяемых смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС). Поэтому для достижения данной задачи постоянно совершенствуются составы СОТС. Одним из способов их совершенствования является введение в них различных по природе и химическому строению функциональных присадок.

Особенную роль отводят экологически безопасным присадкам. Одним из таких классов функциональных присадок, применяемых в обработке материалов, являются мезогенные соединения холестерина (МСХ). Данные вещества являются нетоксичными, не обладают канцерогенным действием, полностью биоразлагаемы. Кроме того, благодаря своему химическому строению, молекулы МСХ способны структурироваться в зонах трибологического контакта инструмента и обрабатываемой поверхности, благодаря чему достигается их высокая смазочная способность [1,3,8,9]. Некоторые соединения МСХ имеют высокие температуры термического разложения, что делает возможным применение их в процессах металлообработки. В работах [3,2,4] показана высокая эффективность некоторых присадок жидкокристаллических соединений холестерина (ЖКСХ) в экспериментах по трению.

Известно, что смазочное действие смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС) при обработке металлов тоже во многом определяется их способностью разлагаться по радикальным механизмам, образуя на поверхностях прочные хемосорбированные защитные смазочные пленки [5].

Применяя в качестве присадок к СОТС МСХ, можно ожидать синергетического эффекта не только от химически активных присадок, но и от присадок, способных структурно упорядочиваться в зоне контакта. Так в работе [6,7] показано, что применение в качестве присадок соединений МСХ к базовым составам промышленных и режущих масел приводит к уменьшению силовых показателей процесса резания и, как следствие, к улучшению качества обработанной поверхности, и увеличению стойкости обрабатываемого инструмента. Применение комплексов из нескольких видов присадок МСХ приводит к увеличению общей эффективности СОТС за счет того, что каждая из присадок работает в своей зоне резания (температурном диапазоне). Поэтому требуется подбор рационального состава СОТС по содержанию присадок МСХ, обеспечивающему в рациональном диапазоне концентраций наилучшее смазочное действие при обработке материалов.

Целью данной работы являлась оптимизация состава путем применения присадок с различными температурными интервалами мезоморфизма.

Ранее в наших работах [6,7] была показана эффективность некоторых присадок МСХ на операциях сверления конструкционных сталей. Из составов СОТС с присадками МСХ, которые не содержат хлор, наилучшими трибологическими свойствами обладают составы с присадками Х-16 и Х-37 (табл. 1). С учетом того, что Х-16 и Х-37 проявляют мезоморфизм в различных температурных интервалах, было интересно исследовать их совместное влияние на свойства СОТС.

Таблица 1. Физико-химические свойства присадок МСХ

Промышленное наименование	Название соединения	Химическая формула	Температура плавления °С	Температура превращений в мезоморфной фазе, °С	Температура превращения в изотропную жидкость, °С	Молекулярная масса (г/моль)	Число атомов углерода в радикале кислоты
Х-16	Холестерилловый эфир олеиновой кислоты	$C_{45}H_{78}O_2$	–	–	–	650	18
Х-37	Холестерилловый эфир п-н-октилоксибензойной кислоты	$C_{42}H_{66}O_3$	138,5 C→S	171,5 S→Ch	200,5 Ch→I	618	15

**Оптимизация состава СОТС.** С использованием методов математического планирования нами были проведены исследования и определены составы СОТС, содержащие комбинацию двух присадок МСХ с различным диапазоном мезоморфного состояния, обеспечивающие в рациональном диапазоне концентраций наилучшее смазочное действие при сверлении конструкционных сталей марок Ст3.

Подбор оптимального состава СОТС по содержанию в них данных присадок МСХ и обработка результатов экспериментов проводились с использованием математического планирования эксперимента. В ходе эксперимента варьировалось содержание присадки в СОТС на базе индустриального масла И-20А. В качестве изменяемых параметров были взяты массовые концентрации в СОТС высокотемпературной присадки – Х-37 и низкотемпературной присадки Х-16. Присадки растворяли на водяной бане в базовом масле при температуре 95...100 °С.

За критерий отклика принимался средний момент сверления. Испытания проводились на трибометрическом стенде, на базе сверлильного станка. Режим обработки: скорость резания  $v = 21.9 \text{ м/мин}$  (1040 об/мин), осевая нагрузка  $P = 270 \text{ Н}$ . Используемый инструмент — сверла  $\varnothing 6,7 \text{ мм}$  из быстрорежущей стали Р6М5. Подача СОТС осуществлялась капельным методом с расходом 1 мл/мин. Обрабатываемый материал — сталь Ст3 в виде полос  $510 \times 12 \times 6 \text{ мм}$ .

Была выбрана матрица планирования для двухфакторного эксперимента с трехуровневым варьированием факторов. Уровни варьирования содержания присадки приведены в табл. 2.

*Таблица 2. Уровни варьирования содержания присадки в СОТС*

Фактор	Содержание присадки в составе СОТС, масс. %	
	Х-16	Х-37
Основной уровень( $X_0, Y_0$ )	2	0,75
Интервал варьирования ( $\Delta X, \Delta Y$ )	2	0,75
Верхний уровень ( $x, y = 1$ )	4	1,5
Нижний уровень( $x, y = -1$ )	0	0

Для определения погрешности воспроизводимости при каждой комбинации факторов проводилось не менее 3...5 опытов. Кодировка факторов осуществлялась по формулам:

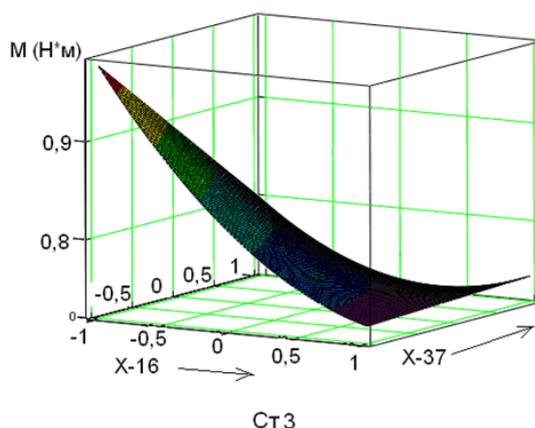
$$x = \frac{X - X_0}{\Delta X}; \quad y = \frac{Y - Y_0}{\Delta Y}. \quad (1)$$

Регрессионная модель искалась в виде полинома второй степени:

$$M = a_0 + a_1x + a_2y + a_{11}x^2 + a_{22}y^2 + a_{12}xy. \quad (2)$$

Для расчета коэффициентов нашей модели использовался пакет статистической обработки Statgraphics Centurion XV Professional 15.1.02. Уровень значимости каждого коэффициента оценивался по степени их вклада в общую сумму квадратов, обусловленную регрессией, отнесенную к сумме квадратов ошибок (F-отношение или критерий Фишера), величина которого имеет тенденцию к возрастанию с ростом значимости коэффициента.

Результаты расчета коэффициентов регрессионной модели приведены в табл. 3. Видно, что в исследованном диапазоне имеет место квадратичное поведение зависимостей крутящего момента от содержания присадки. При малом содержании присадки идет снижение крутящего момента, однако повышение концентрации напротив ухудшает смазочную способность СОТС, о чем свидетельствует положительный квадратичный член полученных зависимостей. Очевидно, это связано с возрастанием вязкости СОТС и ухудшении ее проникающей способности, что препятствует проникновению СОТС в зону резания. Для полученной регрессионной зависимости была построена поверхность отклика с помощью Mathcad 2001 Professional, которая представлена на рис. 1.



**Рис. 1.** Поверхность отклика регрессионной зависимости момента резания от концентраций присадок МСХ для стали Ст3

**Таблица 3. Параметры регрессионных моделей влияния концентрации присадки МСХ на крутящий момент при сверлении сталей**

Параметр модели	Вид обрабатываемого материала
	Ст3
$a_0$	0,783
$a_1$	- 0,069
$a_2$	- 0,042
$a_{12}$	0,047
$a_{11}$	0,037
$a_{22}$	0
<b>Критерий Пирсона, <math>R^2</math></b>	<b>0,85</b>

На основании полученных зависимостей был оптимизирован состав СОТС с присадками МСХ для сверления стали Ст3. Для исследования свойств СОТС с оптимизированным содержанием присадок МСХ, полученного с помощью планирования эксперимента, был выполнен ряд экспериментов. Обработка проводилась сверлением с использованием сверла из быстрорежущей стали Р6М5 диаметром 6,7 мм при режимах используемых ранее. В качестве обрабатываемого материала использовались конструкционные стали (Ст3). Результаты экспериментов представлены в табл. 4.

Таблица 4. Оптимизированный состав СОТС

Марка стали	Концентрации, масс. %		Момент резания $M$ , Н·м		Относительная эффективность смазочного действия $M_0/M$
	Х-16	Х-37	Рациональная СОТС М	СП-4 $M_0$	
Ст3	2,64	1,5	0,726	0,893	1,23

**Выводы.** Проведенные эксперименты подтвердили высокую эффективность мезогенных соединений в качестве присадок к СОТС для сверления металлов. Эксперименты показали, что при оптимизации составов следует придерживаться принципа сочетания присадок с различной температурой мезоморфизма, так как это обеспечит непрерывное существование структурированного смазочного слоя в большинстве зон контакта инструмента с обрабатываемым материалом. Применение данных улучшенных СОТС при изготовлении деталей насосов и систем водоснабжения позволит получать готовую продукцию с более высокими эксплуатационными характеристиками.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 601304 (СССР) Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлов Р.И. Карабанов, В.Н. Латышев, И.Г. Чистякова, В.М. Чайковский. Опубл. в Б.И.1978. № 13.
2. Берёзина Е.В., Годлевский В.А. Мезогенные соединения в качестве трибоактивных присадок. // Успехи в изучении жидкокристаллических материалов. Под ред. Н.В.Усольцевой.— Иваново: Иван. гос. ун-т, 2007.С. 80-94.
3. Ермаков С. Ф., Родненков В.Г., Белоенко Е.Д., Купчинов Б.И. Жидкие кристаллы в технике и медицине. Мн.: ООО «Асар», М.: ООО «ЧеРо», 2002. 412 с.
4. Колбашов М.А. , Латышев В.Н., Новиков В.В., Сырбу С.А. Трибологические свойства некоторых жидкокристаллических соединений холестерила // Трение и износ. 2009. Том.20, № 6. С. 564— 567.

5. Латышев В.Н. Трибология резания. Кн. 1: Фрикционные процессы при резании металлов. Иваново: Иван.гос.ун-т, 2009. 108 с.

6. М.С. Маршалов, В.Н. Латышев, В.В. Новиков, Е.Е. Нуждина, С.А. Сырбу. Изучение влияние СОТС с присадками жидких кристаллов на сверление и развертывание отверстий. *Металлообработка*. 2011. № 6 (66). С. 7—10.

7. М.С. Маршалов, В.Н. Латышев, В.В. Новиков, Е.Е. Нуждина, С.А. Сырбу, Колбашов М.А.. Работоспособность смазок с присадками мезогенных соединений холестерина при сверлении конструкционных сталей. *Физика, химия и механика трибосистем*. Межвуз сб. науч. трудов. Вып. 10. 2011. С. 161—168.

8. Справочник по триботехнике. Под общ. ред. М. Хебды и А.В. Чичинадзе. М.: Машиностроение. Т.2.1990. 420 с.

9. Топлива, смазочные материалы и технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочник под ред. В.М. Школьников. М.: Издательский центр «Техинформ», 1999. 596 с.

***С. Г. Мельников, В. Н. Блиничев***

ФГБОУ ВПО Ивановский государственный химико-технологический университет

## **АВАРИЙНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ВАКУУМНОЙ ПЕЧИ**

Высокотемпературные вакуумные печи получили значительное распространение, прежде всего с возникновением и развитием таких отраслей промышленности как атомная, ракетная, электронная, авиастроение, судостроение, машиностроение и т.д. Ужесточение технических требований к надежности и долговечности оборудования и конструкционным материалам привело к созданию технологических процессов, использующих нагрев до высоких температур (до 3000°С) и вакуум (отжиг, плавка, спекание, пайка, сварка, химико-термическая обработка, закалка и др.). Помимо вакуума в таких печах в качестве среды используются инертные и различные технологические газы (аргон, азот, гелий, водород и др.).

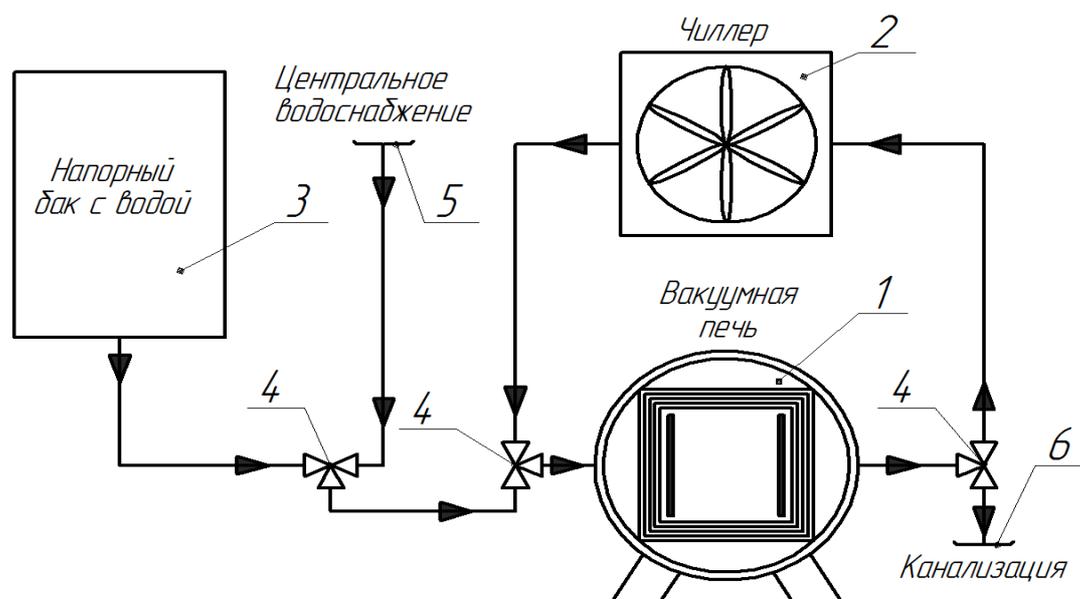
В большинстве случаев корпус и крышки вакуумной печи имеют водоохлаждающие рубашки для отвода теплоты. Кроме этого, электрические кабели и электрические вводы в вакуумную камеру также выполняются с водяным охлаждением, и, следовательно, охлаждающая вода становится проводником тока. Это снижает безопасность эксплуатации печи и негативно влияет на систему охлаждения из-за возникающих электрохимических процессов.

Поэтому для охлаждения высокотемпературных печей используют замкнутую систему с дистиллированной водой с её диэлектрическими свойствами. Для подготовки воды применяется воздушный или водяной теплообменник (чиллер). Водяное охлаждение высокотемпературных вакуумных печей необходимо, как уже было сказано выше, для отвода тепловой энергии от корпуса печи и других элементов, а также для снижения температуры наружного кожуха до безопасной. Отказ системы водяного охлаждения может привести к перегреву и выходу из строя элементов конструкции печи, что повлечет за собой возникновение взрывоопасных ситуаций.

В случае, когда для подготовки воды используется воздушный теплообменник, его выход из строя является наиболее вероятной причиной нарушения системы охлаждения. Тогда охлаждение печи осуществляется водой из центрального водоснабжения, которое, из-за частых аварий трубопроводов, ремонтных работ и других мероприятий, работает ненадежно. Поэтому для избегания опасных ситуаций необходимо организовать аварийное водоснабжение системы, учитывая все возможные непредвиденные обстоятельства.

Даже малая вероятность одновременного отключения воздушного теплообменника и центрального водоснабжения должна быть принята во внимание при эксплуатации высокотемпературных печей, чтобы предотвратить возможные опасности для жизни обслуживающего персонала.

На рис.1. представлена схема аварийного водоснабжения системы охлаждения высокотемпературной вакуумной печи для случаев выхода из строя «чиллера» и отключения центрального водоснабжения.



**Рис. 1.** Схема аварийного водоснабжения системы охлаждения высокотемпературной вакуумной печи: 1 – высокотемпературная вакуумная печь; 2 – воздушный теплообменник (чиллер); 3 – напорный бак с водой; 4 – трёхходовой клапан; 5 – центральное водоснабжение; 6 – канализация

В данной схеме предусмотрено, что, при отказе воздушного теплообменника 2, клапаны 4 автоматически переключают систему охлаждения печи 1 от чиллера к центральному водоснабжению 5 и канализации 6. Понятно, что при этом работа печи останавливается и происходит её охлаждение до безопасных температур. В случае отключенной системы центрального водоснабжения в контур охлаждения также автоматически подключается аварийный напорный бак с водой 3, который устанавливается намного выше вакуумной печи для создания напора. Объем бака зависит от требуемого времени для аварийного охлаждения и необходимого расхода воды в системе. Уровень воды в баке проверяется перед каждым циклом работы печи автоматически.

Организация надежного аварийное водоснабжение системы охлаждения высокотемпературной вакуумной печи с учетом всех возможных обстоятельств является обязательным условием для повышения надежности печи и уменьшения риска возникновения опасных ситуаций для жизни.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лейканд М. С. Вакуумные электрические печи. М., «Машиностроение», 1977, 52 с.
2. Макарычев И. И. и Кондратьев А. И. Сверхвысоковакуумные электрические печи сопротивления. М., «Энергия», 1975. 96 с. с ил.
3. Межотраслевые правила по охране труда при термической обработке металлов. ПОТ Р М-005-97. – М.: Изд-во ПИО ОБТ, 1998.

***Р. В. Мякинков, \* В. Т. Олейников, А. А. Страхолис***

\*Главное управление МЧС России по Пензенской области

ФГБОУ ВО Академия государственной противопожарной службы МЧС России

#### **К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПЕНЗЕНСКОГО ГАРНИЗОНА ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ**

Одним из приоритетных направлений внедрения инфокоммуникационных технологий в практику оперативного управления подразделениям гарнизона пожарной охраны является внедрение системы мониторинга местоположения транспортных средств с целью:

- повышения эффективности управления силами и средствами гарнизона пожарной охраны;
- сокращения времени реагирования на пожары и другие чрезвычайные ситуации;
- контроль за целевым использованием транспортных средств.

Для автоматизации процессов управления силами и средствами Пензенского гарнизона пожарной охраны, находящихся на различных территориальных и функциональных уровнях, но задействованных в едином плане привлечения сил и средств при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ (АСР), разработана и внедрена система мониторинга местоположения транспортных средств, основанная на использовании аппаратуры спутниковой навигации ГЛОНАСС (ГЛОНАСС/GPS).

На сегодняшний день бортовым навигационно-связным оборудованием (БНСО) торговой марки Авто-Трекер оснащены около 100 мобильных объектов, в пунктах связи частей отрядов федеральной противопожарной службы подразделениях Пензенского гарнизона пожарной охраны установлено 10 автоматизированных рабочих мест, которые используются для контроля и управления мобильными объектами.

