



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

**АКАДЕМИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ
ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МЧС РОССИИ:
ТЕОРИЯ. ИННОВАЦИИ. ПРАКТИКА**

ПОСВЯЩЁННАЯ 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОБРАЗОВАНИЯ ВУЗА

3 СЕКЦИЯ

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ

19 ОКТЯБРЯ 2023

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Академия Государственной противопожарной службы МЧС России



Академия
Государственной противопожарной службы МЧС России:
Теория. Инновации. Практика

Материалы научно-практической конференции с международным участием,
посвященной 90-летию со дня образования Академии ГПС МЧС России

19 октября 2023 года

В 5 частях

Часть III

Секция 3. «Современные средства и технологии пожаротушения,
организация деятельности пожарной охраны»

Москва
2023

УДК 378
ББК 74.48
А38

С о с т а в и т е л и:

М. В. Алешков, Е. Н. Косьянова, В. Д. Федяев, К. П. Щетнев,
О. С. Тарасевич, С. П. Фурс, Е. А. Игольникова, М. А. Шурыгин,
Д. А. Бережной, Н. В. Лопухова, Е. Н. Титкова, А. В. Бондаренко,
Е. В. Ермакова, Е. А. Смирникова, О. В. Эльтемерова

А38 **Академия** Государственной противопожарной службы МЧС России : Теория. Инновации. Практика : материалы научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня образования Академии ГПС МЧС России : в 5 ч. Ч. III. Секция 3. «Современные средства и технологии пожаротушения, организация деятельности пожарной охраны» / Сост. М. В. Алешков, Е. Н. Косьянова, В. Д. Федяев [и др.]. – М. : Академия ГПС МЧС России, 2023. – 313 с.

ISBN 978-5-9229-0290-8

В настоящий сборник вошли статьи участников научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня образования Академии ГПС МЧС России «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России: Теория. Инновации. Практика», проводившейся Академией Государственной противопожарной службы МЧС России 19 октября 2023 года. Конференция была организована при ведущем участии центра организации научных исследований и научной информации при поддержке руководства Академии.

Материалы предназначены для профессорско-преподавательского состава, сотрудников и учащихся образовательных учреждений России, всех, кто интересуется проблемами современной науки, пожарно-технического знания и образования.

Издатели сборника сохранили авторский стиль изложения материалов. Ответственность за точность и правомерность приведенных в статьях фактов и выводов, статистических данных, цитат и других сведений несут авторы.

Издано в авторской редакции

УДК 378
ББК 74.48

ISBN 978-5-9229-0290-8

ГСНТИ 614.8
УДК 614.841.1
ББК 30в6

**Сергей Геннадьевич АНДРОСЕНКО¹, Владимир Васильевич РОЕНКО²,
Иван Сергеевич ФОГИЛЕВ³.**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (gren01sa@yandex.ru, SPIN 9306-8680, ID: 764226)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (piroemail@bk.ru, SPIN 9241-7330, ID: 810145)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (galich_ivan@mail.ru, SPIN 6792-0626, ID: 972535)

К вопросу эффективности применения воды для тушения пожаров на объектах торфяной энергетики

Аннотация. В статье рассмотрены процессы, происходящие при тушении торфяного пожара водой. Раскрыт вопрос низкой эффективности её применения на объектах торфяной энергетики.

Ключевые слова: торфяная энергетика, пожар, вода, кризис кипения, увлажнение

Sergey G. ANDROSENKO¹, Vladimir V. Roenko², Ivan S. FOGILEV³.

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

On the issue of the effectiveness of the use of water for extinguishing fires at peat energy facilities

Annotation. The article discusses the processes that occur when extinguishing a peat fire with water. The issue of low efficiency of its application at peat energy facilities is disclosed.

Keywords: peat energy, fire, water, boiling crisis, humidification

Торфяная отрасль является составляющей частью топливно-энергетического комплекса Российской Федерации.

Торфяная промышленность относится к объектам топливно-энергетического комплекса. Ф в соответствии с нормами Федерального закона от 21 июля 2011 г. № 256-ФЗ «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса» Объекты торфяной энергетики можно отнести к потенциально опасным объектам (участкам) [1].

Прогрессивные изменения в торфяной промышленности предусматривают концентрацию и интенсификацию производства торфа, применение дорогостоящего оборудования. Это приводит к повышению пожарной опасности производства, возможности увеличения убытка от пожара. Поэтому, принципы организации противопожарного водоснабжения, в условиях возрастающей пожарной опасности, должны предусматривать повышенную надежность всей системы пожарной защиты торфопредприятия, меньшую зависимость от случайного сочетания объективных и субъективных факторов.

Объектами пожарной опасности торфяной промышленности топливно-энергетического комплекса являются:

- площади производственных полей добычи торфа;
- складочные единицы (штабели) готовой продукции;
- резервные участки торфяного месторождения, находящиеся в естественном состоянии в составе торфопредприятия;
- резервные участки торфяного месторождения, находящиеся в частично осушенном состоянии;
- выработанные производственные площади торфопредприятий;
- торфяные месторождения, находящиеся в естественном состоянии;
- осушенные торфяные месторождения.

Существуют три причины возгорания торфа: 1) 48% - самовозгорание, 2) 27% - возгорание по вине техники, 3) 25% - антропогенный фактор.

Пожароопасность торфа состоит как в невысокой температуре воспламенения, так и в склонности его к самовозгоранию при нормальных температурах (10-20 °С) в складских единицах (штабелях) и на полях добычи.

Горение фрезерного торфа на площади и в штабеле происходит очень медленно, его скорее можно назвать тлением. При опытном сжигании в полевых условиях установлено, что время выгорания сухой фрезерной крошки на 1м² площади полей составляет 20-30 минут, в зависимости от глубины слоя и качества торфа.

Самовозгорание фрезерного торфа, уложенного в штабель, является следствием происходящих в нем процессов самонагрева. Самонагревание имеет три периода изменения температуры: инкубационный, интенсивного подъема температуры и пульсации. Инкубационный период длится не более 30-40 дней в зависимости от вида торфа. Температура торфа отклоняется от температуры окружающей среды на 3-5 °С.

Существенную роль на процесс развития пожаров оказывает влажность торфяной залежи. Большая влажность торфяного пласта не позволяет огню проникать в глубину залежи. Поэтому пожары на торфяниках, как правило, распространяются по поверхности массива.

Выделяющееся тепло в силу плохой теплопроводности торфа мало рассеивается в окружающую среду и идет в основном на подсушивание и разогрев прилегающих масс горючего.

Теплотехнические расчеты, проведенные М.А. Чулюковым [2], дают основание предположить, что поверхностные слои низинного торфа с влажностью 69% и верхового 72% в полевых условиях гореть не могут.

Торф имеет сложный химический состав, который определяется условиями генезиса, химическим составом растений-торфообразователей и степенью разложения: углерод 50-60 %, водород 5-6,5 %, кислород 30-40 %, азот 1-3 %, сера 0,1-1,5 % (иногда 2,5) на горючую массу.

В компонентном составе органической массы содержание водорастворимых веществ 1-5 %, битумов 2-10 %, легкогидролизуемых соединений 20-40 %, целлюлозы 4-10 %, гуминовых кислот 15-50 %, лизинга 5-20 %.

Торф – сложная полидисперсная многокомпонентная система; его физические свойства зависят от свойств отдельных частей, соотношений между ними, степени разложения или дисперсности твердой части, оцениваемой удельной поверхностью или содержанием фракций размером менее 250 мкм.

Для торфа характерны - пористость до 96-97 % и высокий коэффициент сжимаемости при компрессионных испытаниях. Слаборазложившийся торф в сухом состоянии имеет малую плотность (до 0,3 г/см³), низкий коэффициент теплопроводности и высокую газопоглотительную способность; торф высокой дисперсности (после механической переработки) образует при сушке плотные куски с большой механической прочностью и

теплотворной способностью 2650-3120 ккал/кг (при 40 % влажности). Слаборазложившийся торф – отличный фильтрующий материал. Коэффициент фильтрации торфа изменяется в пределах нескольких порядков [3, 4].

Основным способом прекращения торфяного пожара до настоящего времени является создание влажности, при которой горение торфа прекращается — 69...72 % [5]

В торфе содержится до 25 % битума, который задерживает воду. При охлаждении поверхности торфа водой битумы цементируют частицы угля, вследствие чего создается водонепроницаемая корка, под которой происходит тление. При этом возможно возникновение кризиса кипения, когда поверхность огня покрыта слоем воды, но огонь продолжает гореть в глубине.

Это явление носит название «эффект Лейденфроста», которое происходит, когда жидкость вступает в контакт с горячей поверхностью, температура которой превышает температуру кипения жидкости. В результате этого контакта образуется слой пара между жидкостью и поверхностью, что снижает теплопередачу и может привести к тому, что огонь будет продолжать гореть под слоем жидкости.

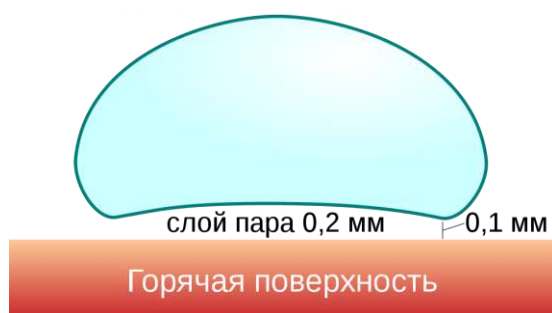


Рисунок 1 – каля воды при контакте с горячей коркой горящего торфа

Основная причина — при температурах выше точки Лейденфроста нижняя часть капли мгновенно испаряется при контакте с горячей поверхностью. Получающаяся прослойка пара подвешивает оставшуюся часть капли над поверхностью, предотвращая прямое соприкосновение между жидкой водой и горячим телом. Так как теплопроводность пара значительно ниже чем теплопроводность жидкости, теплообмен между каплей и поверхностью корки горящего торфа замедляется, это позволяет капле скользить по корке горящего торфа на прослойке газа под ней.