К мобильным объектам территориального гарнизона пожарной охраны Пензенской области оснащенных техническими средствами навигационно-мониторинговой системы ГЛОНАСС (ГЛОНАСС/GPS), относятся аварийно-спасательные автомобили, пожарные автомобили, командно-штабные машины, оперативно-служебные автомобили, специальные автомобили, привлекаемые для тушения пожаров, проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

Внедрение системы мониторинга местоположения оперативных подразделений Пензенского гарнизона пожарной охраны обеспечило:

– повышение эффективности функционирования подразделений гарнизона пожарной охраны в сложной оперативной обстановке (при возникновении пожаров, ликвидации последствий аварий, катастроф и других чрезвычайных ситуаций);

– сокращение времени прибытия подразделений территориального гарнизона пожарной охраны к месту пожара, чрезвычайной ситуации, или к месту проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

В качестве среды передачи телеметрической и служебной информации от бортового навигационно-связного оборудования, установленного на транспортных средствах гарнизона пожарной охраны Пензенской области, предусматривается единственный - канал GSM/GPRS оператора сотовой связи (900/1800), который предоставляется Главному управлению МЧС России по Пензенской области и подчинённым ему учреждениям по **договору об оказании услуг связи с оператором сотовой связи «Билайн».**

**Таким образом, канал сотовой связи GSM/GPRS является основным и единственным каналом передачи данных аппаратуры спутниковой навигации ГЛОНАСС (ГЛОНАСС/GPS) с мобильных объектах МЧС России на территории Пензенской области.**

Однако анализ состояния этой проблемы у нас в стране и за рубежом показал, что GSM не в состоянии стать единственным средством для решения задач мониторинга местоположения и состояния мобильных объектов МЧС России (аварийно-спасательные автомобили, пожарные автомобили, командно-штабные машины, оперативно-служебные автомобили, специальные автомобили).

Так, в информационном докладе относительно применения сотовых сетей связи в интересах служб по действиям в чрезвычайных ситуациях, подготовленном Mason Communications по заказу организация TETRA Memorandum of Understanding [1], указывается: «...следует постоянно иметь в виду, что GSM не в состоянии стать единственным средством мобильной связи служб ЧС из-за присущей этому стандарту ограниченности. Основания для такого заключения дает не только сравнение функциональности сотовых сетей с требованиями служб ЧС, но и анализ их работы в условиях природных и техногенных катаклизмов, при резких скачках нагрузки и системных сбоях.»

При любой чрезвычайной ситуации природного или техногенного характера, а так же при террористических актах - первой отказывает сотовая связь. Основная проблема сотовой связи - это ее массовость. Поэтому в случае любого ЧП моментально наступает перегрузка и нарушение работы сотовой сети связи. Таких примеров у нас в стране и за рубежом множество:

– 27.09.2003г. из-за землетрясения на юге Сибири была нарушена работа сотовой связи в Кемеровской области и республике Алтай;

– 7.08.2009 г. Из-за **аварии на Саяно-Шушенской ГЭС** сотовая связь Хакасии не выдержала шквала звонков и пропала;

– 18.11.09. Взрыв на военном арсенале в Ульяновске привел к нарушению сотовой связи в Ульяновской области;

– при урагане в Ленинградской области в ночь с 29 на 30 2010г. оказались отключенными 446 базовых станций. Сотовая связь в регионе не работала до 4 августа 2010 г.;

– 15.02.2013 г. метеорит вывел из строя 245 базовых станций ОАО "МегаФон" в Челябинской области;

– 21.10.2002 г. взрыв в финском торговом центре в окрестности Хельсинки заблокировал работу сетей GSM и др.

Кроме того, следует учитывать, что во время терактов из-за проведения оперативно-технические мероприятия сотовая связь глушится (теракт во Владикавказе август 2009г., взрывы в аэропорту "Домодедово" и Московском метро и др.).

*Из проведенного анализа следует, что живучесть системы мониторинга местоположения оперативных подразделений Пензенского гарнизона пожарной охраны при использовании для передачи данных только канала GSM будет довольно низкой.*

Анализ опыта создания и использования спутниковых навигационных систем для мониторинга местоположения подвижных объектов в МВД, МО, Пограничная служба и др. показывает, что при создании и внедрении таких систем должны обязательно включаться требования использования для передачи навигационных сигналов и телеметрической информации, помимо каналов сотовой связи, УКВ радиоканал штатных радиостанции, а именно:

«1. Абонентский навигационный терминал (АНТ) в различных вариантах исполнения должен обеспечивать:

– передачу информации по каналам конвенциональной радиосвязи с использованием УКВ-радиостанций, принятых на снабжение в МЧС России, поддержку цифровых транковых сетей;

– передачу информации по каналам GSM, (с использованием технологий передачи данных GPRS, EV-DO, SMS, Data-call).

2. В АНТ должна быть возможность передачи тревожных извещений по любому доступному каналу связи. В случае если тревожное извещение не доставлено в ДЦ по основному каналу связи, оно должно отправляться последовательно по остальным имеющимся каналам связи».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Analysis in the ability of Public Communications to support Mission Critical Emergency Service use (Проблемы использования систем сотовой связи в чрезвычайных ситуациях)

2. [www.tandca.com/Library/Documents/Files/Documents/PublicCommsEmergencyServices\\_Iss3.pdf](http://www.tandca.com/Library/Documents/Files/Documents/PublicCommsEmergencyServices_Iss3.pdf)

3. Перевод на русский язык см. [http://www.sagatelecom.ru/encyclopedia/protocol/detail.php?SECTION\\_ID=28&ID=22](http://www.sagatelecom.ru/encyclopedia/protocol/detail.php?SECTION_ID=28&ID=22).

*А. Е. Немченков, Н. Л. Сафонова, Ю. В. Водолажская*  
ФГБОУ ВПО Воронежский институт МЧС России

## **ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ НА БАЗЕ ОКСИОН**

В последнее время все острее ощущается необходимость в привлечении новых информационных решений и технологий, которые будут решать задачи повышения подготовки населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности, безопасности дорожного движения и охраны общественного порядка, своевременное и оперативное информирование граждан о чрезвычайных ситуациях и угрозе террористических актов, мониторинг обстановки и состояния правопорядка в местах

массового пребывания людей на основе использования современных технических средств и технологий. Особенно это становится актуальным в повседневном режиме плановой передачи профилактической информации в интересах формирования культуры безопасности жизнедеятельности населения.

Общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей (ОКСИОН) представляет собой организационно-техническую систему, объединяющую аппаратно-программные средства обработки, передачи и отображения аудио и видеoinформации, обеспечивающая все выше перечисленные задачи.

Создание ОКСИОН осуществляется в соответствии с утвержденной Правительством Российской Федерации Федеральной целевой программой «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 года», требованиями ряда нормативных правовых документов Российской Федерации и ведомственных руководящих документов.

ОКСИОН является составной частью системы управления РСЧС, сопрягается с органами повседневного управления и обеспечивает информационную поддержку при выявлении чрезвычайных ситуаций, принятии решений и управлении в кризисных ситуациях. Это позволяет избежать дублирования функций управления мероприятиями по гражданской обороне и защите от чрезвычайных ситуаций и значительного увеличения финансовых затрат.

Целью создания ОКСИОН является подготовка населения в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и охраны общественного порядка, своевременное оповещение и оперативное информирование граждан о чрезвычайных ситуациях и угрозе террористических акций, мониторинг обстановки и состояния правопорядка в местах массового пребывания людей на основе использования современных технических средств и технологий.

На ОКСИОН возложено решение следующих основных задач:

- сокращение сроков гарантированного оповещения о чрезвычайных ситуациях;
- повышение оперативности информирования населения по правилам безопасного поведения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций;
- повышение уровня подготовленности населения в области безопасности жизнедеятельности;
- повышение уровня культуры безопасности жизнедеятельности;
- увеличение действенности информационного воздействия с целью скорейшей реабилитации пострадавшего в результате ЧС населения;
- повышение эффективности мониторинга за радиационной и химической обстановкой и состоянием правопорядка в местах массового пребывания людей.

ОКСИОН представляет собой совокупность Федерального, межрегиональных, региональных и муниципальных (городских) информационных центров, осуществляющих управление различными типами оконечных устройств.

В структуре ОКСИОН нижестоящие информационные центры имеют подчиненное положение по отношению к Федеральному информационному центру. Межрегиональные и региональные информационные центры имеют право принимать на себя управление терминальными комплексами и планирование информационных операций информационных центров нижестоящих уровней. МРИЦ могут передавать управление терминальными комплексами своей зоны ответственности федеральному информационному центру.

Управление ОКСИОН осуществляется по следующему принципу:

- на федеральном уровне – Федеральный информационный центр – функции которого выполняет ГУ «ИЦ ОКСИОН»;
- на межрегиональном уровне – МРИЦ – в границах федерального округа;
- на региональном уровне – РИЦ – в границах субъекта Российской Федерации;
- на муниципальном уровне – МИЦ – в административных границах городов (муниципальных образований).

Для решения поставленных задач и обеспечения заданной совокупности функциональных возможностей, в состав ОКСИОН включены следующие структурные элементы:

- информационные центры различного уровня;
- терминальные комплексы, такие как:
  - пункты уличного информирования и оповещения населения (ПУОН);
  - пункты информирования и оповещения населения в зданиях с массовым пребыванием людей (ПИОН);
  - мобильные комплексы информирования и оповещения населения (МКИОН);
- распределенные автоматизированные подсистемы;
- другие средства информирования и оповещения населения.

Ресурсы ОКСИОН используются для осуществления плановой передачи профилактической информации в интересах обеспечения безопасности жизнедеятельности населения, с применением современных технологий представления информации.

Аналогично режиму повышенной готовности, функционирование ОКСИОН в режиме чрезвычайной ситуации направлено на оперативное информирование населения о действиях, необходимых для минимизации ущерба от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а так же террористических акций. В данном режиме обеспечивается непрерывный контроль за состоянием окружающей среды и обстановки.

На стадии ликвидации чрезвычайной ситуации ОКСИОН решает задачи информирования населения в ходе его социальной реабилитации, обеспечения морально-психологической поддержки, ослабления и снятия посткризисных осложнений, а также предоставления необходимой информации о местах расположения центров и служб социально-психологической реабилитации, медицинской помощи, первичного жизнеобеспечения, "горячим линиям" и адресным пунктам поиска близких и родственников и т.п.

В настоящее время ОКСИОН включает в себя: 38 информационных центров; 93 терминальных комплекса типа ПУОН; 501 терминальный комплекс типа ПИОН.

Введение в полном объеме общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей позволяет обеспечить гарантированное информирование и оповещение более 60 млн. чел., сократить сроки доведения до населения необходимой информации в 1,6 раза и уменьшить затраты федерального бюджета на ликвидацию чрезвычайных ситуаций и последствий террористических акций ориентировочно в 3,4 раза.

В период с 2006 по 2012 год на территории Российской Федерации был осуществлен вывод более 1200 внеочередных трансляций и текстовых сообщений на 595 терминальных комплексах ОКСИОН в 38 городах Российской Федерации по тематике происшедших чрезвычайных ситуаций.

На территории Воронежской области ОКСИОН функционирует с 2008 года. Создан региональный информационный центр, осуществляющий управление терминальными комплексами ОКСИОН, в составе: 13 пунктов информирования и оповещения населения на базе плазменных панелей и устройств бегущих строк и 1 пункт уличного информирования населения, представляющего собой светодиодный экран.

На сегодняшний день уже реализовано взаимодействие со Следственным комитетом России в части оперативного вывода на технические средства ОКСИОН информации о пропавших детях, что должно внести существенный вклад в мероприятия, не терпящие потери времени. Эта работа должна стать большим шагом на пути создания эффективного, современного информационного пространства, своевременно обеспечивающего граждан достоверными и точными сведениями.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральная целевая программа «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2010 года» утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 6 января 2006 г. № 1.

2. Аюбов Э.Н. Совершенствование общероссийской комплексной системы информирования и оповещения населения в местах массового пребывания людей (ОКСИОН) // Технологии гражданской безопасности № 2 / том 3 / 2006, стр. 73-77.

3. Облиенко А.В., Черемисин А.В., Дутов А.А. Общероссийская комплексная система информирования и оповещения населения (ОКСИОН) // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций: сб. ст. по материалам всерос. науч.-практ. конф. с междунар.уч., 19 апр. 2013 г. / ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России. — Воронеж, 2013. — стр. 59-61.

***Н. Ю. Новичкова***

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## **О СОСТОЯНИИ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ В РОССИЙСКИХ ПРОВИНЦИАЛЬНЫХ ГОРОДАХ НА РУБЕЖЕ XIX – XX ВВ.**

К концу XIX – началу XX вв. практика уже выработала некоторые основные правила организации пожарного дела в городах. Аксиомой пожарного дела являлось положение, что «каждый пожар желательно прекращать в самом начале, когда зачастую достаточно самых ограниченных средств»[1]. Для выполнения этого правила были необходимы следующие условия:

1. Быстрое извещение о пожаре.
2. Возможно скорое прибытие пожарной команды к месту пожара.
3. Хорошие орудия огнетушения.
4. Хорошо подготовленный и дисциплинированный личный состав.
5. Достаточное водоснабжение.

В связи с этим роль и значение пожарной сигнализации в борьбе с огнем становятся вполне очевидными. Чем быстрее команда являлась на пожар, тем легче было проводить мероприятия по его ликвидации, поскольку огонь не успевал набрать полную силу. Однако следует отметить, что если в Западной Европе и в Америке уже во 2-ой половине XIX в. телефон и телеграф уже получили широкое применение и использовались в пожарной службе, то в большинстве российских городов об этом могли только мечтать.

Пользуясь терминологией того времени, в конце XIX века в российских городах в распоряжении пожарных имелось два вида пожарной сигнализации: явная и тайная. Явная с помощью ревунов, рожков, свистков и трещоток оповещала о пожаре не только пожарные команды, но и обывателей. Автоматиче-

ские звонки, телеграф и телефон оповещали о пожаре исключительно пожарных и относились к тайной сигнализации.

В столице, а также в крупных промышленных российских городах, к концу XIX века при возникновении пожара звон набатных колоколов уже не тревожил жителей, вызывая всеобщий переполох. Примитивные и по этой причине малоэффективные способы оповещения о пожаре с помощью частных лиц или дозорных на каланчах постепенно вытеснялись использованием телефона и электрической сигнализации. В 1898 году в Петербурге было устроено 336 сигнальных станций, которые существенно сокращали время оповещения пожарных частей о возникновении пожаров[2]. Установка одного сигнального аппарата обходилась городской казне примерно в 100 рублей. В столичных городах, где на пожарную охрану тратилось ежегодно до 400 тысяч рублей, устройство электрической сигнализации являлось вполне реальным делом.

В провинции ситуация складывалась совершенно иначе. Органы местного самоуправления уездных городов ежегодно выделяли на пожарную охрану от 5000 до 10000 рублей. В эту сумму входило содержание пожарной части, жалование пожарных, закупка пожарного оборудования и фуража для лошадей. Уровень технического обеспечения пожарных команд был очень низким. В конце XIX в. в Александрове Владимирской губернии в распоряжении пожарной команды, состоявшей всего из 6 человек (1 брандмейстера и 5 служителей), имелось 5 лошадей и 6 пожарных труб, что было явно недостаточно. На протяжении 10 лет решался вопрос об усилении пожарного обоза, но покупка паровой пожарной машины откладывалась из-за ее высокой стоимости (4875 р.). Только в 1890 году управа добилась положительного решения, но для этого город должен был продать два участка принадлежавшего ему леса [3].

В 1897 году пожарная команда Коврова насчитывала 16 человек. В Киржаче, где из 756 домов из 768 были деревянными, пожарная команда состояла всего из трех (!) человек, в распоряжении которых имелась лишь 1 пожарная труба[4]. Городские власти, обеспокоенные растущим количеством пожаров, прежде всего старались выделять деньги на приобретение пожарного снаряжения, поэтому на устройство более эффективной пожарной сигнализации средств практически не оставалось. Необходимо также отметить, что несмотря на появление в городах телефонной сети, провинциальные пожарные команды не входили в число абонентов, поскольку установка телефона требовала больших затрат.

В большинстве российских городов для обнаружения и оповещения о начавшемся пожаре использовали каланчу. На каланче устанавливалось круглосуточное дежурство. Каланчу справедливо называли «глазами пожарной команды», поскольку она давала возможность быстро узнавать как о самом пожаре, так и о месте его нахождения. С помощью шаров, флагов и фонарей, вывешиваемых на каланчах, городская пожарная команда узнавала в какой части города пожар. Кроме того, особыми вывешиваемыми знаками вызывалось подкрепление и резервы в лице добровольных дружинников [5].

Эффективность использования каланчи сохранялась в городах до тех пор, пока она доминировала над остальными городскими зданиями. Появление в районе каланчи здания, даже равного ей по высоте, (например, нового храма) сразу закрывало от дозорного целый сектор городской территории. Серьезным недостатком в использовании каланчи являлась обнаружение только явных пожаров, т.е. тех, при которых огонь уже вырвался наружу. В домах обывателей пожары нередко возникали в подвалах, кладовых и других внутренних помещениях и вовремя заметить огонь было очень сложно. Дозорные на каланче не снабжались даже биноклями и полагались только на свое зрение. Вполне понятно, что в условиях скученности построек и плохой погоды сигнал тревоги подавался с опозданием.

Кроме наблюдений за пожарами, городские каланчи использовались и для обычных городских нужд. В некоторых городах на них устанавливались городские часы, вывешивались особые знаки, сообщавшие о том, что по причине морозов учащиеся не должны ходить в школу.

В целях предосторожности против пожаров в городах учреждались ночные караулы, что, несомненно, способствовало своевременному обнаружению огня. Для содержания караулов город разделялся на участки. На каждом участке с 9 вечера до 6 утра должен был находиться караульный, нанимаемый домовладельцами или пожарным старостой. Караулы устраивались только в наиболее пожароопасное летнее время. Явным недостатком такого подхода к пожарной безопасности являлась организация караулов лишь в течение нескольких месяцев, что не могло решить проблему в целом.

С сожалением приходится констатировать, что в конце XIX века даже каланчи имелись не во всех уездных городах. Там, где они отсутствовали, как это было к примеру в Юрьев-Польском, обывателей и пожарных оповещали о пожаре при помощи набата в церковные колокола[6]. Ввиду того, что на сообщение сторожу ближайшей церкви о пожаре требовалось немало времени, то обычно к приезду пожарных огонь успевал охватить уже не один, а несколько домов, что в условиях деревянной застройки было вполне объяснимо. В Коврове летом 1897 года пожар уничтожил за сутки более ста домов[7]. Одной из причин такого значительного ущерба несомненно являлось отсутствие надежной системы оповещения о пожарах.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что в конце XIX века в большинстве российских городов пожарная сигнализация являлась «больным местом» городской пожарной организации. Наиболее надежная в рассматриваемый период электрическая сигнализация находила свое применение лишь в крупных промышленных центрах. В большинстве случаев обнаружение пожаров производилось только с помощью дозорных на каланче или звона набатных колоколов.

Основной причиной сложившегося положения являлась отсутствие средств. Городские власти в вопросах пожарной безопасности зачастую рассчитывали на частные пожертвования со стороны обывателей.

В провинции именно благодаря инициативе жителей собирались средства на строительство пожарного депо и каланчи, устройство водопроводов. Однако эти мероприятия не носили системный характер и не могли решить проблему своевременного оповещения о пожарах в целом. Объяснение такому положению следует искать в том, что в то время дело пожарной охраны не было общегосударственным, власти делегировали эти обязанности органам местного самоуправления, которые по своим финансовым возможностям не были в состоянии поставить пожарное дело на должный уровень.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Городское дело № 1. 1909. С.7.
2. Пожарное дело № 11. 1898. С.717.
3. Государственный архив Владимирской области. Ф. 14. Оп. 4. Д. 512. Л. 28.
4. ГАВО. Ф.14. Оп. 4. Д.379. Л.14.
5. Пожарное дело № 11. 1898. С.717.
6. Пожарное дело № 8. 1898. С.508.
7. Пожарное дело № 8. 1898. С.509.

*М. Ю. Овсянников, Д. Ю. Рыбин, Д. Г. Давыдов, М. А. Якунин*  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

### **ДИНАМИКА ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА В ПОМЕЩЕНИИ С МЕХАНИЧЕСКОЙ ВЕНТИЛЯЦИЕЙ КАК ОСНОВА ВЫБОРА СРЕДСТВА ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ**

Рассмотрен случай возникновения пожара в помещении при работе в нём механической вентиляции, где реализуется особый режим газообмена помещения с окружающей средой. Специфика анализируемого режима заключается в том, что процесс газообмена через проём помещения с атмосферой идёт в одном направлении. Выход продуктов горения в атмосферу через этот проём отсутствует, продукты горения из помещения удаляются механической вентиляцией.

Это означает, что в дифференциальных уравнениях пожара [1] можно отбросить члены, содержащие расход газов, так как

$$G_r = 0. \tag{1}$$

Помещение, в котором механическая вентиляция осуществляет проветривание, можно рассматривать как негерметичное помещение, где среднее давление среды остаётся практически постоянным, равным давлению наружного воздуха, следовательно, с достаточной точностью можно принять, что

$$\frac{dP_m}{d\tau} \cong 0. \quad \rho_m T_m = \rho_a T_a, \quad (2)$$

где  $P_m$  – среднее давление в помещении;  $\rho_m$ ,  $T_m$  – средние значения плотности и температуры в рассматриваемый момент времени;  $\rho_a$ ,  $T_a$  – плотность и температура перед пожаром, плотность и температура атмосферы.

При этих условиях уравнения пожара для рассматриваемого случая аналогично, как и в работе [2] принимают вид:

– материального баланса

$$V \frac{d\rho_m}{d\tau} = G_{B1} + \psi - G_B; \quad (3)$$

– сохранения энергии

$$m_3 C_{pm} G_B T_m + Q_w = \psi \eta Q_H^p + q_n \psi + C_{pB1} T_a G_{B1}; \quad (4)$$

– материального баланса кислорода

$$V \frac{d\rho_1}{d\tau} = -\eta L_1 \psi + \frac{\rho_1}{\rho_a} G_{B1} - n_k \frac{\rho_1}{\rho_m} G_B \quad (5)$$

– материального баланса токсичного продукта горения

$$V \frac{d\rho_2}{d\tau} = \eta L_2 \psi - n_\Gamma \frac{\rho_2}{\rho_m} G_B; \quad (6)$$

– оптического количества дыма

$$V \frac{d\mu_m}{d\tau} = \psi D - n_D \frac{\mu_m}{\rho_m} G_B - k_c F_w, \quad (7)$$

где  $V$  – объём помещения, м<sup>3</sup>;

$\tau$  – время, с;

$Q_H^p$  – низшая теплота сгорания, Дж/кг;

$\psi$  – скорость выгорания (скорость газификации) горючего материала в рассматриваемый момент времени, кг/с;

$D$  – дымообразующая способность, Нп·м<sup>2</sup>/кг;

$G_{B1}$  – расход воздуха, поступающего из окружающей атмосферы в помещение, в рассматриваемый момент времени процесса развития пожара, кг/с;

$G_B$  – расход газов, удаляемых механической вентиляцией из помещения в рассматриваемый момент времени, кг/с;

$q_n$  и  $\eta$  – энтальпия продуктов газификации, Дж/кг и коэффициент полноты сгорания нагрузки;

$\rho_m$  – среднеобъемная плотность газовой среды в помещении, кг/м<sup>3</sup>;

$C_{PB}, C_{pm}$  – изобарные теплоемкости воздуха, газов в помещении соответственно, Дж/(кг·К);

$T_B, T_m$  – температура воздуха ( $T_B = T_a$ ), средняя температура газовой среды в помещении соответственно, К;

$Q_w$  – поток теплоты, поглощаемый ограждающими конструкциями, Вт;

$\rho_1$  – среднеобъемная парциальная плотность кислорода, кг/м<sup>3</sup>;

$L_1$  – стехиометрический коэффициент для кислорода (масса количество кислорода, необходимое для сгорания единицы массы горючего материала), кг/кг;

$L_2$  – стехиометрический коэффициент для продукта горения (масса количество продукта горения, образующегося при сгорании единицы массы горючего материала), кг/кг;

$\rho_{1B}$  – парциальная плотность кислорода в поступающем воздухе, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_2$  – среднеобъемная парциальная плотность токсичного продукта горения, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu_m$  – среднеобъемная оптическая плотность дыма, Нп/м.

$k_c$  – коэффициент седиментации (оседание) частиц дыма на поверхностях ограждающих конструкций, Нп/с;

$F_w$  – площадь поверхности ограждений (потолка, пола, стен), м<sup>2</sup>;

$R$  – газовая постоянная, Дж/(кг·К).

Начальные условия для дифференциальных уравнений записываются следующим образом

$$\left. \begin{aligned} P_m &= P_a; \\ \rho_m &= \frac{P_a}{R_a T_a}; \\ \frac{\rho_1}{\rho_m} &= x_{1B} = 0,23; \\ \rho_2 &= 0; \\ \mu_m &= 0, \end{aligned} \right\}$$

Учитывая, что [1]

$$Q_w = \varphi Q_{\text{пож}}, \quad (8)$$

где  $Q_{\text{пож}} = \eta \psi Q_H^P$ , уравнение энергии (4) преобразуется к виду

$$m_3 C_{pm} G_B T_m = \psi \eta Q_H^P (1 - \varphi) + C_{pB1} T_a G_{B1}. \quad (9)$$

Здесь учтено, что

$$q_n \ll \eta \psi Q_H^P. \quad (10)$$

Из уравнения (9) установлен вид зависимости для расчёта расхода поступающего воздуха в помещение в каждый момент времени, как и в работе [3]

$$G_{B1} = \frac{m_3 C_{pm} G_B T_m - \psi \eta Q_H^P (1 - \varphi)}{C_{pB1} T_a}. \quad (11)$$

Массовый расход удаляемых газов механической вентиляцией определяется соотношением

$$G_B = \rho_m W_B, \quad (12)$$

где  $W_B$  – объёмный расход газов, удаляемых механической вентиляцией.

С помощью выражений (2), (11), (12) уравнение материального баланса пожара (3) можно представить в виде

$$V \frac{d\rho_m}{d\tau} = \frac{m_3 C_{pm}}{C_{pB}} W_B \rho_a - W_B \rho_m + \psi \left[ 1 - \frac{\eta Q_H^P (1 - \varphi)}{C_{pB} T_a} \right]. \quad (13)$$

Уравнение (13) можно упростить, если учесть следующее условие. Второй член в прямоугольных скобках уравнения (13) во много раз больше единицы, т.е.

$$\frac{\eta Q_H^P (1 - \varphi)}{C_{pB} T_a} \gg 1. \quad (14)$$

В работе [1] показано, что для большинства горючих материалов величина  $Q_H^P > 10^7$  Дж · кг<sup>-1</sup>, теплоёмкость газовой среды в помещении  $C_{pB} \approx 10^3$  Дж · кг<sup>-1</sup> · К<sup>-1</sup>, значение начальной температуры  $T_a \approx 3 \cdot 10^2$  К, коэффициент полноты сгорания  $\eta \approx 1$ , величина теплопоглощения  $\varphi \approx 0,5$ . Подставляя указанные величины в правую часть выражения (14) получим

$$\frac{1 \cdot 10^7(1-0,5)}{10^3 \cdot 3 \cdot 10^2} = 16,7 \gg 1. \quad (15)$$

Следовательно, левая часть выражения (14) больше, чем на порядок превышает единицу. Это значит, что в прямоугольных скобках уравнения (13) можно отбросить единицу. С учётом этого уравнение (13) принимает вид

$$V \frac{d\rho_m}{d\tau} = \frac{m_3 C_{pm}}{C_{pB}} W_B \rho_a - W_B \rho_m - \frac{\eta Q_H^P (1-\varphi)}{C_{pB} T_a} \psi. \quad (16)$$

С учётом выражений (2), (11), (12) на основе соотношений (3), (5), (6), (7) уравнения параметров состояния газовой среды в помещении можно представить в виде

$$\frac{d\rho_m}{d\tau} + C\rho_m = \frac{m_3 C_{pm}}{C_{pB}} C\rho_a - \frac{\eta Q_H^P (1-\varphi)}{C_{pB} T_a V} \psi; \quad (17)$$

$$\frac{d\rho_1}{d\tau} + n_k C\rho_1 = \frac{C_{pm}}{C_{pB}} C\rho_{1B} - \left[ 1 + \frac{Q_H^P (1-\varphi)}{C_{pB} T_a \rho_a L_1} \rho_{1B} \right] \frac{\eta L_1}{V} \psi; \quad (18)$$

$$\frac{d\rho_2}{d\tau} + n_r C\rho_2 = \frac{\eta L_2}{V} \psi; \quad (19)$$

$$\frac{d\mu_m}{d\tau} + n_D C\mu_m = \frac{D}{V} \psi - k_c \frac{F_w}{V}, \quad (20)$$

где  $C = \frac{W_B}{V}$ .

Уравнения (17) – (20) являются линейными дифференциальными уравнениями первого порядка. Решение этих уравнений позволяет получить аналитические зависимости по каждому из опасных факторов пожара.

Рассмотрим уравнения (17) при разных случаях горения материала горючей нагрузки:

$\psi = const$ , что соответствует горению газа, жидкости с постоянной скоростью;

$\psi = f(\tau)$  для кругового, линейного распространения пожара по поверхности твёрдых горючих материалов (далее – ТГМ), а так же при нестационарном горении жидкости.

Решения (17) для указанных случаев горения горючей нагрузки получены с учётом решения задачи Коши, поиска частного решения, удовлетворяющего начальному условию

$$\rho_m(0) = \rho_a \quad (21)$$

1.  $\psi = const$ . Решение уравнения (17) получено в виде

$$\rho_m = b_{\rho_m} - (\rho_a - b_{\rho_m}) \exp(-C\tau) \quad (22)$$

2.  $\psi = \psi_0 \pi v_n^2 \tau^2$ . Решение уравнения (17) представлено соотношением

$$\rho_m = k_1 - \frac{k_2 A}{C^3} (C^2 \tau^2 - 2C\tau + 2) + \left( \rho_a - k_1 + \frac{2k_2 A}{C^3} \right) \exp(-C\tau) \quad (23)$$

3.  $\psi = \psi_0 \pi v_n^2 \tau^2$ . В результате решения уравнения (17) получается выражение

$$\rho_m = k_1 - \frac{k_2 A}{C^2} (C\tau - 1) + \left( \rho_a - k_1 + \frac{k_2 A}{C^2} \right) \exp(-C\tau) \quad (24)$$

4.  $\psi = \psi_0 F \sqrt{\frac{\tau}{\tau_{cr}}}$ . В результате решения уравнения (17) получается выражение

$$\rho_m = k_1 - \frac{k_2 A}{C} \sqrt{\tau} + \frac{\sqrt{\pi} \operatorname{erfc}(\sqrt{C} \sqrt{\tau})}{C^{\frac{3}{2}}} \exp(-C\tau) + \left( \rho_a - k_1 - \frac{\sqrt{\pi}}{2C^{\frac{3}{2}}} \right) \exp(-C\tau) \quad (25)$$

где  $k_1 = \frac{m_3 C_{pm}}{C_{PB}} \rho_a$ ,  $k_2 = \frac{\eta Q_H^p (1 - \varphi)}{C_{PB} T_a}$ ,  $b_{\rho_m} = k_1 - k_2 \frac{\psi}{V \cdot C}$ .

$$A = \begin{cases} \frac{\psi_0}{V} \pi v_{л}^2 & \text{— при круговом распространении пожара по поверхности ТГМ;} \\ \frac{\psi_0}{V} b v_{л} & \text{— при линейном распространении пожара по поверхности ТГМ;} \\ \frac{\psi_0}{V} F_{г} \frac{1}{\sqrt{\tau_{ст}}} & \text{— при неустановившемся горении жидкости.} \end{cases}$$

Проводя аналогичные преобразования (18) – (20) можно получить аналитические выражения для остальных опасных факторов пожара и разных случаях распространения горения по горючей нагрузке помещения.

Аналитические решения уравнений пожара при рассмотренных условиях газообмена помещения позволяют определить значения параметров газовой среды в помещении, следовательно, могут быть использованы для обоснования выбора средств пожарной автоматики.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 118 с.
2. Овсянников М.Ю. Динамика опасных факторов пожара в помещениях при работе противодымной вентиляции: монография. – Иваново: Иван. Гос. ун-т, 2007. – 175 с.
3. Овсянников М.Ю., Рыбин Д.Ю., Давыдов Д.Г. Интегральная математическая модель пожара при механической вентиляции помещения // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов I Межвузовской научно-практической конференции 09 апреля 2015 г. – Иваново: ООНИ ЭКО ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2015 – С. 111 – 114.

*А. Х. Салихова, Д. Б. Самойлов, М. В. Винокуров, М. А. Белов, А. В. Абрамов*  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

#### **РАЗРАБОТКА РЕШЕНИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА СНИЖЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ ООО «ЛУКОЙЛ-НИЖЕГОРОДНЕФТЕОРГСИНТЕЗ»**

В соответствии с требованиями ст. 49 Федерального закона от 22.07.2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» в целях предотвращения пожара необходимо исключать условия образования горючей среды [1].

В помещении насосной станции горючую среду могут образовывать товарная нефть и дизельное топливо, которое используется для охлаждения насосов. Нами предлагаются решения, направленные на снижение пожарной опасности процесса охлаждения торцевых уплотнений насосов, где используется дизельное топливо (ЛВЖ).

Рассмотрим принцип работы системы охлаждения. Для перекачки нефти в сырьевой насосной станции установлены насосы НК-560/335 и НК-560/300 с торцевыми уплотнениями. При вращении уплотнения поверхности трения находятся в контакте. Таким образом, выделяется тепло, и если это тепло не отводится, то температура в камере уплотнения может увеличиться и стать причиной выхода из строя уплотнения. В случае недостаточной смазки выделяемая теплота может составлять до  $100 \text{ Вт/см}^2$ . Повреждение торцевого уплотнения насоса приводит к утечке перекачиваемой жидкости (в нашем случае нефти). Одной из причин является разрушение вследствие повышения температуры нагрева контактных поверхностей.

В качестве охлаждающего агента для торцевых уплотнений используется дизельное топливо. Расход жидкости на охлаждение составляет  $0,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Дизельное топливо помимо своей основной задачи - производства энергии при сгорании - выполняет также еще две важные функции - охлаждение и смазка. Теплоемкость - способность материала аккумулировать тепловую энергию. Удельная теплоёмкость - это количество тепла, которое необходимо передать  $1 \text{ кг}$  данного материала, чтобы повысить его температуру на  $1 \text{ град.С}$ .

Теплоемкость воды принята за единицу и равна –  $1.0 \text{ ккал/кг} \cdot \text{°С}$ .

Теплоемкость дизельного топлива равна –  $(0.4 \div 0.5) \text{ ккал/кг} \cdot \text{°С}$ .

Таким образом, дизельное топливо быстро поглощает тепло. Этими свойствами и определялся выбор хладагента в технологическом регламенте производства. Но в то же время, дизельное топливо является легковопламеняющейся жидкостью с  $T_{всп} = 35\text{°С}$ . Опасными факторами использования этого вещества является возможность образования взрывоопасных концентрации внутри насоса и в помещении при разгерметизации системы подачи дизельного топлива на охлаждение [2]. Рассмотрим альтернативные решения охлаждения насосов без использования дизельного топлива.

1. Замена дизельного топлива на нефтяное масло, которое также является продуктом нефтепереработки и поступает с цеха селективной очистки масел.

Нефтяные масла - очищенная фракция нефти, получаемая при перегонке, кипящая при температуре от  $300\text{°С}$  до  $400\text{°С}$ . Оно имеет сложный углеводородный состав (также как и дизельное топливо) со средним весом молекул  $220-340 \text{ а.е.}$ , и содержит следующие основные компоненты: парафины -  $10-15\%$ ; нефтени или циклопарафины -  $60-70\%$ ; ароматические углеводороды -  $15-20\%$ ; асфальто-смолистые вещества -  $1-2 \%$ ; сернистые соединения  $< 1\%$ ; азотистые соединения  $< 0,8\%$ ; нафтеновые кислоты  $< 0,02\%$ .

Основными критериями, по которым выбирался хладагент, были приняты теплоемкость (удельная теплоемкость), вязкость, показатели пожароопасности. Для того, чтобы хорошо выполнять свои дополнительные функции как охлаждающая среда масло должно обладать невысокой вязкостью. Сравнительный анализ приводится в табл. 1.

**Таблица 1. Сравнительный анализ жидкостей для охлаждения насосов**

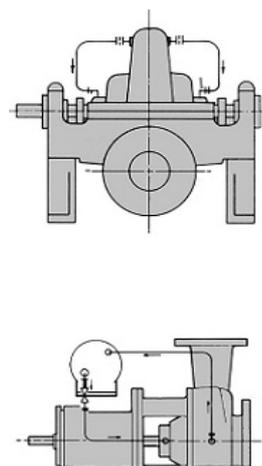
Наименование показателя	Масло нефтяное	Дизельное топливо
Группа горючести	ГЖ	ЛВЖ
Температура вспышки	118-127 °С	35 °С
Температурные пределы распространения пламени	118-167 °С	35-75 °С
Кинематическая вязкость	0,047-0,0490 м <sup>2</sup> /с	0,04 м <sup>2</sup> /с
Удельная теплоемкость	1,67...2,01 кДж/(кг °С)	1,84 кДж/(кг °С)

Таким образом, можно сказать, что нефтяное масло может заменить дизельное топливо по своим свойствам, и при этом снижается уровень пожарной опасности. При этом не требуется устройства отдельной системы маслоподачи.

2. Отвод тепла при помощи специальных конструкций. Простая обводная трубка отводит тепло производимое в результате контакта поверхностей трения (рис. 1). Для более высоких температур, обводную трубку должна проходить через охладитель. Подвод внешней жидкости также может использоваться.

3. Система охлаждения двухступенчатых торцовых уплотнений СО-1 ЗАО «ТРЭМ Инжиниринг».

Предназначена для снижения температуры жидкости двухступенчатых торцовых уплотнений до уровня, обеспечивающего их нормальную работу, а также для местного и дистанционного автоматического контроля состояния уплотнения и защиты насосного агрегата при аварийном выходе уплотнения из строя (рис. 2, 3). Устанавливается на нефтяных насосах типа НК.