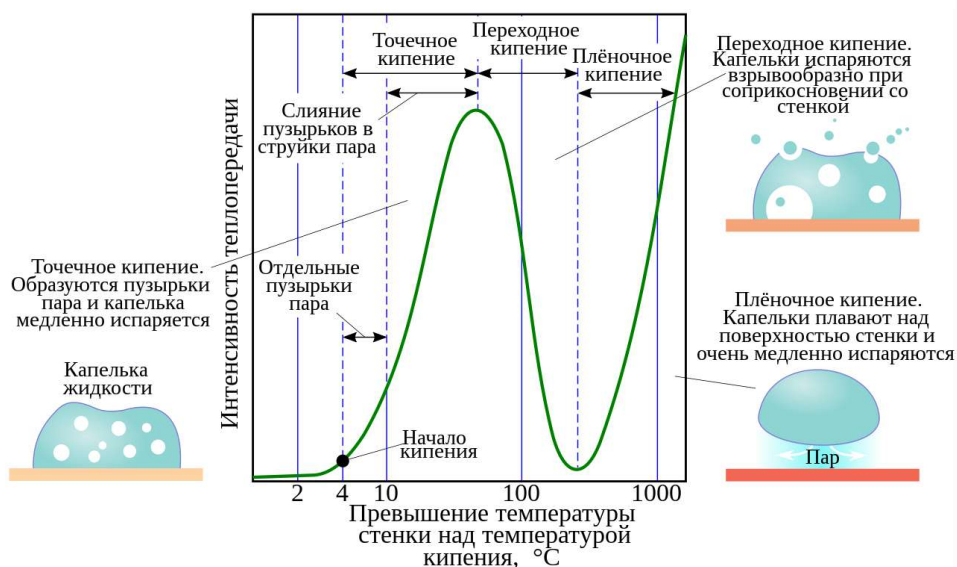


Рисунок 2 – поток тепла в зависимости от температуры после точки кипения

Это затрудняет подачу воды к очагу горения при тушении пожара. Тление будет продолжаться до полного выгорания даже под слоем воды. Но есть одна особенность. Горит торф при 600 °С, а всего в каких-то 20-30 сантиметрах от кромки пожара температура торфа негорящего – уже лишь 10-15 °С, из-за его высокой теплоизолирующей способности.

Тушение водой осложняется тем, что при высоких температурах торфомасса в залежи термически разлагается с выделением битумов и термобитумов – гидрофобных соединений, которые отталкивают воду. Вода плохо смачивает торф из-за своего высокого поверхностного натяжения [6], наличия в торфе до 10 % битумов, которые при нагревании торфа выделяются на его поверхности с образованием гидрофобных пленок, что затрудняет проникновение воды.

Попадая на поверхность корки, образующейся при горении торфа, часть капель воды мгновенно испаряется, остальная влага, скользя по корке горящего торфа на прослойке газа уходит путем фильтрации по вертикали на подстилающий песчаный горизонт грунтовые воды.

Для тушения торфяных пожаров требуется очень большое количество воды: на один куб торфа требуется около одного куба воды [7]. При этом торф поглощает только около 5-8 % воды, быстро высыхает, что приводит к новому загоранию торфа.

Список источников

1. Андросенко, С. Г. Актуальность исследования применения водных сред в метастабильном фазовом состоянии при тушении пожаров на объектах торфяной энергетики / С. Г. Андросенко // Социально-экономические аспекты принятия управленческих решений: Сборник материалов седьмого научного семинара, Москва, 23 марта 2023 года. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2023. – С. 267-270. – EDN EFCMFZ.

2. Чулюков М.А. Исследование пожаров на полях добычи фрезерного торфа и вопросов борьбы с ними: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Министерство высшего образования СССР. Моск. торф. ин-т. М., 1957. 13 с.

3. Тюремнов С.Н. Торфяные месторождения. М.: "Недра", 1976. 182 с.

4. Самовозгорание торфа / Горная энциклопедия – <http://www.mining-enc.ru/s/samovozgoranie-torfa>.

5. Чулюков М. А., Чайков В. И. Торфяные пожары и меры борьбы с ними //М.: Недра. – 1969.

6. Кузьменкова, К. К. Анализ опасности лесных пожаров, последствия и предотвращение / К. К. Кузьменкова, М. В. Макарова // Студенчество России: век XXI: Материалы VI Всероссийской молодёжной научно-практической конференции: в 4-х частях, Орел, 13 декабря 2018 года. Том Часть 2. – Орел: Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина, 2019. – С. 504-510

7. Торфяные пожары и способы их тушения / Л. Б. Хорошавин, О. А. Медведев, В. А. Беляков, О. В. Беззапонная // Пожаровзрывобезопасность. – 2012. – Т. 21, № 11. – С. 85-89.

ГСНТИ 614.8

УДК 614.841.2

ББК 30в6

**Адилъхан Шахбанович АДЖИЕВ¹, Иван Сергеевич ФОГИЛЕВ²,
Сергей Геннадьевич АНДРОСЕНКО³.**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (adzhiev_0592@mail.ru)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (galich_ivan@mail.ru, SPIN 6792-0626, ID: 972535)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (gren01sa@yandex.ru, SPIN 9306-8680, ID: 764226)

Особенности тушения пожаров на объектах с массовым пребыванием людей

Аннотация. В статье рассмотрены проблемные вопросы, связанные с тушением пожаров на объектах с массовым пребыванием людей. Проведен краткий анализ крупных пожаров, произошедших на территории России.

Ключевые слова: объект с массовым пребыванием людей, статистика пожаров, причины пожаров, проблемы обеспечения пожарной безопасности

Features of extinguishing fires at facilities with a mass stay of people

Annotation. The article deals with problematic issues related to extinguishing fires at facilities with a mass stay of people. A brief analysis of large fires that occurred on the territory of Russia is carried out.

Keywords: an object with a mass stay of people, fire statistics, causes of fires, problems of fire safety.

Adilkhan S. ADZHIEV¹ Ivan S. FOGILEV², Sergey G. ANDROSENKO³.

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Введение

Исторический опыт свидетельствует о том, что человечество непрерывно подвергается негативному воздействию от различного рода опасностей как природного, так и техногенного характера.

Пожары являются одним из самых опасных бедствий. Их количество зависит не только от людей, но и от состояния окружающей среды. Несмотря на научно-технический прогресс количество крупных пожаров не сокращается, а порой даже увеличивается, нанося серьезный материальный ущерб Государству. Крупные пожары на объектах с массовым пребыванием людей не обходятся без жертв, где погибают не только посетители, но и пожарные.

В последнее время в России наблюдается увеличение случаев пожаров на объектах с массовым пребыванием людей. Пожар в торгово-развлекательном комплексе «Зимняя вишня» в городе Кемерово произошёл 25 марта 2018 года на площади 1600 квадратных метров с последующим обрушением кровли, перекрытий между четвёртым и третьим этажами. Пожару был присвоен третий номер сложности по пятибалльной шкале, а на территории Кемеровской области был введён режим чрезвычайной ситуации федерального уровня и объявлен федеральный уровень реагирования. В результате пожара погибли 60 человек, из них 37 детей, 79 человек пострадало [1].

Другим, не менее резонансным пожаром, происшедшим на объекте с массовым пребыванием людей стал пожар в ночном клубе «Хромая лошадь» в Перми в 2009 году, при котором погибли 156 человек [2].

Большинство погибших - дети, которые десятки минут провели в страхе, задыхаясь от едкого дыма и надеясь на спасение, которое им обещали операторы службы «112». Они делали все, что им говорили взрослые, но это не помогло.

Проблемные вопросы в области обеспечения пожарной безопасности объектов с массовым пребыванием людей

Основными выявленными проблемными вопросами на исследуемых объектах стали:

- объекты защиты не были обеспечены источниками внутреннего и наружного пожаротушения, либо в водопроводной сети не хватало рабочего давления для нужд пожаротушения;
- занижался уровень необходимой защиты. Так вместо оборудования зданий автоматическими установками пожаротушения, они оборудовались системами автоматической пожарной сигнализации, системы оповещения и управления эвакуацией людей были выполнены с нарушениями;
- здания не в полном объеме обеспечивались первичными средствами пожаротушения, знаками безопасности, планами эвакуации и прочими мероприятиями в области обеспечения пожарной безопасности;
- отмечаем низкий уровень знаний у сотрудников охраны и персонала в области обеспечения безопасности, в том числе по их действиям в случаях возникновения пожаров.
- содержание эвакуационных путей и выходов находились в ненадлежащем состоянии.

Это лишь малая часть проблем, которые были выявлены в ходе расследования и экспертизы пожаров, приведших к значительной гибели детей и взрослых на объектах с массовым пребыванием людей.

Анализ объектов с массовым пребыванием людей, находящихся в зоне обслуживания местного пожарно-спасательного гарнизона

Пожары на объектах с массовым пребыванием людей создают не только негативную социально-экономическую обстановку, но и приводят к трагическим последствиям для жизни и здоровья граждан нашей страны [3]. В 2023 году по сравнению с аналогичным периодом прошлого года наблюдается рост количества пожаров на объектах с массовым пребыванием людей, к которым относятся объекты торговли, образования, здравоохранения и социального обслуживания населения, а также общежития и гостиницы.

Тенденция к росту пожаров на данных объектах защиты увеличивает риск угрозы безопасности людей, причинения вреда их здоровью, а также культурным и материальным ценностям [4].

В таблице 1 приведена краткая характеристика объектов с массовым пребыванием людей, расположенных на территории местного пожарно-спасательного гарнизона 1 ПСО ФПС ГПС Пензенской области.

Таблица 1 – Краткая характеристика объектов с массовым пребыванием людей, расположенных на территории местного пожарно-спасательного гарнизона 1 ПСО ФПС ГПС Пензенской области.

№ п/п	Наименование объектов в МПСГ	Кол-во пожаров за последние 10 лет	Наличие автоматической сигнализации	Кол-во гидрантов / водоемов	Наличие ДПД	Оценка действий персонала при учениях (ПТУ, ПТЗ)	Наличие системы дымоудаления
1	Агротехнологический колледж	1	да	2/1	нет	Хор	Нет
2	Детский дом интернат	1	да	1/1	да	Удовл	Нет
3	Психоневрологический интернат	2	да	2/1	да	Хор	Нет
4	Детский дом-интернат для умственно отсталых	0	да	1/0	да	удовл	нет

Проводимый анализ систем обеспечения пожарной безопасности вышеуказанных объектов защиты показал те же проблемы, с которыми сталкивались пожарные при проведении обследований и тушении пожаров в Кемерово и Перми.

Именно поэтому следует отметить, что на объектах с массовым пребыванием людей существуют определенные проблемы, которые достаточно сильно ограничивают процесс спасения человеческих жизней и тушения пожаров. Прежде всего, это вызвано тем, что в исследуемых нами типах зданий существует сложность в подаче огнетушащих средств для тушения пожаров больших площадей. Кроме того имеющиеся средства спасения людей обладают недостаточной эффективностью, в том числе и те, что предназначены для спасения с людей с высоты.