**Рис. 1.** Устройство охлаждения уплотнения с обводной трубкой и охладителем



**Рис. 2.** Устройство системы СО-1:  
1 - Термосифонный бачок; 2 - Указатель уровня; 3 - Предохранительный клапан;  
4 - Манометр; 5 - Шаровой кран;  
6 - Шаровой кран; 7 - Штуцер установки сигнализатора нижнего уровня;  
8 - Штуцер установки сигнализатора давления;  
9 - Штуцер установки сигнализатора верхнего уровня;  
18 - Штуцер установки термометра;  
19 - Штуцер установки датчика температуры



**Рис. 3.** Фотографии примеров установки системы СО-1

#### Технические характеристики:

Тип теплообменника - кожухотрубчатый с плавающей головкой четырех ходовой вертикальный. Материал составных частей - сталь коррозионно-стойкая. Материал прокладок - терморасширенный графит. Эффективная мощность охлаждения, кВт - 3,8. Объем жидкости в теплообменнике, л - 7,8. Рас-

четное давление в бачке, кгс/см<sup>2</sup> - 35. Пробное давление в бачке, кгс/см<sup>2</sup> – 45. Температура жидкости на входе, не более °С – 150. Давление срабатывания предохранительного клапана, кгс/см<sup>2</sup> - 4 +0,5. Площадь поверхности охлаждения теплообменника, м<sup>2</sup> - 0,55. Охлаждающая жидкость - техническая вода, антифриз, дизтопливо или другая жидкость с T 5...30°С. Срок службы, лет - не менее 10. Масса, кг, не более - 55

Особенности конструкции:

1. Высокая эффективная мощность охлаждения позволяет с успехом применять систему СО11 для охлаждения двухступенчатых уплотнений, установленных на «горячих» насосах (с температурой среды до +400 °С).

2. Конструкция теплообменника разборная и позволяет производить на месте его установки периодическую чистку трубок радиатора по мере их забивания механическими частицами (накипь, наросты, пробки) с незначительной разборкой радиатора.

3. Конструкция системы охлаждения предусматривает различные варианты комплектации устройствами КИПиА:

– полная комплектация (манометр, указатель уровня, предохранительный клапан, сигнализатор уровня, датчик давления, датчик температуры).

– ограниченная комплектация (манометр, указатель уровня, предохранительный клапан).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 г. №123 – ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

2. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справочное издание/ А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. – М.: Ассоциация «Пожнаука», 2004. – Т. 1-2.

***И. В. Сараев, А. Г. Бубнов, В. Ю. Курочкин, А. В. Кулагин***

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## **ВЫБОР КОМПЛЕКТА РУКАВОВ ДЛЯ НУЖД ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Пожарные рукава, наряду с другим пожарным оборудованием, являются одним из основных его видов, и от их исправного состояния во многом зависит эффективность и успешность действий пожарных подразделений на пожарах. Пожарные рукава неприхотливы в работе и не требуют особых условий при хранении и эксплуатации, но они используются значительно чаще, чем другие виды пожарного оборудования.

Известно, что до 85 % отказов пожарной техники приходится именно на долю пожарных рукавов. Причём из общего количества отказов, обнаруженных на рукавах различного диаметра, 60 % приходился на «свищи», 30 % - на разрывы чехлов и 10 % на срыв соединительных головок, выдавливание уплотнительных колец. Из общего количества отказов 25 % из них обнаруживают на пожарах и учениях, 75 % устанавливаются при испытаниях [1].

Возникновение отказов весьма опасно, т.к. среднее время устранения отказов увеличивает время тушения на 5 - 8 мин, что, в свою очередь, может привести к срыву или снижению эффективности действий пожарно-спасательных подразделений (ПСП). Отметим, что в настоящее время более десяти отечественных и зарубежных фирм выпускают различные комплекты пожарных рукавов. Следовательно, выбор конкретного поставщика (производителя) рукавов (отвечающего всем современным требованиям, в т.ч. обеспечивающим минимально необходимое время для обслуживания, наладки и профилактики) из рукавов-аналогов лицом принимающим решение (ЛПР) по комплектованию им ПСП весьма затруднителен, ввиду отсутствия единых критериев.

Уровень и квалификация ПСП по многочисленным отзывам чрезвычайно высок и вероятность ошибок, обусловленных так называемым «человеческим фактором» при выполнении базовых операций не превышает средней величины для операторов напряжённых процессов - 0,0006 [2].

Количественной оценкой надёжности технических устройств должна служить статистика отказов и рассчитываемый по её результатам параметр наработки (однако указанные статистические данные получить не представляется возможным ввиду нежелательности огласки). Вследствие вышеизложенного, выбор конкретного наименования пожарных рукавов, ЛПР по комплектованию ими ПСП весьма затруднителен. Ранее было показано, что для оценки величины уровня техногенного риска при использовании того, или иного сложного оборудования можно использовать интегральный показатель – математическое ожидание ущерба от прекращения его работы [3].

Следовательно, и в случае с пожарными рукавами, относительная общая польза приносимая объектом может быть оценена по формуле [3]:

$$W = V/(G + B), \quad (1)$$

где:  $V$  – величина предотвращённого от смертности и ранений при ликвидации последствий пожара;  $V=U$ ;

$G$  – затраты на предотвращение и снижение уровня технического риска (в первую очередь эксплуатационные затраты на обслуживание рукавов), руб.;

$B$  – уровень техногенного риска, руб., который можно интерпретировать как математическое ожидание ущерба от пожарного (рукава) или индивидуального риска.

Здесь уровень техногенного риска ( $B$ ) в стоимостном выражении (математическое ожидание ущерба) рассчитывается следующим образом:

$$B = Q \cdot Y, \quad (2)$$

где:  $Q$  – вероятность отказа оборудования при использовании рукавов (на пожаре);

Относительная общая польза ( $W$ ), приносимая объектом (в нашем случае – это тот или иной комплект пожарных рукавов) при спасении одной человеческой жизни может быть рассчитана при известных данных о затратах ( $G$ ) на предотвращение отказов того или иного рассматриваемого комплекта. Если же к этому знать реальные вероятности отказа оборудования ( $Q$ ), можно получить более достоверные цифры для сравнения комплектов рукавов (причём, чем выше величина  $W$ , тем более надёжен и эффективен (относительно) тот или иной комплект).

Статистически достоверные эксплуатационные данные по отказам рукавов при существующей системе учёта подобных событий, в т.ч. по причине нежелательности огласки (во время тушения пожара) получить не представляется возможным. Поэтому для осуществления расчётов величины  $W$  при определении вероятностей неблагоприятных событий (отказов) можно воспользоваться методом построения и анализа «деревьев отказов» (АДО) [4, 5] технологических процессов.

Допустимое значение вероятности безотказной работы выбирается в зависимости от степени опасности отказа и определяется установленными нормативными документами. Следовательно, допустимая вероятность безотказной работы  $P$  и для рукавов не должна превышать 0,99 и стремиться к 1. Приблизжённый её расчёт даёт величину 0,9938 (следовательно,  $Q = 0,0062$ )[7]. Соответственно, нормативная вероятность отказа рукавов ( $Q$ ) не должна превышать 0,01 (или 1 %).

Для расчёта вероятности безотказной работы  $P$  (и, соответственно вероятности отказа  $Q$ ) рукавов нами были выбраны три наиболее важные характеристики четырёх рукавов «ЛАТЕКСИРОВАННЫЙ», «АРМТЕКС», «ГЕТЕКС», «СТАНДАРТ», выпускаемых по ГОСТ Р 51049-2008. Эксплуатационные затраты ( $G$ ) на обслуживание рукавов диаметром 51 мм, по данным учебной пожарной части нашей академии показал, что в среднем годовые затраты не зависят от марки и составляют 9246 руб./рукав, т.е. они одинаковы для всех рукавов.

Наихудшим событием с рукавами на пожаре является их отказ и возможное замедление темпа тушения пожара; ущерб от указанного отказа ( $Y$ ) будет зависеть от смертности и тяжести заболеваний, потери времени, связанных именно с замедлением скорости тушения пожара.

Поскольку стоимость жизни в России на законодательном уровне до сих пор не определена, то для расчёта ( $U$ ) можно воспользоваться показателем статистической стоимости жизни или данными центра стратегических исследований компании РОСГОССТРАХ по которым «стоимость» человеческой жизни на первую половину 2014 года составляла 3,6 млн. руб. как и в 2013 году (<http://www.rgs.ru/>).

Результаты расчёта вероятностных величин ( $P$  и  $Q$ ), относительной общей пользы применения различных комплектов рукавов ( $W$ ), а также математических ожиданий ущерба от вероятного отказа оборудования ( $B$ ) приведены в табл. 1.

**Таблица 1. Результаты расчёта относительной общей пользы для выбора комплекта рукавов**

Показатель	Название рукавов			
	АРМТЕКС	ЛАТЕКСИРОВАННЫЙ	СТАНДАРТ	ГЕТЕКС
Стойкость к абразивному износу, циклов не менее	30	30	30	40
Температура хрупкости покрытия, °С	-50	-40	-40	-53
Стойкость к контактному прожигу, с	30	30	30	5
Стоимость комплекта рукавов, руб.	2200	2585	1400	1570
$Q$	0,0065	0,0072	0,0072	0,0083
$P$	0,9934	0,9928	0,9928	0,9916
$B$ , руб.	23400	25920	25920	29880
$W$	110,2	102,3	102,3	92

Самый высокий показатель общей пользы (по отношению к другим рукавам) у рукавов «АРМТЕКС», хотя закупочная цена этих рукавов ниже, чем у самых дорогих рукавов, а общая польза на 7 % выше (уровень техногенного риска также ниже в 1,11 раза, чем у дешёвых рукавов – «СТАНДАРТ»). Для получения наиболее точных показателей, ЛПП в дальнейшем могут использовать и другие важные характеристики рукавов, предоставляемые фирмами-производителями, и, в первую очередь, статистические данные по отказам рукавов (это позволит наиболее рационально и эффективно подойти к выбору пожарных рукавов).

Таким образом, предложенный методический подход к оценке надёжности пожарного оборудования с использованием для выбора показателей риска и общей относительной пользы может дополнять представляемые фирмами-производителями результаты сертификационных испытаний – для принятия рациональных управленческих решений по материально-техническому оснащению подразделений МЧС России [8, 9, 10].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полозов А. А., Самохвалов Ю. П. Определение относительных частот использования пожарного оборудования на пожарах // Пожаровзрывобезопасность, –2006, – Т. 15, № 4, – С. 62–65.

2. Химмельблау Д. Обнаружение и диагностика неполадок в химических и нефтехимических процессах. Пер. с англ.; под ред. Ю.М. Левина. –Л.: Химия, 1983. - 352 с.

3. Бубнов А.Г., Гриневич В.И., Гуцин А.А., Пластинина Н.А. Методология выбора способа очистки воды от органических соединений с использованием параметров экологического риска // Известия вузов. Серия: Химия и химическая технология. 2007. Т. 50. Вып. 8. С. 89-93.

4. РД 03-418-01 "Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов" (утв. Постановлением Госгортехнадзора РФ от 10.07.2001 № 30).

5. Пронин А.С. Надёжность машин. – М.: Машиностроение, 1978. - 592 с.

6. Алымов В.Т., Тарасова Н.П. Техногенный риск. Анализ и оценка: Учебное пособие для вузов. –М.: ИКЦ "Академкнига", 2004. - 118 с.

7. Бубнов А.Г., Курочкин В.Ю., Моисеев Ю.Н. Оценка параметров риска как критериев для обоснования выбора аварийно-спасательного оборудования // Пожарная и аварийная безопасность: материалы VI Межд. науч.-практ. конф. посвященной 45-летию Ивановского института ГПС МЧС России, Иваново, 28-30 ноября 2011 г.: в 2 ч. / Под общ. ред. И.А. Малого. – Иваново, ИВИ ГПС МЧС России, 2011. - Ч. 1. С. 21-24.

8. Приказ МЧС России от 18.09.2012 № 555 «Об организации материально-техническом обеспечении системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

9. Терещнев В.В., Семенов А.О., Смирнов В.А., Тараканов Д.В. Анализ и поддержка решений при тушении крупных пожаров // Пожаровзрывобезопасность. – 2010. – Т. 19, № 9. – С. 51–57.

10. Терещнев В.В., Семенов А.О., Тараканов Д.В. Теоретические основы принятия решений при управлении силами и средствами на пожаре // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – Т. 21, № 10. – С. 14–17.

*А. П. Сизов, В. С. Еловский, С. Ю. Сайбель, В. А. Комельков*  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОДИСПЕРСНЫХ МАГНИТНЫХ ЖИДКОСТЕЙ В УСТРОЙСТВАХ ПОЖАРНОЙ АВТОМАТИКИ**

Магнитные жидкости МЖ использующие нанодисперсные магнитные материалы нашли применение в различных устройствах автоматики. За последние годы созданы технологии получения сред на различных основах. Однако, нет МЖ которая отвечала бы разнообразным условиям работы электромагнитных устройств и устройств автоматики. В работе представлены данные по свойствам МЖ для работоспособных устройств автоматики в различных условиях эксплуатации. Деление МЖ проведено на основе данных по проектированию и эксплуатации электромагнитных автоматических устройств. Основным критерием при выборе МЖ являлось её высокая работоспособность при обеспечении эксплуатационных характеристик устройств. Используя полученные многолетние данные по работе уплотнений датчиков и т.д., в табл. 1 приведены основные данные МЖ отличающихся используемым носителем для её синтеза, ферромагнитными частицами, концентрацией этих частиц. Приведены также данные по требуемым вязкостным характеристикам, магнитным свойствам, реологическим параметрам.

В работе Р. Розенцвейга [1] показано, что МЖ обладают магнитореологическим эффектом, МРЭ. Это проявляется в увеличении вязкости при воздействии магнитного поля  $\eta_n$  по сравнению с вязкостью без его воздействия  $\eta_0$ .

$$\text{МРЭ} = \eta_n / \eta_0$$

Величина МРЭ комплексная и она зависит от образования псевдоструктуры в МЖ из феррочастиц, что свидетельствует о устойчивости её. В магнитном поле величина МРЭ должна быть менее 4, в этом случае считается, что она достаточно устойчива.

На основании приведенных данных следует, что критерий МРЭ не всегда применим для оценки качества МЖ. Для датчиков этот критерий наиболее отвечает требованиям работоспособности МЖ. Это обусловлено требованием высокой подвижности МЖ для получения достаточного быстродействия датчика. Для МЖ работающих в герметизаторах используют МЖ с частицами магнетита из-за меньшего диполь-дипольного взаимодействия между частицами ферромагнитного наполнителя. Для получения достаточных реологических параметров МЖ, работающих в исполнительных механизмах, предпочтительнее использовать частицы карбонильного железа. Это так же следует отнести к работе демпфирующих устройств.

Таблица 1. Основные параметры МЖ при различных применениях

№ п/п	Применение	Основа	Применяемые феррочастицы	Концентрация- $C_v$	МРЭ
1.	Герметизаторы	Минеральные и синтетические масла. Кремний-органика. Фторалкиловый полиэфир.	Магнетит. Карбонильное железо.	$0,08 \leq C_v < 0,13$	$4 < \text{МРЭ} < 10$
2.	Датчики	Масла низковязкие. Керосин авиационный. Углеводороды.	Магнетит.	$C_v < 0,08$	$\text{МРЭ} < 4$
3.	Исполнительные механизмы	Кремний органика. Углеводороды.	Карбонильное железо.	$0,08 < C_v < 0,3$	$\text{МРЭ} > 4$
4.	Демпферы	Масла синтетические, минеральные, углеводороды. Вода. Плифеноловый эфир.	Магнетит. Карбонильное железо.	$0,3 > C_v \text{МРЭ} > 0,08$	$\text{МРЭ} > 4$

Для работы исполнительных механизмов необходимо создавать достаточно большие усилия и соответственно увеличивать вязкость МЖ. Это достигается созданием в рабочем зазоре, заполненном МЖ, магнитного поля с индукцией порядка 1,2 Тл. При полях такой величины происходит разделение МЖ на две фазы жидкую и твердую. Для предотвращения таких процессов возможна комбинация МЖ с суспензиями более крупных частиц карбонильного железа. Такие среды названы магнитореологическими суспензиями (МРС).

Работы по синтезу МРС проводятся в ряде лабораторий. Как показали результаты испытаний, МРС обеспечивает передачу момента заданного для муфт, но долговечность таких МРС еще не велика и составляет несколько сотен часов. В демпфирующих устройствах МЖ выполняет роль диссипативного элемента. В этом случае возможно использование магнетитовых частиц или частиц на основе карбонильного железа. Выбор магнитного наполнителя зависит от конструкции демпфирующего устройства. Демпферы использующие МЖ по аналогии с устройствами работающими на основе перетока жидкости через отверстия целесообразно заправлять магнетитовыми МЖ. В этом случае элементом воспринимающим статическое давление нагрузки может быть пружина или резиновый демпфер. В конструкции демпферов без элемента воспринимающего статическую нагрузку может использоваться свойство МЖ иметь определенный предел текучести  $\tau_0$ . В таких демпферах целесообразно использовать МЖ приготовленные с использованием карбонильного железа.

Разработанные конструкции демпферов во всех случаях используют МЖ как диссипативный элемент свойствами которого управляют с помощью внешнего магнитного поля. Эти магнитные поля создаются постоянными магнитами или намагничивающей катушкой, по которой пропускают постоянный ток. Рабочий зазор в демпферах заполняется МЖ и магнитное поле пронизывает МЖ. Реологические характеристики МЖ предназначенные для демпфирования колебаний должны иметь определенные параметры, которые согласуются с частотой колебаний защищаемого объекта. Это достигается подбором размера частиц, их концентрации, поверхностно-активного вещества (ПАВ). Чаще всего это делается опытным путем на вибростендах при изменении величины действующего поля. Опытным путем делают подбор таких МЖ которые обеспечивают необходимые характеристики демпфера по АЧХ. В этом состоит основное преимущество магнитожидкостных демпферов – возможность управления с помощью магнитного поля характеристиками вход-выход. Вязкость МЖ для применения в герметизаторах сравнительно высокая и это достигается за счет высокой объемной концентрации феррочастиц. В датчиках положения МЖ имеют низкую вязкость, что достигается за счет малых концентраций ферромагнитного наполнителя и низкой вязкости основы.

Феррочастицы, используемые для МЖ, предназначенных для работы в датчиках магнетитовые, так как они обладают меньшей намагниченностью, следовательно, меньшими силами диполь-дипольного взаимодействия. Таким образом, для эффективного использования МЖ в электромагнитных устройствах необходимо учитывать комплекс ее параметров, которые часто задают в техническом задании на изделие. Предполагается использовать МЖ и ее теплофизические свойства в качестве рабочей жидкости запорно-пусковых устройств. Изменение температуры МЖ влияет на вязкость и реологические характеристики МЖ. Это влияние происходит в результате воздействия нескольких причин. От температуры зависит вязкость жидкости-носителя, кроме этого, изменение температуры влияет на вклад вращательной диффузии в вязкость и на процесс агрегации частиц в жидкости. Поэтому температурная зависимость вязкости МЖ и основы различаются.