Как показывает анализ пожаров на подобных объектах, при самых неблагоприятных условиях возникновения пожара, отсутствии или отказе в работе систем жизнеобеспечения, уже на 10-й минуте с момента его возникновения порядка 30 % людей, находящихся в здании, нуждаются в профессиональной помощи пожарных и спасателей. Однако к указанному времени пожарные подразделения только начинают прибывать или еще находятся в пути следования к месту пожара.

Заключение

Проведенные исследования современного состояния вопросов тушения пожаров на объектах с массовым пребыванием людей, дают понимание о том, что тушение пожаров на объектах, с массовым пребыванием людей значительно отличается от пожаров на других объектах. Наличие большого количества людей на объектах обуславливает трудности, которые связаны с длительностью осуществления работ по спасению людей из задымленной зоны, а также сложности в подаче огнетушащих средств к месту пожара.

Необходимо отметить, что это глобальная проблема, требующая проведения исследований, технических решений, а также повышения культуры безопасного поведения людей в местах с массовым пребыванием людей.

Список источников

1. Колесникова, В. С. Пожар в торгово-развлекательном комплексе "зимняя вишня": российские и западные СМИ / В. С. Колесникова // Актуальные проблемы информационного противоборства в современном мире: вызовы и угрозы для России и Русского мира: Материалы Международной научно-практической конференции, Донецк, 30 октября 2019 года / Под общей редакцией С.В. Беспаловой. – Донецк: Донецкий национальный университет, 2019. – С. 174-176.

2. Ильичев, В. В. Оповещение населения при чрезвычайных ситуациях в местах массового пребывания людей / В. В. Ильичев, А. А. Клавдиев, Е. В. Валяев // Актуальные проблемы пожарной безопасности: тезисы докладов XXX Международной научно-практической конференции, Ногинск, 06–08 июня 2018 года. – Ногинск: Всероссийский ордена "Знак Почета" научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2018. – С. 23-25.

3. Обеспечение пожарной безопасности на объектах с массовым пребыванием людей/ А.В.Гусев // Журнал «Научный лидер» выпуск #52 (97), Декабрь '22.

4. Андросенко, С. Г. Формализация и постановка задач управления при пожаротушении / С. Г. Андросенко // Технологии техносферной безопасности. – 2016. – № 2(66). – С. 128-133. – EDN YGDJWP.

5. Совершенствование управления тушением пожаров и спасением людей в зданиях повышенной этажности/ В.Е. Шаповал, Ю.В. Хилько// обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы: Сборник материалов IX международной научно-практической конференции молодых ученых: курсантов (студентов), слушателей магистратуры и адъюнктов (аспирантов).

ГСНТИ 81.92.01
УДК 614.847.76
ББК 68.923

**Михаил Владимирович БОНДАРЕНКО¹, Александр Викторович ХАРИТОНОВ²,
Леон Александрович ИФТОДИ³**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mischaBo@mail.ru, SPIN 6434-4518, ID: 278150)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (xxgarixx@mail.ru, ID: 1177489)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (leon.07@mail.ru, SPIN 3854-9037, ID: 770156)

Предпочтения исполнителей при закреплении верёвки пожарной спасательной за конструкцию: результаты исследования статистики процесса обучения

Аннотация. В статье представлены материалы, полученные по результатам проведения анализа предпочтения учащихся при выборе способа закрепления верёвки пожарной спасательной за конструкцию. В основу исследования положены более двадцати лет наблюдений за работой учащихся при проведении учебных занятий по пожарно-строевой подготовке. Предложены меры по совершенствованию подготовки пожарных в части проведения спасательных работ на высоте.

Ключевые слова: подготовка пожарных, спасательные работы, верёвка пожарная спасательная, способ закрепления, совершенствование учебного процесса

Mikhail V. BONDARENKO¹, Aleksandr V. KHARITONOV², Leon A. IFTODI³

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Preferences of performers when fixing a fire rescue rope for a structure: the results of a study of the statistics of the learning process

Abstract. The article presents the materials obtained from the results of the analysis of students' preferences when choosing a method of securing a fire rescue rope for a structure. The research is based on more than twenty years of observations of the work of students during training sessions on fire drill. Measures are proposed to improve the training of firefighters in terms of carrying out rescue operations at altitude.

Key words: training of firefighters, rescue work, fire rescue rope, method of fastening, improvement of the educational process

Одной из основных задач пожарной охраны при тушении пожаров является спасение людей. Об этом говорят и руководящие документы, и многочисленные учебные издания, и опыт практической работы пожарных подразделений.

Для эффективных действий в проведении спасательных работ на практике необходимо предметно, качественно и самое главное методически правильно обучать будущих пожарных, начальников караулов и других потенциальных участников тушения пожара работе с верёвкой пожарной спасательной [1]. Так как зачастую её правильное и оперативное использование остаётся единственным шансом на спасение как для пострадавших на пожаре, так и для самих пожарных.

Верёвка пожарная спасательная - верёвка, предназначенная для страховки пожарных при тушении пожаров и проведении связанных с ними аварийно-спасательных работ, а также для проведения тренировочных занятий пожарных¹.

Ряд исследователей изучал вопросы проведения самоспасания с помощью верёвки пожарной спасательной [2]. А закрепление верёвки за конструкцию – это начальный этап данной операции.

Количество погибших и травмированных людей на пожарах сохраняется на стабильно высоком, угрожающем уровне, что подтверждается статистическими данными.

Число людей погибших на пожарах за последние пять лет составило 41042 человека, а число травмированных – 44132 человека². Суммарно это более 85 тысяч человек, а это уже население целого города!

Следовательно, тема совершенствования проведения спасательных работ на пожаре в целом и спасение людей с высоты с помощью верёвки пожарной спасательной остаётся актуальной.

В рамках исследования был проведён педагогический мониторинг и анализ статистики процесса обучения по преподаваемым дисциплинам с акцентированием внимания на упражнении закрепление верёвки за конструкцию.

Вопросами педагогического мониторинга занимался целый ряд авторов [3]. Педагогический мониторинг при условии длительности педагогической деятельности открывает широкие возможности для исследования самых различных теоретических и прикладных вопросов.

Авторы имеют большой опыт преподавания дисциплин профессиональной направленности таких как, начальная профессиональная подготовка, профессиональная подготовка пожарного, профессионально-прикладная подготовка, подготовка пожарного, пожарно-строевая подготовка, основы первой помощи, медико-биологические основы безопасности, подготовка газодымозащитника, организация газодымозащитной службы, пожарная тактика. Наличие данного опыта, большого срока службы и работы в Академии ГПС МЧС России помогло в проведении этого исследования.

За время службы авторам довелось проводить учебные занятия по вышеперечисленным дисциплинам с разными категориями обучаемых: слушателями, курсантами, студентами, постоянным составом. В рамках исследования были охвачены такие направления подготовки как: «Пожарная безопасность», «Техносферная безопасность», «Информационные системы и технологии», «Судебная экспертиза», а также более 50 различных программ переподготовки и повышения квалификации. Исследование проводилось на очной и заочной форме обучения.

Целью данного исследования было определение предпочтения исполнителями в выборе способа закрепления верёвки пожарной спасательной за конструкцию при отработке данного упражнения в рамках учебных занятий, практик, сдачи нормативов, консультаций, дополнительных занятий с отстающими, проведения пожарно-тактических учений, проведения аттестации для получения квалификации «Спасатель», сдачи зачётов и экзаменов по вышеуказанным дисциплинам во время сессий.

Ежегодно на протяжении 27 лет в массив статистики включались результаты наблюдений по действиям ста учащихся. Выбор исполнителей производился по порядку учебных групп, исходя из их списочного состава, в которых ведущими преподавателями были авторы статьи.

Для целей спасания при работе с верёвкой пожарной спасательной разрешены к применению четыре общеизвестных способа закрепления верёвки за конструкцию³.

¹ ГОСТ Р 53266-2019. Техника пожарная. Верёвки пожарные спасательные. Общие технические требования. Методы испытаний. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2019. - 15 с.

² Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информационно-аналитический сборник. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. - 80 с.

³ Методические рекомендации по пожарно-строевой подготовке. М.: МЧС России, 2005. – 130 с.

Названий у них конкретных нет, их так и называют: первый способ, второй способ, третий способ, четвёртый способ.

Принципиальное отличие начала выполнения упражнения по закреплению верёвки за конструкцию заключается в том, что у первого и четвёртого способа короткий конец верёвки после перебрасывания её через конструкцию берётся в правую руку, а у второго и третьего способа - в левую руку.

Согласно принятым правилам выполняется данное упражнение в положении стоя перед конструкцией. Однако для чистоты эксперимента авторами были усложнены начальные условия выполнения упражнения. А именно, закрепление верёвки за конструкцию производилось исполнителями из положения стоя, на корточках, сидя на полу, на четвереньках, лёжа на животе, лёжа на боку. Указанные модификации стартового положения для начала выполнения закрепления верёвки за конструкцию обусловлены реальными ситуациями, с которыми сталкиваются пожарные в реальных условиях применения верёвки пожарной спасательной на пожаре при проведении спасательных работ на высоте.

Результаты многолетнего эксперимента приведены в таблице (в колонках «способ» указано сколько человек из ста выполнили закрепление верёвки за конструкцию данным способом).

Таблица – Статистические данные по закреплению верёвки за конструкцию

Год	1 способ	2 способ	3 способ	4 способ
1997	-	-	-	100
1998	1	-	-	99
1999	1	-	-	99
2000	1	1	-	98
2001	1	1	-	98
2002	1	2	-	97
2003	1	-	-	99
2004	-	-	-	100
2005	-	-	-	100
2006	-	-	-	100
2007	1	-	-	99
2008	1	1	-	98
2009	1	1	-	98
2010	-	-	-	100
2011	1	-	-	99
2012	1	1	-	98
2013	2	1	-	97
2014	1	-	-	99
2015	1	1	-	98
2016	1	1	-	98
2017	1	-	-	99
2018	-	-	-	100
2019	-	-	-	100
2020	1	1	-	98
2021	1	1	-	98
2022	1	-	-	99
2023	-	-	-	100
Итого	20	12	0	2668
Итого в %	0,74%	0,44%	0%	98,81%

Исполнителям предлагалось самим выбрать способ закрепления верёвки за конструкцию по их желанию.

Как показал проведённый эксперимент подавляющее большинство исполнителей выбирают для закрепления верёвки пожарной спасательной за конструкцию четвёртый способ (98,81%). А, как показывают результаты исследований третий способ закрепления верёвки пожарной спасательной за конструкцию за 27 лет наблюдений не выбрал никто.

Учитывая результаты анализа проведённого эксперимента можно предложить убрать третий способ из перечня разрешённых способов закрепления верёвки за конструкцию из руководящего документа МЧС России.