По электрическим свойствам МЖ относятся к жидким магнитодиэлектрикам, их электрическая проводимость определяется, в основном, свойствами материала феррочастиц, жидкости-носителя и ПАВ. МЖ, получаемые с использованием в качестве жидкости-носителя углеводородов, обладают определенными эксплуатационными свойствами, присущими данной жидкости-носителю. Так, использование керосина в качестве базовой жидкости определяет температуру замерзания, воспламенения, испаряемости МЖ, и помещение ее в магнитное поле не приводит к изменению эксплуатационных параметров. Это подтвердили результаты испытаний МЖ, проведенные на магнитожидкостном уплотнении.

В установках водяного пожаротушения и других установках, например, в модулях порошкового пожаротушения МИГ, которые являются самосрабатывающими, используются запорно-пусковые устройства, оснащенные тепловым замком. При воздействии на такой замок, в котором используется специальная жидкость предельно заданной температуры происходит разрушение его и выброс огнетушащего вещества воды или порошка.

В том случае, если специальная жидкость будет обладать магнитными свойствами и эти свойства будут зависеть от температуры, то возможно ускорить время обнаружения пожара за счет информации, полученной от замка о его ферромагнитном состоянии за счет получения соответствующего сигнала от намагничивающейся катушки, помещенной на колбу теплового замка. При этом величина сигнала в намагничивающейся катушке будет зависеть не только от наличия в колбе специальной жидкости, но и от намагниченности этой жидкости, которую ей придали введением в специальную жидкость ферромагнитных частиц супермалого размера, исчисляемого нанометрами. В качестве материала феррочастиц может быть использован материал, обладающий низкой температурой Кюри.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розенцвейг Р.Е. Феррогидродинамика. Пер.с англ./Под ред. В.В. Гогосова М.: Мир, 1989, 356 с.

***М. В. Смирнов, А. В. Топоров, В. В. Киселев, Е. А. Топорова\****

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

\*ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

#### **РАДИАЛЬНОЕ КОМБИНИРОВАННОЕ МАГНИТОЖИДКОСТНОЕ УПЛОТНЕНИЕ С МАГНИТОЭЛАСТМЕРНЫМ ИСТОЧНИКОМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ**

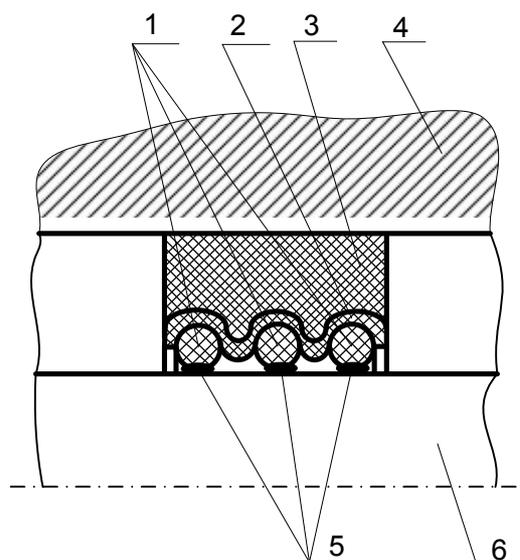
Основным недостатком большинства магнитожидкостных уплотнений вала является необходимость использования постоянного магнита в качестве источника магнитного поля и магнитопроводов для создания магнитного поля в рабочей области уплотнения. Другой важной задачей является обеспечение равномерности рабочего зазора при работе уплотнения [1]. Исключение постоянного магнита и магнитопроводов из конструкции уплотнения позволит значительно уменьшить его габариты при сохранении основных рабочих характеристик. На рис.1. представлена конструкция комбинированного магнитожидкостного уплотнения в сборе.

Уплотнение содержит кольца из магнитоэластомерного материала 1, сепаратор 2, изготовленный из пластмассы и имеющий кольцевые волнообразные изгибы круглого профиля, установлен во втулку 3 изготовленную из эластомерного материала, помещенной в корпус 4 уплотняемого устройства. Магнитная жидкость 5 помещается между валом 6 и кольцами из магнитоэластомерного материала 1 и удерживается там магнитными силами.

Возникающие перемещения сепаратора 2 компенсируются за счет упругих свойств эластомерного материала втулки 3. Втулка 3 установлена в корпусе 4 уплотняемого устройства. Вал 6 из магнитопроводящего материала выполняет функцию подвижного магнитопровода и обеспечивает замыкание магнитного потока. Магнитная жидкость 5 концентрируется в зоне контакта колец из магнитоэластомерного материала 1 с валом 6.

Предлагаемое комбинированное магнитожидкостное уплотнение работает следующим образом. Кольца из магнитоэластомерного материала 1 в уплотнении служат источником магнитного поля. Магнитная жидкость 5 удерживается магнитными силами между кольцами из магнитоэластомерного материала 1 и валом 6 образуя герметичные кольцевые пробки. Магнитные силы возникают в результате замыкания магнитного потока, создаваемого кольцами из магнитоэластомерного материала 1 через вал 6.

При возникновении перепада давлений магнитные силы, действующие на магнитную жидкость 5 компенсируют его действие, тем самым, обеспечивая герметичность уплотнения. Каждая магнитожидкостная пробка способна воспринимать определенный перепад давлений, зависящий от максимальной индукции в зоне контакта колец из магнитоэластомерного материала 1 с валом 6. Перепад давлений, удерживаемый уплотнением, определяется суммой перепадов всех магнитожидкостных пробок. Так же магнитная жидкость 5 выступает в качестве смазки при трении между кольцами из магнитоэластомерного материала 1 и валом 6. Установка колец из магнитоэластомерного материала 1 в сепаратор 2, помещенный во втулку 3, изготовленную из эластомерного материала предотвращают отрыв колец из магнитоэластомерного материала 1 от вала 6, например, в результате несоосности вала, вибраций и пр.



**Рис. 1.** Комбинированное магнитожидкостное уплотнение

При этом перемещения сепаратора 2 компенсируются за счет упругих свойств эластомерного материала втулки 3. Такое комбинированное магнито-жидкостное уплотнение будет иметь меньшие габаритные размеры, по сравнению с ранее предложенными конструкциями [2]. Предложенная конструкция уплотнения защищена патентом [3].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Магнитные жидкости в машиностроении / Д.В. Орлов, Ю.О. Михалёв, Н.К. Мышкин и др.: Под общ. Ред. Д.В. Орлова, В.В. Подгоркова. - М.: Машиностроение, 1993. - 272 с.
2. Топоров А.В., Малый И.А., Потемкина О.В. и др. Комбинированное магнито-жидкостное уплотнение вала. Патент на полезную модель RU 135048 U1 от 27.11.2013
3. Топоров А.В., Малый И.А., Потемкина О.В. и др. Комбинированное магнито-жидкостное уплотнение. Патент на полезную модель RU 148871 U1 20.12.2014

**С. Г. Степанов, П. Б. Татиевский, М. В. Торопова, Т. А. Бурылина**  
ФГБОУ ВО Ивановский государственный политехнический университет

#### **ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ НАПОРНЫХ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Напорные пожарные рукава представляют собой гибкие трубопроводы, применяемые для подачи воды и водных растворов пенообразователей на расстояние под давлением. Напорные пожарные рукава, наряду с другим пожарным оборудованием, являются одним из основных видов пожарного вооружения, и от их исправного состояния во многом зависит боеспособность пожарной части, а, следовательно, и успешное тушение пожаров. Рукава пожарные напорные должны обладать высокой прочностью, способностью сопротивляться истиранию, действию солнечных лучей, гнилостным процессам, агрессивным средам, низким и высоким температурам.

По способу применения различают три вида пожарных рукавов [1]:

- всасывающие (для забора воды из водоисточника с помощью пожарного насоса и ее транспортирования),
- напорно-всасывающие (для забора воды из водоисточника с помощью пожарного насоса или из системы противопожарного водоснабжения и ее транспортирования),
- напорные (предназначен для транспортирования огнетушащих веществ под избыточным давлением).

Особую трудность представляет прогнозирование долговечности пожарных рукавов при гидродинамическом напоре. Анализ литературных источников по гидравлическому расчету напорных пожарных рукавов показал, что они в основном сводятся к расчету потерь напора в пожарных рукавах. Разработка методики расчета на прочность напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии с приемлемой точностью необходима, так как имеют место случаи разрыва пожарных рукавов в процессе тушения пожара.



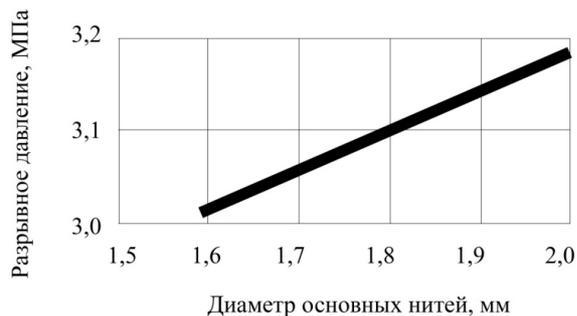
**Рис. 1.** Напорно-всасывающие пожарные рукава

Кроме того, методика расчета на прочность напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии может быть востребована при проектировании и создании новых видов напорных пожарных рукавов.

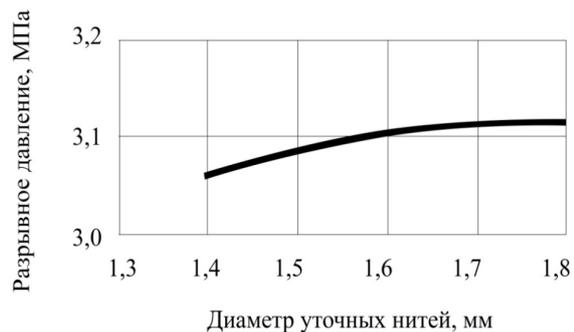
Отметим, что структура тканей несущих оболочек пожарных рукавов, делает неприемлемым использование наработок по теории расчета сетчатых оболочек, в которых нити расположены по геодезическим линиям поверхности оболочки. Вместе с тем многие положения теории строения ткани полотняного переплетения, могут быть использованы при разработке метода расчета на прочность напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии при учете ряда важных особенностей взаимодействия нитей в тканом каркасе рукава, а именно наличия внутреннего гидравлического давления в нем, а также того, что в отличие от рассматриваемых в литературе тканей плоской структуры, тканые каркасы пожарных рукавов представляют собой цилиндрическую оболочку, что связано с дополнительным изгибом нитей утка в элементе ткани.

В работе [2] предложена методика прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии на основе теории строения тканей полотняного переплетения, которая позволяет оценить эксплуатационную надежность пожарных рукавов на основе лавсановых нитей. В частности, установлено, что разрывное давление пожарного рукава несущественно возрастает с увеличением диаметров нитей основы и утка ткани его несущей оболочки (рис. 2, 3).

Таким образом, для производства более легких по весу, более стойких к абразивному износу и к контактному прожигу рукавов, а, следовательно, и более долговечных, может оказаться перспективным направлением использование огнестойких и высокопрочных фенилоновых и сверхвысокомодульных нитей.



**Рис. 2.** Зависимость величины разрывного давления от диаметра основных нитей несущей тканой оболочки напорного пожарного рукава диаметром 89 мм (НПО «Берег»)



**Рис. 3.** Зависимость величины разрывного давления от диаметра уточных нитей несущей тканой оболочки напорного пожарного рукава диаметром 89 мм (НПО «Берег»)

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методическое руководство по организации и порядку эксплуатации пожарных рукавов. - М.: ВНИИПО, 2008. - 55 с.
2. Моторин Л.В., Степанов О.С., Братолобова Е.В. Упрощенная математическая модель для прочностного расчета напорных пожарных рукавов при гидравлическом воздействии // Изв. вузов. Технология текст. пром-сти. –2011. – №.1– С. 126 – 133

**Д. В. Тараканов, М. В. Илеменов**

ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПОЖАРА ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ДЕЙСТВИЙ ПОЖАРНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПО ТУШЕНИЮ ПОЖАРА**

Предварительное планирование действий по тушению пожаров является одной из форм тактической подготовки. Результатом планирования являются документы предварительного планирования, которые разрабатываются в целях обеспечения готовности обслуживающего персонала организаций, а также пожарных подразделений и аварийно-спасательных формирований к действиям по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ [1].

В соответствии с [1] вводится понятие электронного варианта документа предварительного планирования и предъявляются следующие требования:

- обеспечение ведения базы данных для неоднократного использования и своевременной корректировки данных;
- обеспечение минимальных затрат на подготовку сотрудников к эксплуатации программного средства;
- простой и наглядный интерфейс, позволяющий использовать их при непосредственном тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ;
- содержание системы встроенной интерактивной помощи, охватывающей все аспекты работы программного средства;
- защита от внесения несанкционированных изменений в программное обеспечение.

Однако мощности современных ЭВМ посредством программных средств позволяют решать не только задачи составления электронных документов предварительного планирования, но и производить моделирование сложных процессов и явлений.

Например, с помощью ЭВМ на основе интегрального и полевого метода моделируются процессы развития и тушения пожара. Использование моделирования этих процессов позволит усовершенствовать планирование действий пожарных подразделений по тушению пожара.

Анализ применения интегрального и полевого методов на различных этапах планирования показал, что интегральный метод позволяет оперативно в режиме реального времени производить моделирование процессов развития и тушения пожара и за счет этого программное средство, использующее для моделирования развития и тушения пожара интегральный метод, целесообразно использовать при отработке действий пожарных подразделений на непосредственно на объектах, а полевой метод моделирования, за счет более точного моделирования, является трудоемким с вычислительной точки зрения и его целесообразно использовать в разработке замысла для отработки действий пожарных подразделений, детализированного анализа потушенных пожаров и корректировки полученных результатов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Письмо МЧС России от 01.03.2013 года № 43-956-18 «О Методических рекомендациях по составлению планов тушения пожаров и карточек тушения пожаров».

*Е. С. Титова, С. Д. Сухих, А. А. Колесова*

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## **КОМПЛЕКСОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОЧИСТКЕ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

Возрастающая минерализация водоисточников, связанная с использованием жёсткой воды для водозабора, вызывает загрязнение систем противопожарного водоснабжения малорастворимыми отложениями и продуктами коррозии. Это ведет к возрастанию потерь напора при движении жидкости по системам внутренних и наружных трубопроводов, и возникновению аварийных ситуаций. Обеспечение чистоты поверхности систем противопожарного водоснабжения возможно двумя путями: периодической химической очисткой оборудования, заключающейся в растворении отложений, либо стабилизационной обработкой воды химическими реагентами. И тот и другой способ успешно реализуются с помощью комплексонов.

Комплексонные технологии позволяют предотвратить или ингибировать коррозию оборудования противопожарного водоснабжения, не нарушая режима работы оборудования удалить продукты коррозии, повысить эффективность работы систем противопожарного водоснабжения. Комплексонные технологии применяют в теплотехнических системах, в различных отраслях промышленности. Они позволяют:

- предотвратить или значительно замедлить коррозию металлических частей теплотехнического оборудования;
- исключить возможность образования накипи на поверхностях теплопередачи и отложений в трубопроводах;
- постепенно, не нарушая режима работы оборудования, удалить имеющуюся накипь и продукты коррозии.

Комплексоны - это органические вещества (например, оксиэтилидендифосфоновая кислота, этилендиаминтетрауксусная кислота, нитрилотриметилфосфоновая кислота и другие), которые образуют комплексные соединения с ионами металлов. По координационной теории Вернера, комплексное соединение состоит из центрального атома (обычно иона металла) и расположенных вокруг него молекул или ионов, называемых лигандами. Количество атомов или групп атомов, связанных с центральным ионом, называют координационным числом комплекса, а количество координационных мест, которые может занять лиганд, - его координационной емкостью, или дентатностью.

С увеличением числа электронодонорных групп увеличивается и дентатность лиганда до четырех (нитрилтриуксусная кислота, НТА), шести (этилендиаминтетрауксусная кислота, ЭДТА). Молекула комплексона содержит несколько функциональных электронодонорных групп.

Часть их имеет кислотную, а часть - основную природу, как это показывает молекула простейшего тридентатного комплексона - иминодиуксусной кислоты (ИДА) (рис. 1). С увеличением числа электронодонорных групп увеличивается и дентатность лиганда до четырех (нитрилтриуксусная кислота, НТА) (рис.2), шести (этилендиамин-N,N,N',N'-тетрауксусная кислота, ЭДТА) (см. рис. 3). При взаимодействии с ионом металла полидентатный комплексон прочно захватывает ион металла своими "зубами", как это можно видеть на примере даже простейшего комплексона ИДА. Еще прочнее захватывает ион металла гексадентатная ЭДТА (рис. 4).

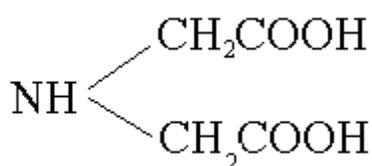


Рис. 1. Иминодиуксусная кислота

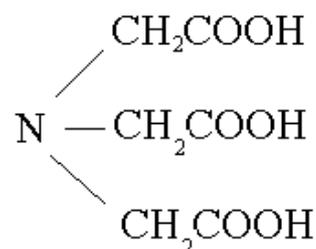


Рис. 2. Нитрилтриуксусная кислота

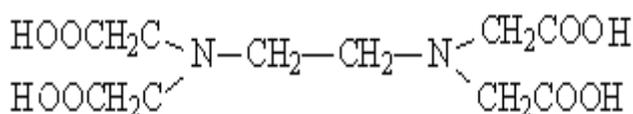


Рис. 3. Этилендиаминтетрауксусная кислота

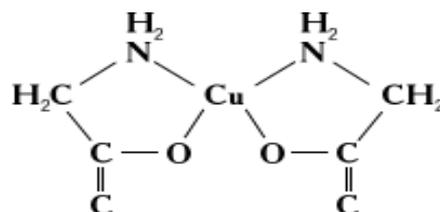


Рис. 4. Комплекс меди с солью ЭДТА

Высокая устойчивость комплексонатов объясняется тем, что при их образовании замыкаются два, три или более хелатных цикла (металлоцикла), как, например, в случае комплекса меди с динатриевой солью этилендиаминтетрауксусной кислоты.

Образующиеся соединения ионов металлов с комплексонами - комплексонаты - имеют в своей структуре несколько так называемых хелатных циклов. Замыкание циклов при образовании соединений является важным фактором, обуславливающим высокую устойчивость комплексонатов.

Среди сотен наименований комплексонов, выпускаемых промышленностью разных стран, ЭДТА, НТФ и ОЭДФ - наиболее характерные, хорошо изученные и широко применяемые соединения. Фосфорсодержащие комплексоны, в первую очередь гидроксиэтилидендифосфоновая (ОЭДФ) и нитрилтриметилфосфоновая (НТФ) кислоты, а также их комплексы с некоторыми металлами, зарекомендовали себя в качестве ингибиторов коррозии стали и алюминиевых сплавов в том числе и в системах водоснабжения. Следует отметить преимущества ингибиторов на основе комплексов лигандов с металлами, в частности показана высокая ингибирующая способность оксиэтилендифосфоната цинка.

Заслуживает внимания защита стали от коррозии комплексами, включающими металлы с невысокой токсичностью (магний и кальций), которые наиболее распространены в природных водах. Так, комплексное соединение гидроксидэтилендиаминфосфоновой кислоты с кальцием является относительно слабым ингибитором, хотя в отличие от соответствующего комплексона он способен полностью предотвращать коррозию стали в воде при его достаточно малой концентрации 0,3 мМ. Кальциевый комплекс НТФ эффективнее, так как проявляет высокую защитную способность уже при концентрации в мягкой воде.

Ингибиторы коррозии и образования отложений, применяемые обычно в системах холодного водоснабжения, эффективны при значениях pH < 8, что требует подкисления водной среды, которое зачастую опасно как с экологической, так и с эксплуатационной точек зрения. Аналогичные требования предъявляются в случае биоцидной обработки коррозионных сред хлором. При обработке воды фосфорорганическими соединениями последние наиболее эффективны как ингибиторы и могут быть использованы при pH > 9.

Коррозия железа в водных средах в присутствии ионов алюминия сопровождается гидролизом ионов  $Al^{3+}$ , и, как следствие, подкислением раствора и снижением эффективности ингибирования. При добавлении в раствор оксалат- и малонат-ионов, являющихся комплексообразователями, коррозия стали снижается более чем на порядок.

Комплексоны обладают способностью взаимодействовать с ионами металла с образованием комплексных соединений, ингибируя процессы коррозии.

Следует отметить способность комплексонов адсорбироваться на поверхности металла с образованием поверхностных адсорбционных комплексов, а также сорбироваться, встраиваясь в двойной электрический слой, что приводит к снижению скорости коррозии металла. Малые количества комплексонов постепенно разрушают застарелые отложения продуктов коррозии на поверхности систем водоснабжения. Данный факт объясняется не химическими процессами комплексообразования, а перестройкой кристаллической решетки коррозионных отложений, а также эффектом Ребиндера - расклинивающим действием молекул, адсорбированных в микро- и мезопорах отложений. Вследствие этих процессов отложения накипи и продуктов коррозии в присутствии комплексонов постепенно разрушаются и переходят в коллоидный раствор или взвесь, легко удаляемую циркулирующей водой.

Таким образом, применение комплексонов и их производных в качестве ингибиторов коррозии и для химической отмывки оборудования противопожарного водоснабжения является одним из эффективных методов снижения потерь напора в трубопроводах. Обработанная комплексоном вода может длительное время эксплуатироваться в водооборотных системах в безотмывочном режиме, сокращая расход воды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дятлова Н.М., Темкина В.Я., Попов К.И. Комплексоны и комплексонаты металлов. М.: Химия, 1988.
2. Васильев В.П. Комплексоны и комплексонаты // Соросовский образовательный журнал, 1996, №4, с. 39-44.
3. Титова Е.С., Козловский Е.В., Пырзу Д.Ф. Термодинамика смешанно-лигандного комплексообразования этилендиаминтетраацетатов самария(III) и церия(III) с различными лигандами в водном растворе // Журнал неорганической химии.- 2006, т.51, №8, С.1421-1424.
4. Титова Е.С., Козловский Е.В., Пырзу Д.Ф. Термодинамика смешанно-лигандного комплексообразования этилендиаминтетраацетата ртути (II) с этилендиамином и гексаметилендиамином в водном растворе // Журнал неорганической химии.- 2008, т.53, №2, С.377-379.
5. Титова Е.С., Левашов Н.Ф. II Межвузовский научный семинар «Актуальные вопросы противопожарного водоснабжения» студентов, курсантов и слушателей. 13.05.2010 г. Иваново, 2010 г  
К вопросу о применении комплексонов и их производных для очистки систем противопожарного водоснабжения.
6. С.Г. Ермоленко, Ю.И. Кузнецов. Ингибирование коррозии стали новыми фосфорсодержащими комплексонатами // Защита металлов. – 1995. - 31, № 4. - С. 341 - 345.
7. Стацюк В.Н., Майрановский С.Г., Кравцов В.И., Рахметов Ж.М. Взаимосвязь адсорбционной способности дипиридилных и фенантролиновых комплексов переходных металлов со степенью заполнения и эффективным зарядом иона комплексообразователя // Физ. - хим. основы действия ингибиторов коррозии металлов: Тез. докл. всес. совещ., 16-19 окт., 1989. Ч. 2 – М. – 1989, - с. 133.
8. Улиг Г.Г., Ревя Р.У. Коррозия и борьба с ней. Введение в коррозионную науку и технику: Пер. с англ. /Под ред. Сухотина А.М. - Л.: Химия. - 1989. - 456 с.

**А. А. Тупиков**

ФГБОУ ВО Академия государственной противопожарной службы МЧС России

## **БЕСПРОВОДНАЯ СИСТЕМА ОПОВЕЩЕНИЯ «СТРЕЛЕЦ-МОНИТОРИНГ»**

Важную роль в снижении тяжести последствий от пожаров и ЧС играет раннее их обнаружение и оперативная передача тревожных сообщений, обеспечивающих своевременное принятие мер по их ликвидации. В решении этой проблемы актуальным является повышение живучести систем пожарной безопасности и, в частности, систем пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре на объекте. Помимо вопросов обеспечения пожарной безопасности на территории большинства городов или в непосредственной близости к ним находится большое количество объектов, которые сами по себе представляют потенциальную опасность для людей. К таким объектам относятся производства, связанные с переработкой радиоактивных материалов, нефтехимические и металлургические производства, объекты электроэнергетики, гидроузлы.

Для обеспечения безопасности людей в условиях ЧС необходимо решить 2 первоочередных задачи: *мониторинг* состояния объектов и передача информации с объектов экстренным службам реагирования и вторая задача - это *оповещение населения* об опасности посредством передачи информации широкому кругу людей.

Причиной тяжелых последствий ЧС на объектах является неспособность имеющихся систем обнаружения автоматически передавать сигналы непосредственно в экстренные службы. Именно «человеческий фактор» приводит к задержке вызова подразделений МЧС до 30-40 минут и, как следствие, к большим человеческим жертвам. Решение этой проблемы – это круглосуточное проведение мониторинга потенциально опасных объектов.

12 июля 2012 года вступили в силу изменения в Федеральном законе №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», согласно которым больницы, школы, детские сады, дома престарелых и другие социальные объекты должны быть оборудованы системами передачи извещений (СПИ) о пожаре на пульт МЧС в автоматическом режиме.

Подобные СПИ уже давно применяются для охраны объектов. Но в этих системах вопрос спасения жизни людей не ставится. Поэтому большинство существующих систем мониторинга не удовлетворяют современным требованиям живучести и надежности.

В них используются «общедоступные» каналы связи (GSM, телефон, Интернет и т.д.), которые обладают существенными недостатками:

- перегрузки телефонных сетей в случае паники в городе при ЧС;
- затрудненность использования GSM-связи в массовые праздники;
- отключение мобильной связи спецслужбами в случае террористического акта;
- вероятность повреждения проводных линий связи в случае ЧС.

Таким образом, низкая надежность этих каналов связи не позволяет их использовать для ответственных задач, связанных с обеспечением безопасности жизни людей. Необходим независимый от сторонних компаний ресурс, а также надежный и живучий в условиях ЧС. Для этих целей наиболее оптимально подходит выделенный непосредственно для нужд МЧС радиоканал.

### ***Оповещение людей***

В чрезвычайной ситуации первоочередной задачей спасения людей является их эвакуация из опасных мест. Необходимым условием этого является своевременное оповещение людей о возможной угрозе. Информирование населения может осуществляться через средства массовой информации, а также посредством SMS-сообщений. Однако на практике данные способы оповещения не работают, особенно если катастрофа происходит в ночное время. Поэтому наиболее эффективными являются специализированные средства оповещения (сирены, речевые уличные оповещатели, текстовые табло).

По постановлению Правительства РФ «О создании локальных систем оповещения в районах размещения потенциально опасных объектов» системы локального оповещения должны размещаться в районах размещения:

- ядерно и радиационно опасных объектов - в радиусе 5 километров,
- химически опасных объектов - в радиусе 2,5 километра от объекта,
- гидротехнических объектов - в радиусе 6 километров.

Учитывая распределение компонентов систем оповещения по большой территории, встает задача организации линий связи внутри системы. Использование традиционных кабельных магистралей неминуемо приводит к большим временным и денежным затратам. Кроме того, существует риск повреждения кабельных линий связи в условиях ЧС. И в этом случае наиболее оптимальным решением является выделенный для нужд МЧС радиоканал.

Система «Стрелец-Мониторинг» как раз и является системой круглосуточного мониторинга и оповещения по радиоканалу.

Для решения задач мониторинга состояния объектов МЧС России совместно с ЗАО «Аргус-Спектр» был разработан и принят на снабжение программно-аппаратный комплекс (ПАК) «Стрелец-Мониторинг» - Комплексная система мониторинга и оповещения о ЧС.

В комплекс заложена возможность мониторинга по различным каналам связи: GSM, Ethernet, телефон. Но основным каналом связи является двухсторонний радиоканал, организованный на выделенных специально для МЧС радиочастотах в диапазонах 146–174 МГц и 403–470 МГц (см. рис.1). Отдельная полоса радиочастот позволяет значительно повысить надежность и живучесть системы оповещения в целом, например, в условиях разрушения части городских районов.



Рис. 1.

Система «Стрелец-Мониторинг» обеспечивает:

- автоматизированный вызов сил реагирования без участия персонала объектов;
- контроль развития пожара с точностью до извещателя и передачи извещений в центр единой дежурно-диспетчерской службы (ЕДДС) и отображения информации о развитии пожара на поэтажном плане объекта;
- определение путей эвакуации и планирования мер по ликвидации пожаров;
- сбор, хранение и передачу информации о состоянии устройств систем пожарной сигнализации.

Применение двухстороннего радиоканала позволило существенно расширить функциональные возможности системы мониторинга. В настоящее время добавились функции системы оповещения. Это передача и трансляция речевой и текстовой информации в случае чрезвычайной ситуации на все устройства системы оповещения или на их группу.

ПАК «Стрелец-Мониторинг» позволяет организовать передачу сигнала о пожаре, наводнении, утечке газа и т.д. с объекта на пульт ЕДДС МЧС России, а также оповестить о чрезвычайных ситуациях через (см. рис.2):

- домофоны в жилых домах;
- громкоговорители на улицах;
- табло «Бегущая строка» в учреждениях;
- видеотабло на вокзалах.



Рис. 2.

Элементами радиосистемы являются объектовые станции, пультовые станции и ретрансляторы. Каждая объектовая станция также выполняет функцию ретранслятора для соседних станций, что позволяет существенно сэкономить на развертывании сети. Радиосистема автоматически выбирает маршрут доставки извещений от объектовых на пультовые станции, что позволяет системе сохранять работоспособность даже в случае выхода из строя части линий связи и/или объектовых станций.

### ***Опыт внедрения ПАК «Стрелец-Мониторинг»***

На данный момент ПАК «Стрелец-Мониторинг» развернут и успешно эксплуатируется в более 400 городах Российской Федерации, в том числе в Москве и в Московской области.

Опыт внедрения ПАК «Стрелец–Мониторинг» подтвердил правильность выбора двухстороннего радиоканала на выделенных частотах. В крупных населенных пунктах с большим количеством объектов радиоканал обеспечивает надежную связь, и при этом отсутствует плата за «трафик».

Снизилось количество ложных срабатываний системы на объектах за счет применения помехозащищенного протокола обмена и использования автоматического выбора маршрута доставки извещений (динамическая маршрутизация), а также за счет автоматической смены рабочих частот (высокая помехозащищенность). Статистика внедрения ПАК «Стрелец–Мониторинг» и последующей эксплуатации показывает, что минимальное количество ложных срабатываний наблюдается при оборудовании объекта беспроводной сигнализацией с двухсторонним протоколом обмена между всеми устройствами системы (например, радиоканальной системой охранно-пожарной сигнализации и оповещения СТРЕЛЕЦ®).

Оповещение на базе ПАК «Стрелец–Мониторинг» позволяет организовать как точечное оповещение (руководство организации, эксплуатирующей потенциально опасный объект, аварийно-спасательные формирования, руководителей дежурно-диспетчерских служб), так и массовое оповещение персонала организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, и населения, проживающего в зоне действия локальной системы оповещения.

Применение единой системы, которая совмещает в себе функции мониторинга и оповещения позволяет существенно сократить расходы. Это и бюджетные расходы – нет необходимости выделения двух частотных диапазонов, установки двух комплектов оборудования, их технического обслуживания, обучения персонала работе на двух системах. Также это расходы собственников, которые можно сэкономить, установив у себя только один прибор.

Но главное – это обеспечение безопасности людей. Благодаря повсеместному внедрению ПАК «Стрелец–Мониторинг» станет возможным в несколько раз снизить число пострадавших при пожарах, техногенных авариях и стихийных бедствиях за счёт автоматического вызова сил реагирования экстренных служб в течение 1 минуты по радиоканалу, выделенному МЧС России. Кроме того, оповещение населения будет проводиться максимально эффективно:

- каждого объекта (громкоговорители);
- каждого пациента (вибробраслеты);
- каждой квартиры (домофоны).

Аналогичные системы с подобными характеристиками в России и в мире в настоящее время отсутствуют.

В итоге можно сделать вывод о том, что ведомственные каналы связи могут быть эффективно использованы в комплексе «Безопасный город», а за счет объединения функций мониторинга и оповещения в ПАК «Стрелец–Мониторинг» может быть достигнута серьезная экономия бюджетных средств.

*М. А. Фролов, Д. А. Черепанов*

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВИАЦИИ МЧС РОССИИ В ПРОТИВОПОЖАРНОМ ВОДОСНАБЖЕНИИ**

Авиация МЧС России - воздушно-транспортные средства МЧС России, предназначенные для:

1. Оперативной доставки спасателей, специалистов и экспертов в зоны чрезвычайных ситуаций;
2. Перевозки гуманитарной помощи;
3. Эвакуации пострадавших и беженцев, а также российских граждан из зарубежных стран;
4. Поисковой и мониторинговой работы, проведения аварийных и специальных работ (пожаротушение, десантирование, парашютный сброс грузов, транспортировка вертолётов, автомобильной техники и других технических средств, доставка аэромобильного госпиталя Министерства и полевого госпиталя ВЦМК «Защита», экстренная перевозка вертолётами тяжелобольных в госпитали) и др. задач.

Авиация МЧС России состоит из:

1. Федерального государственного унитарного авиационного предприятия МЧС России (ФГУ-АП);
2. Трёх отдельных смешанных эскадрилий и базы аэродромного;
3. Материально-технического обеспечения (БАТМО).

В составе авиации МЧС России имеются специальные транспортно-десантные и пожарные самолёты Ил-76ТД, универсальные транспортные самолёты короткого взлёта и посадки Ан-74П, воздушные командные пункты управления Як-42Д и Ил-62М, оснащённые специальной связью и предназначенные для перевозки людей и выполнения специальных полетов.

Самолёты Ил-76ТД оснащаются при необходимости двумя выливными авиационными приборами (ВАП-2), которые вмещают 42 000 л воды или огнегасящей жидкости. Авиация МЧС России использует также водосливные устройства ВСУ-5 и ВСУ-15 ёмкостью 5 и 15 м<sup>3</sup> на вертолётах Ми-8 и Ми-26, позволяющие наносить точечные водяные удары по очагам огненной стихии.

Оборудованный в варианте командного пункта Ил-62М способен: управлять силами и средствами, привлекаемыми для ликвидации чрезвычайных ситуаций; осуществлять эвакуацию российских граждан из-за рубежа и зон чрезвычайных ситуаций; выполнять перевозки оперативных групп МЧС России, экспертов других министерств и ведомств (до 114 человек).

Кроме того, в трёх отдельных смешанных авиационных эскадрильях имеются вертолеты Ми-26Т, Ми-8МТ, Ка-32Т и Ми-2, которые могут обслуживать самые труднодоступные территории. Они осуществляют перевозку пассажиров, доставку в города и поселки севера страны всего необходимого для нормальной жизнедеятельности людей в условиях полярной и приполярной зимы, выполняют поисково-спасательные задачи, ведут инженерную, радиационную, химическую и биологическую разведку, патрулирование лесных массивов и торфяников, борьбу с крупными лесными пожарами, участвуют в гуманитарных и эвакуационных операциях, осуществляют трансляцию и ретрансляцию информации в чрезвычайных ситуациях и т.д.

В вертолётной эскадрилье ФГУ- АП имеются вертолёты Бо-105 и Бк-117, которые с помощью самолёта Ил-76ТД перевозятся на большие расстояния в места производства аварийно-поисковых работ. С 1998 санитарные вертолёты Бо-105 и Бк-117 используются в Москве для перевозки тяжелобольных и пострадавших, нуждающихся в экстренной медицинской помощи. В перспективе Бо-105 войдут в состав аэромобильного авиационно-спасательного комплекса по поиску и спасанию воздушных судов.

Дальнейшее совершенствование авиационной техники МЧС России связано с разработкой аварийно-спасательного вертолёта лёгкого класса Ка-226А для доставки пострадавших в клиники, патрулирования крупнейших автомагистралей и экологического мониторинга окружающей среды. Авиапарк МЧС России пополняется многоцелевыми самолётами-амфибиями Бе-200 ЧС, способными забирать 12 т воды в режиме глиссирования, что существенно повысит эффективность пожаротушения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросимов Ю.Г. Гидравлика: учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2005. – 312 с.
2. Я. С. Повзик. Пожарная тактика. — М.: ЗАО «Спецтехника», 1999 г.

*Р. И. Харламов, А. А. Костяев, В. В. Кичайкин, А. Д. Семенов*  
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ПОЖАРНЫХ КОЛОНОК

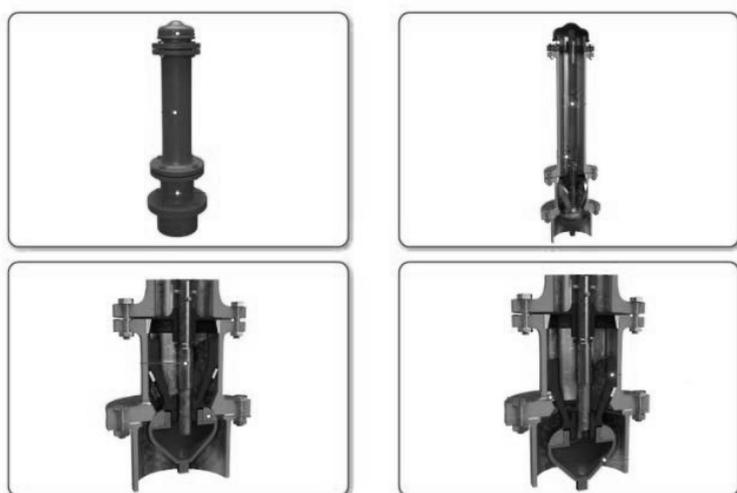
На сегодняшний день одной из актуальных проблем человечества являются пожары. Развитие инфраструктуры, большая площадь застройки, увеличение высотных зданий и многое другое способствует потенциальной угрозе возникновения опасных пожаров и усложненным условиям их тушения.