Данный путь является длительным и трудновыполнимым, учитывая его значительную бюрократическую составляющую [4]. Однако, он реален в исполнении, но требует значительного времени на реализацию.

Убрав из структуры учебного занятия изучение, освоение, тренировку в закреплении верёвки за конструкцию третьим способом мы можем получить экономию по времени в пределах 10-15 минут на каждом учебном занятии по заданной теме. Это позволит усовершенствовать учебный процесс. В масштабах проведения учебных занятий по пожарно-строевой подготовке экономия времени составит совокупно более 4 часов. Перераспределив это время для изучения трёх других способов закрепления верёвки за конструкцию, мы получим существенную выгоду и увеличение прочности навыков в работе с верёвкой пожарной спасательной в процессе обучения и, соответственно, повышение эффективности боевой работы личного состава пожарной охраны на пожаре при проведении спасательных работ на высоте.

Список источников

1. Бондаренко М. В., Варушкин Е. В., Ифтоди Л. А. Подготовка руководителя к занятиям по пожарно-строевой подготовке: методические рекомендации. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. – 32 с.

2. Харисов Г. Х., Мирзаянц А. В. Обоснование самоспасания людей при пожаре со второго и выше этажей при помощи спасательной верёвки // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2018. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-samospasaniya-lyudey-pri-pozhare-so-vtorogo-i-vyshe-etazhey-pri-pomoschi-spasatelnoy-verovki> (дата обращения: 17.07.2023).

3. Санникова Н. Г., Шакуто Е. А. Научно-методическая работа как предмет педагогического мониторинга // Вестник КГПУ им. В.П. Астафьева. 2012. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nauchno-metodicheskaya-rabota-kak-predmet-pedagogicheskogo-monitoringa> (дата обращения: 17.07.2023).

5. Бондаренко М. В., Хачиров А. В., Адыширинов А. А. О нормативах по пожарно-строевой подготовке // сб.: Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации // VIII Междунар. науч.-практ. конф. Москва, 2018. С. 232-236.

ГСНТИ 82.33.17

УДК 614.841.1, 614.849

ББК 30в6

**Александра Владимировна БОТВИНКО¹, Михаил Михайлович ДАНИЛОВ²,
Алексей Николаевич ДЕНИСОВ³**

¹ ГУ МЧС России по Тульской области, Тула, Россия (a.v.botvinko@mail.ru)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mdagps@yandex.ru, SPIN 1539-8110, ID: 853796)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dan_aleks@mail.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

Модель регистрации информационного обмена в области пожарной безопасности (на примере ГУ МЧС России по Тульской области)

Аннотация. Описываются связи между основными факторами, влияющими на исходы, с составляющей последующей оценки качества тушения пожара. Представлена модель информационного обмена при регистрации документов от нештатных должностей оперативного штаба на месте пожара. Представлены пути и методы подготовки начсостава к действиям в роли РТП при руководстве пожарно-спасательными подразделениями и для последующей объективной оценки действий

Ключевые слова: качество тушения, распоряжения и информация по тушению пожара, подготовка, прием и обработка сообщения

Aleksandra V. BOTVINKO¹, Mikhail M. DANILOV², Aleksey N. DENISOV³

¹ Main Directorate of EMERCOM for the Tula Region, Tula, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Model of registration of information exchange in the field of fire safety (on the example of the GU of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the Tula region)

Abstract. The links between the main factors influencing the outcomes with the component of the subsequent assessment of the quality of fire fighting are described. A model of information exchange in the registration of documents from non-staff positions of the operational headquarters at the fire scene is presented. Ways and methods of preparing the staff to act in the role of RTP when leading fire and rescue units and for the subsequent objective assessment of actions are presented.

Key words: extinguishing quality, fire extinguishing orders and information, preparation, reception and processing of the message

Обеспечение пожарной безопасности - это многогранный процесс, включающий в себя меры информационной безопасности Российской Федерации, как этапа, характеризующегося возрастающей ролью информационного обмена в совокупности сбора, формирования, распространение и использование информации по назначению в деятельности ГУ МЧС России по Тульской области. Выполнение задач и функций по ведению делопроизводства территориального органа МЧС России возложено на отдел административной работы.

Организация работы с обращениями граждан в Главном управлении МЧС России по Тульской области осуществляется в группе по работе с обращениями граждан. Можно заметить, что процент обращений граждан, поступивших по телефону доверия с течением времени растет, что может быть объяснено тем, что функционирование телефона доверия позволяет решать вопросы граждан в оперативном порядке. Также, следует отметить, что процент обращений граждан, поданных в электронном виде растет, а, поступивших на бумажном носителе падает, что объясняется доступностью и удобством подачи обращений на официальном сайте и по электронной почте. Анализ визуализирован на рисунке 1.

Анализ обращений граждан по результатам рассмотрения показывает, что наибольшая доля принятых решений приходится на разъяснительные ответы – 63% от общего количества, все поступившие обращения граждан рассмотрены в установленные законодательством сроки.

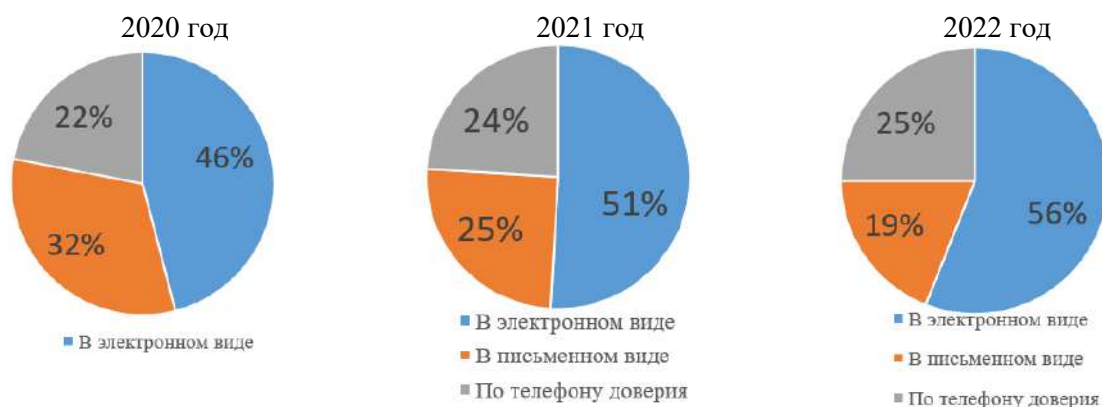


Рисунок 1 – Сравнительный анализ за три года

Рассмотрим критерии оценки деятельности подразделений пожарной охраны при выполнении необходимых работ при тушении пожара через призму регистрации документов в области пожарной безопасности. В целом обращая особое внимание на организацию пожаротушения, то можно определенно сказать, что основными документами, регламентирующими операции тушения и спасения в правовом поле, являются^{1 2} При этом должны соблюдаться [1].

Соблюдение требований выше приведенных документов при проведении операций пожаротушения и спасения пожарно-спасательными подразделениями в определенной степени гарантирует исполнителю правовую защищенность его действий. Тактика, методика и правила тушения пожаров регулируются непосредственными методическими документами, рекомендациями и пособиями, программами подготовки и наставлениями. Необходимо учитывать, что Правительством РФ определен перечень нормативных правовых актов и их групп, а также отдельных положений, на которые не распространяется механизм «регуляторной гильотины». При этом в отношении некоторых актов и положений установлен ограниченный срок нахождения в перечне³.

Основополагающим является Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ, от 06.05.2011 N 100-ФЗ и от 22.07.2008 N 123-ФЗ. Во исполнение требований, в целях предоставления своевременной, объективной и полной оперативной информации с пожара, чрезвычайной ситуации, качественной подготовки материалов необходимо: осуществлять передачу информации с пожара, обеспечить предоставление материалов с места пожара и другое.

Так на основе комплексного анализа проведем теоретическое обоснование регистрации документов от нештатных должностей оперативного штаба на месте пожара. Информационный обмен регламентирует правила и порядок информационного взаимодействия. Особое место в этой деятельности занимает подготовка к информационному обмену в деятельности пожарно-спасательных подразделений как комплексному звену системы обеспечения пожарной безопасности.

Рассмотрим модель регистрации документов информационного обмена (учета донесений о пожаре, распоряжений и информации по тушению пожара) в совокупности сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-

¹ Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ (ред. от 10.07.2023) «О пожарной безопасности» Первоначальный текст документа опубликован в изданиях «Собрание законодательства РФ», 26.12.1994, N 35, ст. 3649, «Российская газета», N 3, 05.01.1995.

² Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023) Первоначальный текст документа опубликован в изданиях «Собрание законодательства РФ», 28.07.2008, N 30 (ч. 1), ст. 3579, «Парламентская газета», N 47-49, 31.07.2008, «Российская газета», N 163, 01.08.2008.

³ Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 N 2467 (ред. от 04.07.2023) Первоначальный текст документа опубликован в изданиях Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>, 09.01.2021. «Собрание законодательства РФ», 11.01.2021, N 2 (Часть II), ст. 471.

технического характера, направленных на профилактику пожаров, их тушение и проведение аварийно-спасательных работ (далее – АСР) в системе обеспечения пожарной безопасности (далее – СОПБ) представленной на рисунке 2.

Таким образом при анализе задач принятия решений в условиях тушения пожара и привлечения нештатных должностей оперативного штаба на месте пожара (руководящего состава органов управления и подразделений пожарной охраны к функциям которых отнесено тушение пожаров) рассматривается как ситуация - выбор лучшей альтернативы, ранжирование, групповое упорядочение альтернатив. Анализ таких задач принятия решений, должен излагаться в соответствии с основами теории принятия решений и отражаться в школе оперативного мастерства, с целью подготовки специалистов в области тушения на основе исследования операций, поддержки принятия решений.

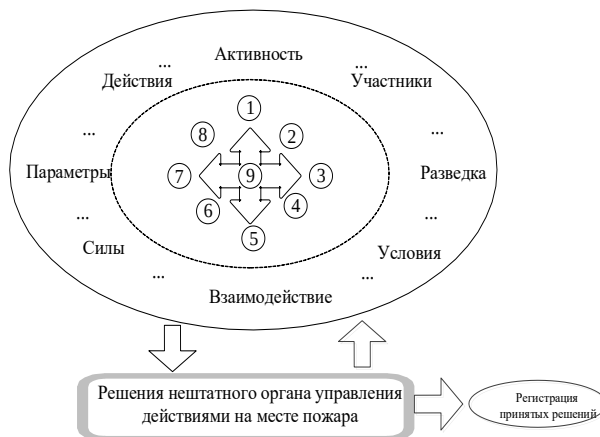


Рисунок 2 – Модель регистрации документов информационного обмена

При принятии данной модели необходимо обобщенно учитывать факторы в условиях: активность среды и внешние факторы, оперативно-тактические действия, взаимодействующие службы, участники тушения пожара, привлекаемые силы. Факторами в модели являются направления социально-экономических задач и обуславливают совершенствования управления пожарно-спасательными подразделениями в рамках создания таких моделей в которых должны учитываться такие условия как влияющие на процесс достижения основной задачи:

- 1 – прием и обработка сообщения о пожаре;
- 2 – выезд и следование к месту пожара;
- 3 – боевые действия по тушению пожаров, проводимые до прибытия к месту пожара;
- 4 – боевые действия по тушению пожаров, проводимые на месте пожара,
- 5 – основная боевая задача;
- 6 – создание условий и информирование;
- 7 – решающее направление и управление силами и средствами на пожаре;
- 8 – сосредоточение и перегруппировка, анализ принятых решений;
- 9 – схема связей между основными факторами, влияющими на регистрацию документа.