На более успешное выполнение задач по тушению пожаров влияют множество факторов, таких как время следования к месту вызова, разведка пожара, развертывание сил и средств, грамотное и рациональное принятие решающего направления, материально-техническое обеспечение, а также наличие огнетушащих веществ. Именно от этих факторов в первую очередь зависят жизни спасенных людей и материальных ценностей.

Основным огнетушащим веществом при тушении пожаров является вода, и доступ к ней в городских условиях обеспечивается посредством городской водопроводной сети с помощью пожарных гидрантов (рис. 1) [1].

Доступ пожарных к пожарным гидрантам осуществляется с помощью специального пожарно-технического оборудования - пожарной колонки.

Пожарная колонка (рис.2) это устройство, предназначенное для открывания (закрывания) подземных гидрантов и присоединения пожарных рукавов в целях отбора воды из водопроводных сетей на пожарные нужды [2].



**Рис. 1.** Пожарный гидрант



**Рис. 2.** Пожарная колонка

Принцип действия пожарной колонки заключается в следующем - пожарная колонка устанавливается на гидрант таким образом, чтобы квадратный конец штока гидранта вошел в квадратную муфту торцового ключа колонки. Пожарная колонка навинчивается на гидрант вращением ее корпуса по часовой стрелке (торцовый ключ при этом не поворачивается). После этого открывается клапан гидранта (при закрытых вентилях колонки) вращением против часовой стрелки торцового ключа (клапан гидранта полностью открывается при 10-14 оборотах торцового ключа) и вода из водопроводной сети поступает в полость пожарной колонки. После присоединения рукавов к патрубкам пожарной колонки открываются вентили и вода из пожарной колонки поступает в рукавную линию.

В процессе эксплуатации пожарной колонки возникает ряд неисправностей влияющих на ее качество работы. Проанализировав все поломки и отказы пожарной колонки пришли к выводу, что в 80 % случаев выход из строя колонки происходит из-за нарушения герметичности корпуса и соединительных элементов (клапанная коробка, тарельчатые клапана, сальниковая набивка). Все неисправности возникающие в процессе эксплуатации колонки сопровождаются выходом воды под напором из мест разгерметизации, что в свою очередь затрудняет работу подразделений пожарной охраны по тушению пожара, а в зимнее время, при отрицательных температурах делает это невозможным.

Все эти неисправности можно предупредить при качественном проведении технического обслуживания пожарной колонки. В систему технического обслуживания входит проверка работы колонки под избыточным давлением в 1,5 раза превышающим рабочее давление (10 Атм.) не реже одного раза в год [3]. Возможность качественно проводить проверку пожарной колонки под избыточным давлением 15 Атм., в пожарных частях отсутствует. Это связано с особенностями конструкции колонки и отсутствием приспособлений с помощью которых можно проводить данное испытание.

Нами был разработан стенд для проведения испытаний пожарной колонки на герметичность (рис. 3).

Для изготовления стенда был взят ниппель пожарного гидранта, к нему посредством сварки была приварена труба диаметром 120 мм, в нижней части трубы для устойчивости стенда находится плоская платформа. К корпусу трубы также посредством сварки присоединена труба диаметром 70 мм с манометром на корпусе для фиксации давления при проведении испытаний, на конце трубы находится соединительная головка ГРН-80 для соединения с пожарным рукавом диаметром 77 мм.

Принцип работы стенда заключается в следующем, стенд устанавливается на ровную поверхность, навинчивается пожарная колонка, закрываются все клапана в колонке, к стенду подключается напорный рукав от пожарного автомобиля, при помощи пожарного насоса создается давление 15 Атм., показатели которого контролируются по манометру на стенде (рис. 4). В процессе испытания проверяются требования предъявляемые к пожарной колонке и обязательно соблюдаются все правила техники безопасности [3].

Проверка готовности стенда к работе и испытание пожарных колонок проводилось на базе ФГБОУ ВО Ивановской пожарно – спасательной академии ГПС МЧС России в учебной пожарной части академии.

Разработанный стенд для испытания пожарных колонок прошел проверку и получил положительные отзывы от представителей подразделений пожарной охраны.



**Рис. 3.** Стенд для испытания  
пожарных колонок



**Рис. 4.** Испытание пожарной колонки

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 8220-85 Гидранты пожарные подземные. Технические условия.
2. ГОСТ Р 53250-2009 Техника пожарная. Колонка пожарная. Общие технические требования. Методы испытаний.
3. Приказ МЧС РФ от 31 декабря 2002 г. N 630 "Об утверждении и введении в действие Правил по охране труда в подразделениях Государственной противопожарной службы МЧС России (ПОТРО-01-2002)".

**Д. А. Черепанов, Н. В. Атюнин**

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно- спасательная академия ГПС МЧС России

### ОРГАНИЗАЦИЯ СВЯЗИ ЗВЕНЬЕВ ГЗДС ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРА

К тушению пожаров в непригодной для дыхания человека среде (при высокой концентрации в воздухе угарного газа, большой задымленности и т.д.) используются звенья газодымозащитной службы (ГЗДС), каждое из которых состоит из 3-5 человек, включая командира звена. При работах по спасению людей по решению РТП или начальника участка тушения пожара звено ГЗДС состоит не менее чем из двух газодымозащитников, включая командира звена ГЗДС. На месте пожара, при тушении которого используется несколько звеньев ГЗДС, организуется контрольно-пропускной пункт (КПП) ГЗДС. Начальник этого пункта подчиняется непосредственно начальнику штаба или начальнику участка (НУ).

Для контроля за работой звеньев ГЗДС организуются посты безопасности ГЗДС. Постовой поста безопасности подчиняется непосредственно начальником участка тушения пожара или начальнику КПП. Командир звена ГЗДС при организации участков подчиняется начальнику участка тушения пожара. Командир звена ГЗДС постоянную связь с постом безопасности, докладывает об обстановке и действиях звена ГЗДС.

Большое значение при организации связи на месте пожара имеют четкое и бесперебойное управление звеньями ГЗДС, обеспечение их взаимодействия и контактов с постами безопасности, а также своевременная передача информации с места их работы. Для управления звеньями ГЗДС используются звуковые приборы – сигнализаторы, специальные радиопереговорные устройства, вмонтированные в каску пожарного, штатные носимые радиостанции, подключаемые к микротелефонной гарнитуре, смонтированной в каске.

Прибор-сигнализатор включает в себя индивидуальное автономное переносное звукоусиливающее устройство, обеспечивающее громкоговорящую связь пожарных в условиях повышенных шумовых воздействий и при работе в индивидуальных средствах защиты. Устройство предназначено также для автоматической или ручной подачи звукового аварийного сигнала, необходимого для определения местонахождения пожарного и оказания ему помощи в экстренных условиях (тепловой удар, потеря ориентации, обрушение конструкций и др.).

Радиофицированная каска пожарного используется для организации радиосвязи в режиме одночастотного симплекса в условиях высокого уровня шумов на месте пожара и должна обеспечивать устойчивую связь между постом безопасности и звеном ГЗДС, между пожарными звена ГЗДС и руководителем тушением пожара (РТП).

Преимущества радиофицированной каски перед аналогами:

- размещение всех составных узлов радиопереговорного устройства внутри каски;
- наличие встроенной антенны, инвариантной к материалу, из которого изготовлена каска;
- возможность для пожарного освободить руки при управлении радиопереговорным устройством благодаря автоматическому включению режима передачи в момент произнесения первого слова передаваемого сообщения.

Для повышения безопасности работы предусмотрена возможность присоединения к радиопередающему устройству извещателя тревожной сигнализации, действующего автоматически при прекращении движения пожарным (в течение заданного времени).

Однако эти устройства не соответствуют требованиям (надежность, время непрерывной работы, дальность связи, допустимый диапазон рабочих температур), предъявляемых к ним с учетом работы газодымозащитников в сложных условиях. Кроме того, подразделения службы ГЗДС в недостаточной степени оснащены такими устройствами.

В соответствии с изложенным и в рамках реализации концепции развития ГЗДС в системе ГПС МЧС России, необходимо разработать новые конструкции устройств громкоговорящей связи и новые радиопереговорные устройства с улучшенными параметрами. В частности, радиопереговорные радиоустройства должны обладать стойкостью к повышенным тепловым излучениям, повышенной влажности, обеспечивать большую дальность радиосвязи. Кроме того, для постоянного контроля за состоянием звеньев ГЗДС, работающих в условиях плохой видимости, необходимо разработать специальные тепловизары.

Для организации надежной радиосвязи при пожаре на объектах метрополитена, в подземных фойе зданий, зданиях повышенной этажности, зданиях и сооружениях со сложной планировкой, трюмах судов, кабельных и транспортных тоннелях и на других объектах, где плохо распространяются радиоволны ОВЧ-диапазона (очень высокая частота), необходимо выделить дополнительные рабочие частоты в диапазонах, оптимальных для этих условий распространения радиоволн. В частности может быть рекомендовано использование гектометрового диапазона радиоволн в полосе частот 2 МГц.

Таким образом, на основе анализа современного состояния организации связи звеньев ГЗДС можно сделать вывод о том, что в целом связь не отвечает современным требованиям практической деятельности звеньев ГЗДС. Необходимо разработать современные радиопереговорные устройства, вмонтированные в каски пожарных. Кроме того, следует выделить для нужд ГПС дополнительные рабочие частоты в целях организации радиосвязи звеньев ГЗДС на объектах метрополитена, шахтах, тоннелях и т.п.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ МЧС РФ от 9 января 2013 г. № 3 «Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде».
2. Учебное пособие по дисциплине «Пожарная тактика». / А.В. Наумов, Ю.П. Самохвалов, Д.Ю. Самохвалов, В.А. Смирнов. – Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2010.

*Д. А. Черепанов, А. И. Сушков*

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

## **ПРОТИВОПОЖАРНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ В ЗДАНИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ**

Бурное развитие человечества привело к стремительному росту числа городов-мегаполисов с преобладанием высотного домостроения этажностью свыше пятидесяти. Разумеется, что на таких высотах в случае пожара работа пожарных очень затруднена, либо невозможна вообще. Тушение пожаров на таких высотах затрудняется ввиду недостаточности огнетушащих веществ.

Сложность работы пожарных внутри здания усугубляется необходимостью подъема пешком на высоко расположенные этажи, т.к. лифты (как правило) отключаются. К тому же встречный поток служащих, эвакуирующихся в суматохе, также не способствуют быстрому продвижению к очагу возгорания. Из-за задержек в пути следования к местам возгорания огонь может распространиться на большие площади, следовательно, время ликвидации пожара значительно увеличиться.

Цель данной статьи заключается в обзоре систем противопожарного водоснабжения зданий повышенной этажности. Данная тема актуализировалась вследствие пожара произошедшего в городе Грозный 3 апреля 2013 года в строящейся высотке. Тогда огонь распространился на площади порядка 18 тысяч квадратных метров в сорокаэтажном здании.

При возникновении пожара на высоте более 50 метров подача стволов затруднена, и надежная работа насосно-рукавных систем не гарантируется, так как для создания струй с радиусом действия компактной части 17 метров на насосах необходимо поддерживать напор 100 метров водного столба и более, тогда как насосы имеющиеся в наличии у пожарных подразделениях не в состоянии обеспечивать такой напор продолжительное время, а также рукава бывшие в употреблении могут выдержать давление только в 70-90 метров водного столба. Поэтому в таких зданиях предусматривают специальное противопожарное водоснабжение.

Для реализации основных особенностей систем противопожарного водоснабжения высотных зданий при разработке проектной документации, по сравнению с современной практикой проектирования систем, необходимо выполнять многовариантное проектирование, анализируя надежность, функциональность, ресурсосбережение на всех стадиях проектирования.

На начальных стадиях проектирования необходимо формировать не только водный, но и водохозяйственный и энергетический баланс здания, которое по количеству и разнообразию потребителей сопоставимо с крупным микрорайоном обычной застройки.

В балансе следует подробно рассмотреть потребности в воде с выделением питьевой, хозяйственной, технологической, противопожарной потребностей. Анализ нескольких вариантов балансов с использованием оборотных, последовательных схем водоснабжения и водоотведения, утилизации теплоты, возобновляемых источников энергии позволит оптимизировать состав систем, нагрузки на них, снизить общее водо-, тепло-, электропотребление. Для повышения надежности целесообразно разделять системы различного назначения, так как надежность специализированных систем обычно выше, чем универсальных.

При выборе противопожарных систем следует учитывать концепцию обеспечения безопасности людей в высотных зданиях, которая основывается на следующих положениях, отражающих специфику как самих зданий, так и применяемых средств обеспечения безопасности:

1) На высоте 150-200 м в случае чрезвычайных ситуаций помощь людям извне крайне ограничена. Безопасная эвакуация большого числа людей без должного управления и защиты эвакуационных путей практически невозможна. В этих условиях качественно возрастает роль надежности систем защиты, что должно быть учтено при их проектировании.

2) Обеспечение самостоятельной эвакуации всех людей из высотного здания не может быть обязательным условием их безопасности. Следует предусматривать возможность эвакуации первоначально только части людей, а также возможность нахождения людей в здании до прихода помощи.

3) Обязательным пунктом обеспечения безопасности людей в современных условиях следует считать комплексное взаимодействие всех систем безопасности здания: противопожарной защиты, контроля доступа, охраны, видео наблюдения.

4) Комплексное обеспечение безопасности предполагает качественно новый технический уровень разработки алгоритма взаимодействия инженерных систем обеспечения безопасности людей. Этот алгоритм должен быть составной частью проектов высотных зданий.

5) Концепция обеспечения безопасности людей для каждого высотного здания и инженерные решения по ее реализации должны разрабатываться и утверждаться на всех стадиях проектирования.

На последующих стадиях проектирования и разработки схемных решений отдельных систем для повышения надежности следует использовать временное, элементное и функциональное резервирование.

Повышение гидравлической надежности систем хозяйственного, питьевого и противопожарного водоснабжения обеспечивается зонированием их по высоте здания. Высота зоны принимается из условия обеспечения максимального допустимого давления перед водоразборной арматурой. Желательно, чтобы высота зоны совпадала с высотой пожарного отсека резервированием водопитателей, присоединением системы к водопитателю несколькими вводами.

В зданиях высотой до 250 м предусматривают не менее двух вводов от независимых водопитателей (отдельных линий наружной кольцевой водопроводной сети), при большей высоте каждый ввод прокладывают в две линии, каждая из которых должна пропускать не менее 50 % расчетного расхода.

Надежность противопожарного водоснабжения обеспечивается устройством нескольких уровней водной противопожарной защиты и соединением их в единую информационную систему, объединяющую также системы пожарной сигнализации, наблюдения и оповещения. В высотных зданиях проектируют автоматические системы пожаротушения и системы с пожарными кранами. Все системы выполняют раздельными с зонированием по высоте здания. На системах предусматривают резервуары объемом не менее 6 м<sup>3</sup>. Все помещения многофункциональных высотных зданий, а также нежилые помещения, расположенные в жилых домах, холлы и пути эвакуации следует оборудовать установками автоматического водяного пожаротушения и автоматической пожарной сигнализацией, за исключением жилых квартир, лестниц, помещений с мокрыми процессами, а также помещений для инженерного оборудования, в которых отсутствуют горючие материалы.

Также особое место в оснащении высотных зданий по мимо автоматических систем пожаротушения занимает сухотруб. Под сухотрубом понимается совокупность не заполненных водой трубопроводов, как правило, вертикальных стояков, с размещенными на них на каждом этаже клапанами пожарных кранов в комплекте с соединительными головками.

Нижняя часть сухотрубов с соединительными головками на конце выводится на фасад здания. Сухотрубы предназначены для использования только оперативными подразделениями пожарной службы, так как они могут функционировать только при подаче в них воды из пожарного автомобиля. Сухотрубы предназначены для сокращения времени специального развертывания, так как при их наличии отпадает необходимость прокладывать рукавную линию на верхние этажи. Но так как воду в сухотрубы подют из пожарного автомобиля то гарантированный напор в автонасосе обеспечит подачу воды только на высоту максимум 60-70 метров. Но так как сухотруб проходит по высоте всего здания то существует возможность подачи воды на верхние этажи с помощью переносных мотопомп которые могут доставляться на необходимую высоту непосредственно личным составом пожарного подразделения.

Благодаря мотопомпам размещенным на различных уровнях зданий повышенной этажности может, осуществляться бесперебойная подача огнетушащего вещества, с необходимым напором и расходом, к местам возгорания. Что гарантирует своевременное ограничение распространения пожара тем самым сохраняя жизни и благополучие людей а также их материальные блага.

В современном строительстве разработана и успешно применяется многоуровневая система противопожарной защиты (СПЗ) высотных зданий. Весь этот комплекс мер направлен на обеспечение безопасности людей.

В статье рассмотрен комплекс современных и перспективных мер по обеспечению безопасности людей при пожарах в высотных зданиях с учетом специфики противопожарного водоснабжения этих объектов. При правильном проектировании, устройстве и эксплуатации этого комплекса мер системы противопожарной защиты требуемый уровень безопасности людей будет обеспечен.

Выводы:

1. Высотные здания являются объектами повышенного риска, значительно отличающимися от серийных зданий требованиями к надежности, безопасности, функциональности, ресурсосбережению систем водоснабжения и водоотведения.

2. Технические требования, отражающие особенности высотных зданий, необходимы для оптимального проектирования и особенно для длительной экономичной (ресурсосберегающей) эксплуатации.

3. Для систематизации и уточнения требований к системам водоснабжения и водоотведения в высотных зданиях необходимо проведение дополнительных исследований по уточнению номенклатуры показателей функциональности, безопасности, надежности и т. д. систем и их количественных значений.

4. Системы противопожарного водоснабжения должны проектироваться на ранних этапах и удовлетворять требования нормативных документов по их устройству и размещению.

5. Сухотрубы в зданиях повышенной этажности должны соответствовать требованиям нормативных документов и в случае отключения систем автоматического пожаротушения обеспечивать бесперебойную подачу воды, с необходимым расходом, с помощью передвижной пожарной техники

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абросимов, Ю. Г. Гидравлика и противопожарное водоснабжение : учебник для слушателей и курсантов пожарно-технических образовательных учреждений МЧС России
2. Внутренний противопожарный водопровод : Учебно-метод. пособие / Л.М. Мешман, В. А. Былинкин, Р. Ю. Губин, Е. Ю.

*М. Р. Шавалеев, А. С. Перевалов, М. П. Дальков, С. А. Бараковских,  
Е. А. Карам*

ФБГОУ ВПО Уральский институт ГПС МЧС России

## УМЕНЬШЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ ПОТЕРЬ НАПОРА В ТРУБОПРОВОДАХ И ПОЖАРНЫХ РУКАВАХ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ

Вода – наиболее распространенное и дешевое огнетушащее вещество используемое во всем мире. К достоинствам относится доступность, высокая теплота испарения, химическая нейтральность (не ядовитость), что делает её основным средством тушения пожаров в ближайшем будущем. Но остается ряд вопросов, решение которых позволит увеличить эффективность тушения пожаров водой. Один из них – как уменьшить потери напора возникающие при движении потока воды от насоса до очага пожара по трубопроводу или рукавным линиям? Чем выше потери напора, тем больше теряется давление перед насадком (пожарным стволом, дренчером, распылителем и т.д.), которое передается ему от насоса. Из курса гидравлики известно, что расход пожарного ствола (насадка) определяется по формуле:

$$Q = \mu \cdot \omega_{\text{отв}} \sqrt{2 \frac{P}{\rho}} \quad (1)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода насадка;

– площадь отверстия, м<sup>2</sup>;

$P$  – давление перед насадком, Па;

$\rho$  – плотность жидкости кг/м<sup>3</sup>.