Меняющаяся обстановка действий создает условия, препятствующие развитию пожара и обеспечивает его ликвидацию в зависимости от оперативно-тактической обстановки на пожаре и условий тушения. Такие условия требуют учета и дальнейшего использования в процессе подготовки и принятия управленческих решений, в области пожарной безопасности.

Предлагается рассмотреть допустимость регистрации поступивших документов, связанных с информационными ресурсами рекомендуемых образцов, приведённых в приложениях N 5 - 7 [2], после тушения пожара представленную на рисунке 2.

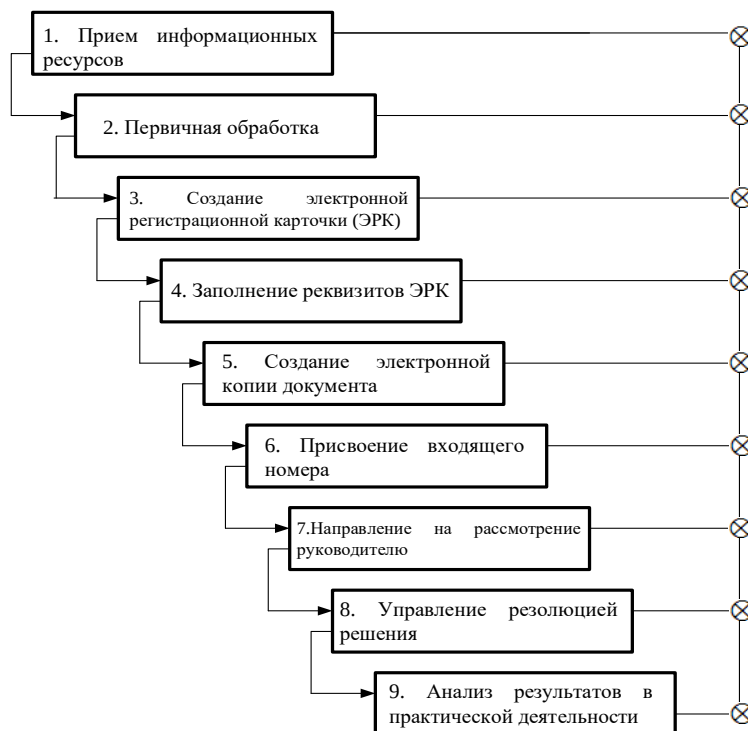


Рисунок 2 – Системотехническая допустимость регистрации информационных ресурсов

Системотехническая допустимость регистрации в последовательности:

1. Прием информационных ресурсов, донесений о пожаре.
2. Первичная обработка.
3. Создание электронной регистрационной карточки (далее - ЭРК) в системе электронного документооборота (далее - СЭД) по алгоритму «Создать документ».
4. Заполнение реквизитов ЭРК «особая отметка», «содержание документа» «получатель документа» и иные параметры - выбираем из списка руководителя - получателя документа.
5. Создание электронной копии документа путем сканирования документа, поступившего на бумажном носителе и его прикрепление к ЭРК.
6. Присвоение входящего номера для идентификации в системе электронного документооборота и последующего использования информационных материалов в практике профессиональной подготовки.
7. Направление на рассмотрение руководителю по направлениям.
8. Управление резолюцией решения для конечного итога.
9. Анализ результатов в практической деятельности в области условий, требующих дальнейшего использования в процессе подготовки и принятия управленческих решений.

Так анализируя содержание этапов регистрации документов, можно принять заключение, что существуют группы проблем, определяющих весь облик исследования системы перспективных решений. Одной из проблем может является регистрация реагирования на ситуации, связанные с действиями оперативной группы (далее ОГ). Действия ОГ, быть зарегистрировано, кроме того, старший ОГ осуществляющий руководство деятельностью личного состава должен нести персональную ответственность за предоставление документов для регистрации в системе служебного документооборота.

Допустимость регистрации информационного обмена и оперативных документов относится к важным аспектам эффективной работы. Регистрация информационного обмена подразумевает создание и поддержание системы, позволяющей отслеживать передачу информации. Это может включать как электронную, так и бумажную документацию.

Оперативные документы, в свою очередь, представляют собой важные рабочие материалы, которые используются в ходе деятельности оперативных подразделений. Допустимость регистрации информационного обмена и оперативных документов имеет несколько основных причин: обеспечение контроля и отслеживаемости информационного обмена, сохранение и архивирование информации и совершенствование процесса управления и принятия решений. Оперативные документы, в свою очередь, представляют собой важные рабочие материалы, которые используются в ходе деятельности организации, которые являются основой для принятия решений при выполнении задач.

Аксиомой является имеющаяся возможность неудачного исхода регистрации документов. Имеется достаточно причин подобной реальности - как объективных, так и субъективных, одной из наиболее веской объективной причины следует считать неопределенность среды при механизме ситуации.

Как и всякая модель, информация обладает ограниченной полнотой, точностью и своевременностью сведений и данных. Причин здесь много: от нехватки времени на сбор данных до сознательного искажения информации. Таким образом, следует проявлять осторожность при принятии управленческих решений на основе имеющейся информации о сложившейся ситуации. Схема связей обозначена на рисунке 3.



Рисунок 3 – Схема связей между основными факторами

Удобную интерпретацию регистрации представим в виде алгоритма:

1. Прием информации (почтовая, фельдьегерьская, специальная связь, электронные каналы связи, нарочно и на личном приеме);
2. Первичная обработка;
3. Создание электронной регистрационной карточки (ЭРК):
 - 3.1. Создать новую ЭРК, кнопка «Создать документ»;
 - 3.2. Выбор типа документа «Входящий документ», кнопка «Создать документ».
4. Заполнение реквизитов ЭРК:
 - 4.1. Вид документа;
 - 4.2. Поле «Особая отметка» – в случае документа с пометкой «ДСП» проставляем необходимую отметку;
 - 4.3. Поле «Содержание документа» - краткое содержание поступившего документа;
 - 4.4. Поле «Получатель документа» - выбираем из списка получателя документа;
 - 4.5. Поле «Поступление» - выбираем способ поступления документа;
 - 4.6. Поле «Количество листов» - указывается количество листов и приложений;
 - 4.7. Поля «Исходящий номер», «Исходящая дата» - проставляем номер и дату;
 - 4.8. Кнопку «Добавить корреспондента» выбираем корреспондента из списка;
 - 4.9. Создание электронного документа путем сканирования документа, поступившего на бумажном носителе и его прикрепление к ЭРК;
 - 4.10. Проставление входящего номера в поле «входящий номер»;
5. Нажатие кнопки «Сохранить»;

6. Создание проекта резолюции к документу:
- 6.1. Нажать кнопку «Создать проект резолюции»;
- 6.2. Заполнить поля «выдавший резолюцию», «исполнитель», «текст резолюции»;
- 6.3. Нажимаем кнопку «Направить на согласование».

Эта модель описывает связи между основными факторами, влияющими на исходы, с составляющей последующей оценки качества тушения пожара. Кроме того, такие превентивные меры позволяют учесть не только факторы, что в свою очередь это позволит получить сведения о состоянии обеспечения управленческой деятельности исходя из оценки действий по тушению пожара с учетом регистрации результативности деятельности и ресурсно-временных затрат.

На основе модели информационного обмена при регистрации документов от нештатных должностей оперативного штаба на месте пожара создается возможность формализованного описания ситуации и разработки моделей функционирования структуры управления пожаротушением. Однако, для нахождения наилучшего в некотором смысле решения необходимо разрабатывать персональный алгоритм - формальную последовательность действий, выполнение которой позволит сформировать наилучшее решение по управлению пожарно-спасательными подразделениями в конкретных условиях рассматриваемой ситуации.

Допустимость регистрации информационного обмена и оперативных документов означает, что они могут быть зарегистрированы в соответствующих системах и базах данных для обеспечения оптимизации описания действий и использования практики действий в служебной подготовке. Это позволяет улучшить качество управления, повысить эффективность и обеспечить сохранность важной информации. Регистрация также позволяет быстро находить необходимые решения и проводить анализ тушения пожаров. Однако не все документы и информация могут быть зарегистрированы, так как некоторые из них могут содержать конфиденциальную информацию или являться частным делом. Поэтому перед регистрацией необходимо проводить анализ документов и информации на предмет их допустимости для регистрации. В дальнейшем по документам информационного обмена, проводя анализ действий оценивается умение вести работу по руководству пожарно-спасательными подразделениями и для объективной оценки действий при ликвидации пожаров, позволяя выявить пути и методы подготовки начсостава к действиям в роли РТП, определить задачи, по которым необходимо строить подготовку.

Список источников

1. Приказ Минтруда России от 11.12.2020 N 881н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны» (Зарегистрировано в Минюсте России 24.12.2020 N 61779).
2. Приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 16.10.2017 № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» (Зарегистрирован 20.02.2018 № 50100) // Официальный интернет-портал правовой информации : сайт. - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201802210017> (дата обращения: 17.08.2023).

ГСНТИ 86.23
УДК 614.841.41
ББК 614.8

**Алексей Анатольевич ВОЛОШЕНКО¹, Андрей Павлович ИВАННИКОВ²,
Александр Васильевич ПОДГРУШНЫЙ³, Андрей Николаевич КРЫЛОВ⁴**

¹ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (volax84@mail.ru, SPIN 2335-7689)

²ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва,
³Россия (i.a.p.01@mail.ru, SPIN 4581-1950)
ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва,
Россия (grysha011@mail.ru)
⁴ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва,
Россия (an-krylov@mail.ru, SPIN 3917-6228)

Поддержки принятия решений при оценке угрозы риска подразделениям пожарной охраны при тушении пожара

Аннотация. Для принятия управленческого решения при проведении тренировок, аварийно-спасательных работ и организации тушения пожаров была разработана расчетная оценка угрозы риска подразделениям пожарной охраны от пожара. Предлагаемая информационно-аналитическая поддержка принятия управленческого решения направлена на установление безопасного расстояния подразделений пожарной охраны при подаче средств пожаротушения к очагу пожар. Практическое применение расчетной оценки для обеспечения пожарной безопасности соответствует указу Президента Российской Федерации «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года».

Ключевые слова: решение, оценка, угроза, тепловой поток, ствольщик, техника.

Alexey A. Voloshenko, Andrei P. Ivannikov, Alexander V. Poddrushny, Andrei N. Krylov
State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Decision support in assessing the risk threat to fire protection units during fire extinguishing

Abstract. In order to make a management decision during training, rescue operations and organization of fire extinguishing, a calculated assessment of the risk threat to fire protection units from fire was developed. The proposed information and analytical support for managerial decision-making is aimed at establishing a safe distance of fire protection units when applying fire extinguishing means to the fire hearth. The practical application of the calculated assessment to ensure fire safety corresponds to the Decree of the President of the Russian Federation "On approval of the Fundamentals of the State Policy of the Russian Federation in the field of fire safety for the period up to 2030".

Key words: solution, assessment, threat, heat flow, receiver, technique.

Анализ требований по организации тушения пожаров подразделениями пожарной охраны установил, что для обеспечения безопасной работы необходимо учитывать воздействия опасных факторов пожара (тепловой поток) на боевую одежду пожарного и пожарную технику [1, 2, 3].

Расчётная оценка угроза риска причинения вреда от воздействия теплового потока при пожаре представлена в ГОСТ 12.1.004-91* «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования», в учебниках [2, 3]. Применение расчетной оценки безопасной работы подразделениями пожарной охраны позволило разработать методику для оценки минимальных расстояний от пожара в здании до позиций ствольщиков и мест установки пожарной техники с.

Предлагаемая методика позволит руководителю тушения пожара (РТП) установить безопасное расположение подразделений пожарной охраны для подачи средств пожаротушения к очагу пожара при проведении тренировок, аварийно-спасательных работ и организации тушения пожаров.

В соответствии с Федеральным законом от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ силами подразделений пожарной охраны проводятся необходимые действия для обеспечения безопасности людей, спасения имущества, в том числе:

- проникновение в места распространения (возможного распространения) опасных факторов пожаров, а также опасных проявлений аварий, катастроф и иных чрезвычайных ситуаций;

- создание условий, препятствующих развитию пожаров, а также аварий, катастроф и иных чрезвычайных ситуаций и обеспечивающих их ликвидацию;

- ограничение или запрещение доступа к местам пожаров, а также зонам аварий, катастроф и иных чрезвычайных ситуаций, ограничение или запрещение движения транспорта и пешеходов на прилегающих к ним территориях;

- приостановление деятельности организаций, оказавшихся в зонах воздействия опасных факторов пожаров, опасных проявлений аварий, если существует угроза причинения вреда жизни и здоровью работников данных организаций и иных граждан, находящихся на их территориях.

- руководитель тушения пожара (РТП) отвечает за выполнение задачи, за безопасность личного состава пожарной охраны, участвующего в тушении пожара, и привлеченных к тушению пожара сил.

РТП определяет зону пожара, устанавливает границы территории, на которой осуществляются действия по тушению пожара и проведению аварийно-спасательных работ, порядок и особенности осуществления указанных действий, принимает решение о спасении людей и имущества, устанавливает порядок управления действиями подразделений пожарной охраны на месте пожара и привлеченных к тушению пожара сил, производит расстановку прибывающих сил и средств на месте пожара [4, 5].

При этом, для обеспечения пожарной безопасности здания должно быть обосновано безопасность доступа личного состава подразделений пожарной охраны и подачи средств пожаротушения к очагу пожара по результатам исследования, по расчетам и (или) испытанию, выполненные по сертифицированным или апробированным иным способом методикам.

Таким образом, при оценке угрозы подразделениям пожарной охраны для организации работы подразделений пожарной охраны необходимо:

- 1) учитывать воздействия опасных факторов пожара на боевую одежду пожарного и пожарную технику по расчетным методикам;

- 2) применение расчетных методик для оценки угрозы силам и средствам пожарной охраны.

Действующее законодательство допускает выбор расчетных методик оценки рисков, представленных в нормативной, научной и учебной литературе. Рассмотрим различные расчетные методики управления пожарными рисками при оценке воздействия лучистого тепла на людей и имущество от пожара:

- а) методика определения интенсивности теплового воздействия (плотностью теплового потока) пламени пожара ТГМ, ЛВЖ, ГЖ, СПГ и СУГ, представленный в Приложении 3 ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»;

- б) методика расчета интенсивности теплового излучения при пожарах проливов ЛВЖ, ГЖ, СПГ и СУГ, изложенный в Приложении В и метод расчета интенсивности теплового излучения и времени существования «огненного шара» при пожаре ЛВЖ, ГЖ, СПГ и СУГ в Приложении Д ГОСТ Р 12.3.047-2012 «Пожарная безопасность технологических процессов»;

- в) методика расчета интенсивности теплового излучения при пожарах проливов ЛВЖ, ГЖ, СПГ и СУГ, изложенный в п.23 раздела VI Приложения 3 и метод расчета интенсивности теплового излучения и времени существования «огненного шара» при пожаре ЛВЖ, ГЖ, СПГ и СУГ в п. 24 раздела VI Приложения 3 приказа МЧС РФ от 10 июля 2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах»;

г) методика расчета интенсивности теплового излучения при пожарах проливов ЛВЖ, ГЖ, СПГ, СУГ или при горении ТГМ, изложенный в п.57 и метод расчета интенсивности теплового излучения и времени существования «огненного шара» при пожаре ЛВЖ, ГЖ, СПГ и СУГ в п.58 НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;

д) методика расчета интенсивности теплового излучения при пожарах проливов ЛВЖ, ГЖ, СПГ, СУГ или при горении ТГМ, изложенный в п. В.5.2 и метод расчета интенсивности теплового излучения и времени существования «огненного шара» при пожаре ЛВЖ, ГЖ, СПГ и СУГ в п. В.5.6 СП 12.13130.2009;

е) методика ограничения распространения пожара между зданиями путем обоснования противопожарных расстояний, с учетом влияния теплового потока, представленный в Главе 11 учебника М.Я. Ройтман «Противопожарное нормирование в строительстве», 1985 г. [2];

ж) методика определения интенсивности теплового потока пожара, представленный в разделе 18.7 учебника Ю.А. Кошмарова и М.П. Башкирцева «Термодинамика и теплопередача в пожарном деле» [3].

Анализ существующих расчетных методик управления пожарными рисками при оценке воздействия лучистого тепла на людей и имущество от пожара при горении ЛВЖ, ГЖ, СУГ, СПГ и ТГМ необходимо использовать методику, указанную в ГОСТ 12.1.004-91* «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования», в учебниках и Кошмарова Ю.А., Башкирцева М.П. «Термодинамика и теплопередача в пожарном деле».

Основной механизм распространения пожара заключается в воздействии теплового излучения от факела пламени, образованного горящим объектом. При определении безопасного расстояния необходимо использовать расчетную оценку воздействия теплового потока.

Расчетное количество тепла, передаваемое при пожаре, выражается уравнением лучистого теплообмена между телами, разделёнными прозрачной средой описывается формулой (1):

$$q_{\text{расч}} = \varepsilon_{\text{пр}} \cdot C_0 \cdot \left[\left(\frac{T_{\text{и}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{доп}}}{100} \right)^4 \right] \cdot \varphi_{1-2}, \quad (1)$$

где $T_{\text{и}}$ – температура излучающей поверхности, К;

$T_{\text{доп}}$ – допустимая температура на облучаемой поверхности, К [6];

$\varepsilon_{\text{пр}}$ - приведённая степень черноты системы;

Приведённая степень черноты системы определялась по уравнению (2):

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_{\text{и}}} + \frac{1}{\varepsilon_{\text{обл}}} - 1}, \quad (2)$$

где $\varepsilon_{\text{и}}$ - степень черноты излучающей поверхности;

$\varepsilon_{\text{обл}}$ - степень черноты облучаемой поверхности;

C_0 – коэффициент излучения абсолютно чёрного тела, равный 5,7 Вт/(м² К⁴);

φ_{1-2} - коэффициент облучённости между излучающей и облучаемой поверхностями, в который в неявной форме входит искомое безопасное расстояние r .

При оценке воздействия теплового потока пожара на облучаемую поверхность, лежащей против геометрического центра излучающей поверхности, коэффициент облучённости для одной четвертой части площади поверхности определялся по формуле (3):

$$\varphi_{21} = \frac{1}{2\pi} \cdot \left(\frac{a}{\sqrt{a^2 + r^2}} \cdot \arctg \frac{b}{\sqrt{a^2 + r^2}} + \frac{b}{\sqrt{b^2 + r^2}} \cdot \arctg \frac{a}{\sqrt{b^2 + r^2}} \right), \quad (3)$$

где a – высота излучающей поверхности, м;

b - ширина излучающей поверхности, м;

r – расстояние между геометрическим центром излучающей поверхности, приведенной к форме прямоугольника, и облучаемой сгораемой поверхности, м.

Если облучаемая поверхность расположена перпендикулярно излучающей поверхности, коэффициент облучённости для одной четвертой части площади поверхности определяется по формуле (4):

$$\varphi_{21} = \frac{1}{2\pi} \cdot \left(\arctg \frac{a}{r} - \frac{r}{\sqrt{b^2 + r^2}} \cdot \arctg \frac{a}{\sqrt{b^2 + r^2}} \right), \quad (4)$$

В таких случаях коэффициент облученности между излучающей и облучаемой поверхностями будет равен (5):

$$\varphi_{1-2} = 4 \cdot \varphi_{21}, \quad (5)$$

А в случае если облучаемая поверхность расположена вне центра зоны излучающей поверхности, коэффициент облученности между излучающей и облучаемой поверхностями определяется по формуле (6):

$$\varphi_{1-2} = 2 \cdot \varphi_{21}, \quad (6)$$

Однако, применение расчетной методики для оценки угрозы силам и средствам пожарной охраны невозможно в оперативном режиме и реальной обстановке поскольку:

- требует большого количества время для практического применения;
- требует сбор дополнительных данных о пожароопасных характеристиках излучающей поверхности (вид горючего материала, линейные параметры излучающей поверхности) и облучаемых материалов в виде боевой одежды и пожарной техники [7, 8].