Следовательно, чем меньше давление перед насадком, тем меньше его расход. Давление перед насадком можно увеличить двумя способами – повышением давления на насосе либо минимизации потерь напора в трубопроводе (рукавах). В данной статье будут рассматриваться методы уменьшения потерь напора в трубопроводе или рукавных линиях.

Рассмотрим факторы влияющие на потери напора, для этого выберем на горизонтально расположенном участке трубопровода два сечения 1-1 и 2-2 (рис. 1) и составим уравнение Бернулли:

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha \cdot V_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha \cdot V_2^2}{2g} + H_{1-2}, \quad (2)$$

где  $z$  – геометрическая высота сечения, м;

$P_1$  – давление в сечении 1-1 (на насосе), Па;

$P_2$  – давление в сечении 2-2 (перед насадком), Па;

- $\rho$  – плотность жидкости кг/м<sup>3</sup>;  
 $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  
 $\alpha$  – ускорение Кориолиса (принимается  $\alpha = 1$ );  
 $v$  – средняя скорость потока жидкости, м/с;  
 $H_{1-2}$  – потери напора между сечениями 1-1 и 2-2, м.



Рис. 1. Участок горизонтального трубопровода

Так как трубопровод находится в горизонтальном состоянии, то  $z_1 = z_2$ ; расход в двух сечениях постояен, а диаметр трубопровода не изменяется, следовательно,  $v_1 = v_2$ . На рассматриваемом участке имеются только местные потери напора, которые определяются по формуле Дарси-Вейсбаха:

$$H_{1-2} = \lambda \frac{l \cdot v^2}{2g \cdot d}, \quad (3)$$

- где  $\lambda$  – коэффициент гидравлического трения;  
 $l$  – длина трубопровода (рукавной линии), м;  
 $v$  – средняя скорость потока жидкости, м/с;  
 $d$  – диаметр, м;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

После небольших преобразований уравнение Бернулли примет вид:

$$P_2 = P_1 - \lambda \frac{l \cdot \rho \cdot v^2}{2 \cdot d}. \quad (4)$$

Таким образом, на величину потерь напора по длине трубопровода влияют такие факторы как диаметр ( $d$ ) и длина ( $l$ ) трубопровода, средняя скорость потока жидкости ( $v$ ), коэффициент гидравлического трения ( $\lambda$ ), плотность жидкости ( $\rho$ ). Влияние длины трубопровода (рукавной линии) как вариативной величины в статье не рассматривается.

Следовательно, уменьшить потери напора можно путем увеличения или уменьшения составляющих формулы (4). Для этого рассмотрим следующие известные способы уменьшения потерь напора:

- механический;
- физический;
- химический.

Механический способ – изменение диаметра и абсолютной шероховатости трубопровода или рукавной линии.

Абсолютная шероховатость для гидравлически шероховатых труб, вычисляемая по формуле Шифринсона, показывает, что уменьшение этой величины в два раза приведёт к уменьшению потерь напора по длине приблизительно на 20 %. Однако установка трубопроводов с меньшей абсолютной шероховатостью экономически не целесообразно, а появление со временем эксплуатации коррозии уменьшает этот эффект.

Рассмотрим влияние диаметра трубопровода на потери напора. Принимая во внимание формулу (4) и формулу определения средней скорости потока жидкости из курса гидравлики:

$$v = \frac{Q}{\omega} = \frac{4Q}{\pi d^2},$$

где  $Q$  – расход, м<sup>3</sup>/с;

$\omega$  – площадь сечения, м<sup>2</sup>;

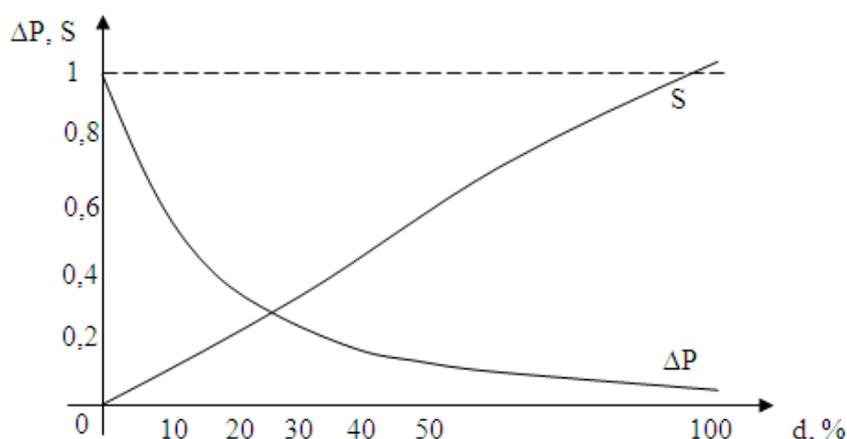
получим:

$$P_2 = P_1 - \lambda \frac{l \cdot \rho \cdot 16 \cdot Q^2}{2 \cdot d^5} \quad \text{или} \quad \Delta P = \lambda \frac{l \cdot \rho \cdot 8 \cdot Q^2}{d^5}. \quad (5)$$

Составим график зависимости уменьшения потерь напора по длине трубопровода и стоимости  $S$  от диаметра (рис. 2).

Из представленного рисунка видно, что при увеличении диаметра на 20%, потери напора сократятся на 60%, при этом стоимость трубопровода возрастет, примерно, на 25 %. Увеличение диаметра в два раза приведет к уменьшению потерь напора по длине в 32 раза, а цена возрастет вдвое. Наиболее экономически выгодно и целесообразно возможное увеличение диаметра трубопровода на 20-30 %, при этом уменьшение потерь напора будет максимальным при минимальном росте цены.

Также увеличение диаметра приводит к уменьшению коэффициента линейных потерь напора.



**Рис. 2.** Зависимость потери напора от диаметра трубопровода

Физический способ основан на изменении плотности жидкости увеличением её температуры. Так, увеличение температуры воды с 5 до 30 °С, плотность которой соответственно 1000 кг/м<sup>3</sup> и 995,67 кг/м<sup>3</sup>, приведет к уменьшению потерь напора на 2 %.

Химический способ заключается во введении в воду добавок высокомолекулярных полимеров, воздействующих на вязкость и снижающих гидравлическое сопротивление рабочей жидкости в трубопроводах. Суть этого способа основана на эффекте Томса. Эффект Томса (Toms' effect) - снижение потерь давления при турбулентном режиме движения жидкости добавлением некоторых полимеров в очень малых концентрациях (карбоксиметилцеллюлоза, полиакриламид и др.).

Изменение коэффициента гидравлического трения так же достигается [7]:

– введением в пограничный слой растворов полимеров, отличающихся большой относительной молекулярной массой (до  $6 \cdot 10^6$ ) и малой долевой концентрацией по массе (порядка  $5 \cdot 10^6$  ч  $10 \cdot 10^{-6}$  кг/кг). Эти вещества с молекулами в виде длинных цепей способствуют частичному гашению турбулентности в пристенной области слоя (снижение сопротивления трения на 60ч80 %) [4, 6, 7];

– применением поверхностно-активных веществ (натриевых и алюминиевых мыл с долевой концентрацией по массе порядка  $10^{-2}$ ч $10^{-3}$  кг/кг), влияющих на силы поверхностного натяжения и изменяющих молекулярную структуру потока (снижение сопротивления трения на 30ч60 %).

Установлено, что в циркуляционных установках эффективность полимеров значительно уменьшается, что вызвано механической деградацией молекул полимера под воздействием центробежного насоса. Интенсивность деградации молекул зависит от окружной скорости рабочего колеса насоса и концентрации  $S$ . При введении полимеров перед насосом  $l$  снижается на 30ч40 %, а при введении в трубопровод - 60ч70 %. Так же установлено, что деградация молекул полимера начинается при прохождении по трубопроводу свыше 1,5 км.

Закономерность изменения эффекта снижения сопротивления в зависимости от изменения средней скорости течения  $V$  и концентрации раствора  $C$  предложена в работе [5]:

$$\frac{V_0}{V} = \left[ 1 - 1.19 \left( \frac{C_0}{C} \right)^{0.2} \frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda} \right]^{1.5}, \quad (6)$$

где  $C_0$  – верхняя предельная концентрация, равная 0,005%;

$V_0$  – пороговая скорость;

$l$  – коэффициент гидравлического трения при добавлении полимера.

В зависимость (6) следует подставлять значения  $C$ , отличные от  $C_0$ , только в том случае, когда  $C < C_0$ , а при  $C \geq C_0$  отношение  $C/C_0=1$ .

Подводя итог сказанному можно сделать вывод, что из перечисленных способов уменьшения потерь напора, на наш взгляд, наиболее эффективными являются механический и химический. Механический, связанный с увеличением диаметра трубопровода (рукавной линии), наиболее экономически затратный, влечет за собой установку труб большего диаметра и насосов большей мощности. Так же не всегда имеется возможность прокладки более габаритных труб внутри зданий и в коммуникационных сетях, а в случае с рукавными линиями осложняется работа на пожаре.

Химический - наиболее перспективный в массовом применении способ. В настоящее время его используют для уменьшения потерь напора при транспортировке нефти по трубопроводам. Он так же влечёт за собой дополнительные затраты, а именно установку дополнительного оборудования для дозирования и хранения высокомолекулярных полимеров.

Применение физического способа снижением плотности жидкости путем её нагревания минимально влияет на гидравлические потери в трубопроводе (рукавной линии) и в практической деятельности использовать не рационально.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Манылов Д.С., Гришко Г.С. Использование противотурбулентных присадок для снижения гидравлического сопротивления в трубопроводных транспортных системах // Молодёжь и наука: сборник материалов VII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 50-летию первого полета человека в космос [Электронный ресурс] - Красноярск: Сиб. федер. ун-т., 2011.

2. Ю.Г. Абросимов, Хоанг Зань Бинь. Эффект аномального снижения гидравлического сопротивления при введении в поток воды линейных высокомолекулярных полимеров // "Технологии техносферной безопасности": интернет журнал – 2009. - №1. URL: <http://ipb.mos.ru/ttb/index.html/>.

3. Косой В.Д., Рыжов С.А. Гидравлика (с примерами решения инженерных задач). – М.: ДеЛи принт, 2008. – 495 с.

4. Лапшев Н.Н. Гидравлика: учебник для студ. высш. учеб. заведений/ Н.Н. Лапшев. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 272 с.

5. Груколенко В.К., Груколенко А.Г., Анализ исследований по снижению потерь напора в трубах при помощи полимерных добавок, [http://www.rusnauka.com/9\\_DN\\_2010/Tecnic/60162.doc.htm](http://www.rusnauka.com/9_DN_2010/Tecnic/60162.doc.htm).

6. Интернет-журнал [www.korabel.ru](http://www.korabel.ru), № 3(2), 2008. Методы снижения сопротивления воды.

7. Абросимов Ю.Г., Хоанг Зань Бинь, Эффект аномального снижения гидравлического сопротивления при введении в поток воды линейных высокомолекулярных полимеров, <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2009-1/01-01-09.ttb.pdf>.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Абрамов А. В., Винокуров М. В., Салихова А. Х.</b> Повышение уровня пожарной безопасности резервуарного парка ООО «СТАВНЕФТЬ» (г. Ставрополь).....	3
<b>Батов Д. В., Мочалова Т. А., Сорокин В. А.</b> Концентрационная зависимость размера микроагрегатов в микроэмульсиях вода - додецилсульфат натрия - 1-пентанол - триэтаноламин - 1,2-дибромтетрафторэтан типа масло в воде при 298.15 К .....	5
<b>Бубнов В. Б., Назаров Г. Е., Соколов В. А., Трифонов Е. А.</b> Повышение надежности эксплуатации автоцистерны в условиях пониженных температур.....	9
<b>Вагин Э. Д., Сухарь А. Н.</b> Современное состояние системы оперативной связи и автоматизированного управления Пуровского гарнизона пожарной охраны .....	12
<b>Водолажская Ю. В., Сафонова Н. Л., Гусаков А. Н.</b> Перспективы развития пожарной сигнализации в России .....	15
<b>Гладков С. В.</b> Особенности реализации методов повышения достоверности сигнала о пожаре в системах пожарной сигнализации .....	19
<b>Гринченко Б. Б., Семенов А. О.</b> Оценка эффективности применения автоматизированных систем управления для ориентирования пожарных при поиске очага пожара в зданиях .....	23
<b>Еловский В. С., Комельков В. А., Колбашов М. А., Наумов А. Г.</b> Исследование влияния способов механической обработки металлов на шероховатость поверхности .....	28
<b>Еловский В. С., Сорокин Н. Н.</b> Обеспечение пожарной безопасности на складах нефтепродуктов категории III .....	31
<b>Есина М. Г.</b> Задача построения траектории струи, проходящей через заданную точку .....	35
<b>Жуков Б. В.</b> Стационарные роботизированные комплексы пожаротушения .....	39
<b>Жуков Б. В.</b> Самые эффективные средства тушения пожаров .....	44
<b>Жуков Б. В.</b> Вертолет для тушения пожаров на небоскребах .....	48
<b>Зарубина Е. В., Полякова А. М., Комельков В. А., Наумов А. Г., Шмелева Т. В.</b> Разработка модели для определения и контроля надежности трубопроводов.....	50
<b>Казанцев С. Г., Шипилов Р. М., Костяев А. А.</b> К вопросу о защите рукавных линий при прокладке их через дороги общего пользования.....	55
<b>Капранов А. В., Малышев В. А., Булгаков В. И.</b> К вопросу повышения высоты всасывания насосов при заборе воды из природных источников .....	59

<b>Касаткина В. И.</b> Инновационные решения для систем пожарной сигнализации и оповещения.....	64
<b>Костяев А. А., Кичайкин В. В., Смирнов В. В., Некрасов Д. П.</b> Тренажер для отработки действий участников ликвидации аварии на трубопроводе.....	69
<b>Костяев А. А., Харламов Р. И., Кнутов М. С., Моисеев Ю. Н.</b> Разработка установки для просушивания пожарных рукавов .....	72
<b>Краснов И. А., Бочкарев А. Н., Колбашов М. А., Булгакова О. Ю.</b> Организация связи при работе звеньев ГДЗС в сложных условиях с использованием «Маяка спасателя».....	75
<b>Крупнов Е. И., Кормашова Е. Р., Макарычев А. Ф.</b> Анализ технологий и систем пожаротушения .....	78
<b>Крупнов Е. И., Макарычев А. Ф., Кормашова Е. Р., Крупнов С. А.</b> Пожаротушение мазутного хозяйства котельной.....	81
<b>Лазарев А. А., Владимиров И. В., Кашников С. С.</b> Проведение сезонно-профилактической операции «Водоисточник» на территории Ивановской области..	84
<b>Лазарев А. А., Мамхягов С. А.</b> Сравнительный анализ пожарных водоемов различного исполнения.....	85
<b>Марзалиев А. З.</b> Радиоканальный мониторинг пожарной безопасности объектов.....	88
<b>Маршалов М. С., Назаров Г. Е., Нуждина Е. Е., Горбунов Р. М.</b> Оптимизации содержания присадок мезогенных соединений в СОТС при обработке конструкционных сталей .....	93
<b>Мельников С. Г., Блиничев В. Н.</b> Аварийное водоснабжение системы охлаждения высокотемпературной вакуумной печи .....	98
<b>Мякинков Р. В., Олейников В. Т., Страхолис А. А.</b> К вопросу повышения живучести системы мониторинга местоположения транспортных средств Пензенского гарнизона пожарной охраны.....	100
<b>Немченков А. Е., Сафонова Н. Л., Водолажская Ю. В.</b> Применение современных технологий представления информации на базе ОКСИОН.....	103
<b>Новичкова Н. Ю.</b> О состоянии пожарной сигнализации в российских провинциальных городах на рубеже XIX – XX вв. ....	107
<b>Овсянников М. Ю., Рыбин Д. Ю., Давыдов Д. Г., Якунин М. А.</b> Динамика опасных факторов пожара в помещении с механической вентиляцией как основа выбора средства пожарной автоматики.....	110

<b>Салихова А. Х., Самойлов Д. Б., Винокуров М. В., Белов М. А., Абрамов А. В.</b> Разработка решений, направленных на снижение пожарной опасности насосной станции ООО «ЛУКОЙЛ-НИЖЕГОРОДНЕФТЕОРГСИНТЕЗ».....	116
<b>Сараев И. В., Бубнов А. Г., Курочкин В. Ю., Кулагин А. В.</b> Выбор комплекта рукавов для нужд противопожарного водоснабжения.....	120
<b>Сизов А. П., Еловский В. С., Сайбель С. Ю., Комельков В. А.</b> Использование нанодисперсных магнитных жидкостей в устройствах пожарной автоматики.....	125
<b>Смирнов М. В., Топоров А. В., Киселев В. В., Топорова Е. А.</b> Радиальное комбинированное магнитожидкостное уплотнение с магнитоэластмерным источником магнитного поля .....	128
<b>Степанов С. Г., Татиевский П. Б., Торопова М. В., Бурьлина Т. А.</b> Оценка прочности напорных пожарных рукавов в процессе эксплуатации .....	130
<b>Тараканов Д. В., Илеменов М. В.</b> Применение методов моделирования пожара при планировании действий пожарных подразделений по тушению пожара .....	132
<b>Титова Е. С., Сухих С. Д., Колесова А. А.</b> Комплексионные технологии в очистке систем противопожарного водоснабжения.....	134
<b>Тупиков А. А.</b> Беспроводная система оповещения «СТРЕЛЕЦ-МОНИТОРИНГ»...	138
<b>Фролов М. А., Черепанов Д. А.</b> Использование авиации МЧС России в противопожарном водоснабжении .....	143
<b>Харламов Р. И., Костяев А. А., Кичайкин В. В., Семенов А. Д.</b> Разработка стенда для испытания пожарных колонок.....	144
<b>Черепанов Д. А., Атюнин Н. В.</b> Организация связи звеньев ГЗДС при тушении пожара .....	147
<b>Черепанов Д. А., Сушков А. И.</b> Противопожарное водоснабжение в зданиях повышенной этажности .....	150
<b>Шавалеев М. Р., Перевалов А. С., Дальков М. П., Бараковских С. А., Карама Е. А.</b> Уменьшение линейных потерь напора в трубопроводах и пожарных рукавах различными способами .....	154

*Научное издание*

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ  
ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ**

**МАТЕРИАЛЫ II ВСЕРОССИЙСКОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Иваново, 22 апреля 2015 г.

*Издается в авторской редакции и оформлении*

Подписано в печать 20.04.2015 г.  
Формат 60 84 1/16. Заказ № 56. Бумага писчая. Печать плоская.  
Усл. печ. л. 10,3. Уч.-изд. л. 9,4. Тираж 52 экз.  
ООО «Центр социальной поддержки женщин и семьи»  
(Издательство «Юнона»)  
153002 Иваново, пр. Ленина, 47

Отпечатано в ОАО «Информатика»  
153032, г. Иваново, ул. Ташкентская,90