Таким образом, для оперативной оценки безопасной работы сил и средств подразделений пожарной охраны при проведении тренировок, аварийно-спасательных работ и организации тушения пожаров РТП необходимо разработать методику, учитывающую все расчетные и пожароопасные параметры для проведения оценки риска.

Для обеспечения безопасной работы пожарных подразделений требуется расчетное определение минимальных расстояний от факела пламени пожара до позиций ствольщиков и мест установки пожарной техники с учетом воздействия критических значений лучистого теплового потока.

Проведенный анализ расчетных оценок воздействия теплового потока для риска причинения вреда при пожаре позволил их обобщить и разработать методику для оценки угрозы риска подразделениям пожарной охраны.

Для его практической реализации методики необходимо решить следующие задачи:

- 1) установить вид излучающей поверхности:
 - а) проем;
 - б) здание.
- 2) установить вид горящего материала:
 - а) твердо горючий материал (ТГМ);
 - б) ЛВЖ, ГЖ;
 - в) сжиженного углеводородного газа (СУГ), сжиженного природного газа (СПГ).
- 3) выбрать вид облучаемой поверхности:
 - а) личный состав;
 - б) пожарная техника.
- 4) выбрать пожароопасный облучаемый материал:
 - а) Резина;
 - б) Стеклопластик;
 - в) ЛВЖ, ГЖ;
 - г) боевая одежда пожарного (БОП);
 - д) специальная защитная одежда пожарного от повышенных тепловых воздействий (СЗО ПТВ);
 - е) специальная защитная одежда пожарного изолирующего типа (СЗО ИТ).
- 5) выбрать расположение облучаемого материала относительно излучающей поверхности:
 - а) по центру;
 - б) перпендикулярно;
 - в) вне центра зоны.
- 6) проведение расчетной оценки по определению безопасного расстояния;
- 7) обоснование безопасного доступа личного состава и пожарной техники подразделений пожарной охраны.

Информационно-аналитическая поддержка принятия управленческого решения на основе применения расчетной оценки угрозы риска подразделениям пожарной охраны при организации тушения пожаров позволит должностным лицам установить безопасное месторасположение сил и средств пожарной охраны для подачи средств пожаротушения к очагу пожара. А также позволит повысить эффективность при организации деятельности за соблюдением требований охраны труда сотрудниками ФПС МЧС России и выбора обоснованного и безопасного доступа личного состава и пожарной техники подразделений пожарной охраны к очагу пожара [9].

Список источников

1. Волошенко А.А. Оперативная оценка угрозы личному составу пожарно-спасательных подразделений от теплового потока при тушении пожар [Текст] / В.И. Козлачков, А.А. Волошенко // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение и ликвидация. – 2017. – № 4. – С. 50–55. DOI 10.25257/FE.2017.4.50-55
2. Ройтман М.Я. Противопожарное нормирование в строительстве. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1985.
3. Кошмаров Ю.А., Башкирцев М.П. Термодинамика и теплопередача в пожарном деле. – М.: ВИПТШ МВД СССР, 1987.
4. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара.- М.: Стройиздат, 1987.- 288 с.:ил.
5. Терещев В.В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. – ИБС-Холдинг, 2005. – 248 с., ил. – (Пожарная тактика).
6. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч.1. – 713 с.
7. Волошенко А.А., Разработка оценки безопасных зон работы при тушении пожара подразделений федеральной противопожарной службы / А.А. Волошенко // сб. материалов международной заочной научно-практической конференции «Технологии ликвидации чрезвычайных ситуаций». – Минск, 28 мая 2021, Государственное учреждение образования «Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь». Минск: УГЗ, 2021. – 206 с. ISBN 978-985-590-124-3.
8. Волошенко А.А., Чередников Г.А. Расчетная оценка угрозы подразделениям пожарной охраны при организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ. Сборник тезисов работ участников XVI Всероссийского конкурса молодежи образовательных и научных организаций на лучшую работу «Моя законотворческая инициатива» (II том) / Под ред. А. А. Румянцев, Е. А. Румянцевой. – М.: НС «ИНТЕГРАЦИЯ», 2021. – 246 с.
9. Шарафутдинов А.А., Хафизов Ф.Ш., Кудрявцев А.А., Каримов Р.Р. Применение автоматизированной системы связи и оперативного управления подразделениями пожарной охраны государственной противопожарной службы при тушении крупных пожаров // нефтегазовое дело. 2015. №1. С. 345-363. Режим доступа: <http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/12015/ogbus12015>. DOI: 10.17122/ogbus-2015-1-345-363

УДК 614.8

ББК 30ф

ГРНТИ 81.01.07

Николай Сергеевич ВОРОБЬЕВ¹, Владимир Васильевич ТЕРЕБНЕВ²

¹Главное управление МЧС России по Калужской области, г. Калуга, Россия
(nicolas.inbox@mail.ru, SPIN 8036-1807, ID: 1210325)

²ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (terebnev_v@mail.ru, SPIN: 4663-8674, ID: 449807)

Оценка расходования запаса воздуха при работе в дыхательных аппаратах со сжатым воздухом

Аннотация: В статье приведен обзор литературных источников по совершенствованию способов работы в дыхательных аппаратах. Проведено исследование по определению времени работы в дыхательных аппаратах со сжатым воздухом в различных базовых условиях. Выполнен анализ статистических закономерностей полученных данных. Дана оценка основным способам перемещения и статическим положениям по ряду параметров.

Ключевые слова: Техника дыхания, дыхательный аппарат, расход воздуха, пожарная охрана

Assessment of air reserve consumption when working in breathing apparatus with compressed air

Annotation: The article provides an overview of literature sources on improving the ways of working in breathing apparatus. A study was conducted to determine the operating time in breathing apparatus with compressed air in various basic conditions. The analysis of statistical regularities of the obtained data is carried out. The assessment of the main methods of movement and static positions on a number of parameters is given.

Keywords: Breathing technique, breathing apparatus, air consumption, fire protection

В последние годы вопрос выживаемости газодымозащитников на пожарах становится все более актуальным, в целом, в профессиональном сообществе повышается интерес к культуре безопасности, что положительно сказывается на развитии пожарного дела. Одной из самых сложных и опасных в деятельности пожарных является работа в непригодной для дыхания среде. Она всегда сопряжена с наличием смертельно-опасной среды, неизвестностью и ограниченностью тактических возможностей [1]. Под тактическими возможностями, в данном случае, подразумевается: оснащение, экипировка, запас воздуха и умение всем этим пользоваться. И если со средой и неизвестностью мы можем работать только непосредственно на месте пожара, то тактические возможности возможно улучшить до выезда на пожар, поэтому, наша задача максимально подготовиться.

На тему изучения и совершенствования работы в дыхательных аппаратах в нашей стране проведены некоторые исследования. В статье [2] рассмотрены варианты дыхательных техник, наиболее предпочтительным, по мнению автора, считается выполнение «неполного вдоха», позволяющая увеличить время защитного действия дыхательного аппарата со сжатым воздухом в 2,8 раза. В статье [3] предложена методика «10 очков», применение которой, по утверждению автора, позволяет «продлить» время защитного действия дыхательного аппарата со сжатым воздухом до 15 минут на запасе в 10 кгс/см². Техника «неполного вдоха» и упражнение «10 очков» основаны на минимизации двигательной активности и систематического чередования вдохов, выдохов и пауз между ними, что позволяет добиться более оптимального извлечения организмом кислорода из дыхательной смеси. Советским ученым К.П. Бутейко разработана концепция [4], в которой утверждается, что углубление дыхания не ведет к увеличению кислорода в клетках нашего организма, предложена методика уменьшения глубины дыхания при сохранении ощущения недостатка воздуха при дыхании. Пожарными в работу могут быть приняты приведенные выше и иные техники, так как преимуществом в непригодной для дыхания среде скорее выступит рациональное использование меньшего запаса воздуха, нежели беспорядочное неуправляемое его израсходование в большем количестве.

Работа газодымозащитника предполагает постоянное совершенствование навыков работы с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения: будь то поиск и спасение пострадавших, продвижение к очагу пожара или выполнение специальных работ. Выполняя какие-либо действия, газодымозащитник затрачивает некоторое количество запаса воздуха из баллона, при этом перечень или комбинация

факторов, влияющих на расход воздуха, достаточно разнообразны: антропометрические данные, возраст, психическое состояние, натренированность, утомленность газодымозащитника, интенсивность воздействия опасных факторов пожара, дефицит времени, ресурсов и многие другие. Все эти параметры достаточно индивидуальны и для выработки каких-то общих рекомендаций требуется проведение масштабных исследований.

Следуя принципу «от простого к сложному» рассмотрена группа газодымозащитников, проведена оценка расходования запаса воздуха в статических положениях и при движении различными способами, определены математические зависимости.

Условия проведения эксперимента

Эксперимент проводился в летнее время, на базе действующих пожарно-спасательных подразделений во время боевого дежурства. Экипировка звена газодымозащитной службы: боевая одежда пожарного, дыхательный аппарат со сжатым воздухом в однобаллонном исполнении, сапоги пожарного, средства защиты рук пожарного, пояс пожарного, шлем (каска) пожарного, подшлемник.

Замер расхода воздуха вычислялся следующим образом: после включения в ДАСВ по манометрам фиксировался остаток давления воздуха в баллоне каждого газодымозащитника. Снижение давления отслеживалось по показаниям манометров ДАСВ. В статическом положении замеры проводились после 5 минут (по секундомеру) нахождения в каждом положении при смене на другое положение, а при перемещении, после каждого способа газодымозащитники выключались из ДАСВ и устанавливался перерыв не менее 5 минут.



Рисунок 1. Выполнение практической части эксперимента

Входные данные для проведения эксперимента приведены в таблице № 1.

Таблица № 1

ПСЧ	ФИО исполнителя	Возраст, лет	Рост, см	Вес, кг	Показания манометра начало/окончание, кгс/см ²								
					В статическом положении						При перемещении		
					лежа на животе	лежа на боку, вытянув ноги	лежа в позе эмбриона	сидя, вытянув ноги	сидя, обхватив руками колени	стоя	в полный рост	«пистолетиком»	ползком
1	Карпухин А.И.	36	178	83	290/269	269/255	255/245	245/230	230/220	220/210	210/185	185/157	157/131
1	Стародубцев М.В.	27	186	74	265/255	255/250	250/240	240/231	231/225	225/219	219/195	195/167	167/134
1	Голофасев А.В.	25	184	70	280/265	265/258	258/249	249/238	238/225	225/215	215/190	190/158	158/120
1	Сучков Д.С.	20	178	67	267/252	252/245	245/233	233/222	222/210	210/200	200/180	180/145	145/108
1	Аннинков И.В.	31	185	85	275/259	259/250	250/240	240/229	229/218	218/195	195/174	174/145	145/115
3	Шустов А.А.	27	183	90	295/275	275/260	260/250	250/235	235/215	215/200	200/180	180/135	135/90
3	Борисов И.М.	30	180	100	290/260	260/240	240/225	225/200	200/180	180/160	160/140	140/90	90/30
3	Иваненко В.Р.	24	180	70	290/260	260/245	245/230	230/215	215/200	200/190	190/165	165/130	130/85
9	Гасанов А.М.	29	170	72	290/268	268/255	255/249	249/238	238/221	221/211	211/190	190/149	149/105
9	Пахимов А.С.	26	176	83	270/250	250/240	240/230	230/218	218/208	208/195	195/172	172/131	131/90
9	Малов Д.А.	46	175	71	270/245	245/230	230/219	219/205	205/197	197/187	187/165	165/137	137/99
9	Рожков Е.С.	27	177	68	290/272	272/260	260/250	250/241	241/231	231/212	212/197	197/155	155/140
9	Ежов Е.Ю.	34	178	82	270/245	245/231	231/219	219/209	209/192	192/182	182/160	160/109	109/60
12	Зверев И.С.	23	183	83	278/255	255/240	240/230	230/220	220/212	212/200	200/180	180/135	135/85
12	Сарайкин И.В.	21	183	79	265/230	230/218	218/210	210/200	200/190	190/178	178/148	148/100	100/60
12	Васютин С.И.	28	160	63	278/265	265/255	255/245	245/235	235/225	225/220	200/198	198/150	150/110
12	Лемешкин И.А.	29	188	82	277/250	250/240	240/230	230/220	220/205	205/200	200/172	172/140	140/90
12	Воронин В.В.	49	170	82	280/255	255/245	245/226	226/205	205/196	196/185	185/160	160/110	110/60
55	Седов Д.Ю.	30	169	90	265/235	235/220	220/205	205/190	190/180	180/162	162/140	140/82	82/40
55	Кузнецов Д.А.	29	180	92	269/242	242/231	231/219	219/210	210/193	193/181	181/162	162/112	112/60
55	Фокин С.В.	28	184	85	281/255	255/250	250/240	240/235	235/220	220/213	213/198	198/152	152/89
55	Садчиков И.А.	27	180	80	280/255	255/241	241/230	230/220	220/210	210/200	200/185	185/140	140/90
55	Каинов А.А.	22	174	78	260/230	230/215	215/209	209/200	200/190	190/183	183/165	165/125	125/94
СПСЧ	Порман Е.Ю.	37	176	72	265/250	250/240	240/230	230/220	220/210	210/200	200/180	180/145	145/125
СПСЧ	Климов В.В.	25	169	70	275/260	260/250	250/240	240/230	230/220	220/210	210/190	190/159	159/130

Результаты проведения практической части эксперимента приведены в таблице № 2.

Таблица № 2

ПСЧ	ФИО исполнителя	Возраст, лет	Рост, см	Вес, кг	Затрачено воздуха, кгс/см ²								
					В статическом положении						При перемещении		
					лежа на животе	лежа на боку, вытянув ноги	лежа в позе эмбриона	сидя, вытянув ноги	сидя, обхватив руками колени	стоя	в полный рост	«пистолетиком»	ползком
1	Карпухин А.И.	36	178	83	21	14	10	15	10	10	25	28	26
1	Стародубцев М.В.	27	186	74	10	5	10	9	6	6	24	28	33
1	Голофаев А.В.	25	184	70	15	7	9	11	13	10	25	32	38
1	Сучков Д.С.	20	178	67	15	7	12	11	12	10	20	35	37
1	Аннинков И.В.	31	185	85	16	9	10	11	11	23	21	29	30
3	Шустов А.А.	27	183	90	20	15	10	15	20	15	20	45	45
3	Борисов И.М.	30	180	100	30	20	15	25	20	20	20	50	60
3	Иваненко В.Р.	24	180	70	30	15	15	15	15	10	25	35	45
9	Гасанов А.М.	29	170	72	22	13	6	11	17	10	21	41	44
9	Пахимов А.С.	26	176	83	20	10	10	12	10	13	23	41	41
9	Малов Д.А.	46	175	71	25	15	11	14	8	10	22	28	38
9	Рожков Е.С.	27	177	68	20	12	10	9	10	19	15	42	15
9	Ежов Е.Ю.	34	178	82	25	14	12	10	17	10	22	51	49
12	Зверев И.С.	23	183	83	23	15	10	10	8	12	20	45	50
12	Сарайкин И.В.	21	183	79	35	12	8	10	10	12	30	48	40
12	Васютин С.И.	28	160	63	13	10	10	10	10	5	22	48	40
12	Лемешкин И.А.	29	188	82	22	10	10	10	15	5	28	32	50
12	Воронин В.В.	49	170	82	25	10	19	21	9	11	15	50	50
55	Седов Д.Ю.	30	169	90	30	15	15	15	10	18	22	58	42
55	Кузнецов Д.А.	29	180	92	27	11	12	9	17	12	19	50	52
55	Фокин С.В.	28	184	85	26	5	10	5	15	7	15	46	63
55	Садчиков И.А.	27	180	80	25	14	11	10	10	10	15	45	50
55	Каинов А.А.	22	174	78	30	15	6	9	10	7	18	40	31
СПСЧ	Порман Е.Ю.	37	176	72	15	10	10	10	10	10	20	35	20
СПСЧ	Климов В.В.	25	169	70	15	10	10	10	10	10	20	31	29

Анализ статистических закономерностей вариационных рядов

На примере статистической выборки в положении «лежа на животе» рассмотрим статистические закономерности этого вариационного ряда.

Определим относительные частоты для каждого измерения по формуле:

$$\omega_i = \frac{n_i}{n}, \text{ где}$$

n_i – величина расхода запаса воздуха i -го измерения;

n – общее количество израсходованного воздуха в выборке.

Для полученных в результате вычислений значений ω_i должно выполняться соотношение:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i = 1$$

Вычисляем накопленные частоты для вариационного ряда по формуле:

$$V = \frac{n_1 + n_2}{n}$$

Перечень различных значений расхода воздуха, каждому из которых поставлено в соответствие значение частоты n_i и частности ω_i , образует дискретный вариационный ряд, представленный в таблице № 3:

Таблица № 3

Лежа на животе			
x_i	n_i	n_i/n	$(n_1+n_2)/n$
1	21	0,037838	0,0378378
2	10	0,018018	0,0558559
3	15	0,027027	0,0828829
4	15	0,027027	0,1099099
5	16	0,028829	0,1387387
6	20	0,036036	0,1747748
7	30	0,054054	0,2288288
8	30	0,054054	0,2828829
9	22	0,03964	0,3225225
10	20	0,036036	0,3585586
11	25	0,045045	0,4036036
12	20	0,036036	0,4396396
13	25	0,045045	0,4846847
14	23	0,041441	0,5261261
15	35	0,063063	0,5891892
16	13	0,023423	0,6126126
17	22	0,03964	0,6522523
18	25	0,045045	0,6972973
19	30	0,054054	0,7513514
20	27	0,048649	0,8
21	26	0,046847	0,8468468
22	25	0,045045	0,8918919
23	30	0,054054	0,9459459
24	15	0,027027	0,972973
25	15	0,027027	1
Σ	555	1	-

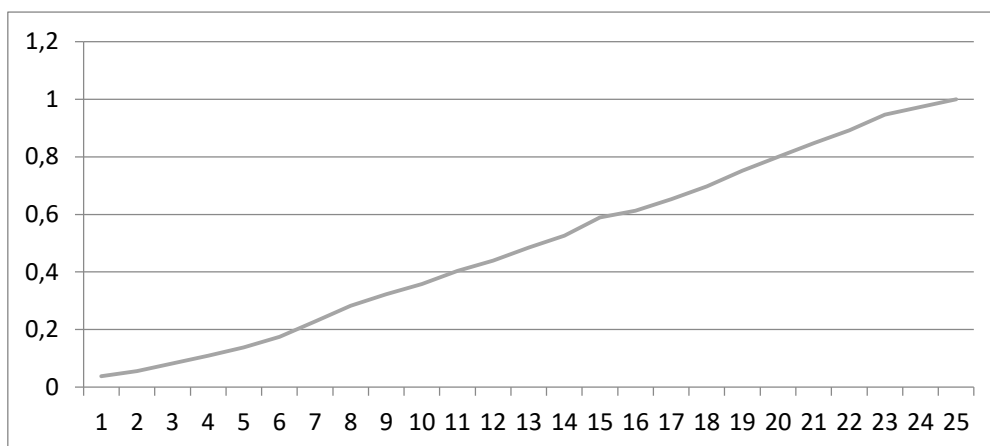


Рисунок 2. График эмпирической функции распределения выборки

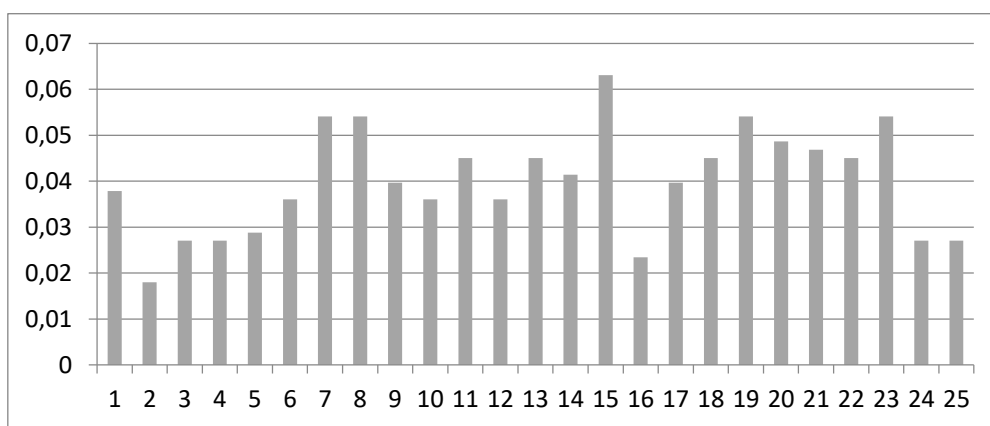


Рисунок 3. Гистограмма вариационного ряда

Определим статистические характеристики данного вариационного ряда. Находим среднее значение расхода воздуха при выполнении упражнения:

$$\bar{x} = \frac{\sum^n i \cdot n_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{1 \cdot 10 + 1 \cdot 13 + 4 \cdot 15 + 1 \cdot 16 + 3 \cdot 20 + 1 \cdot 21 + 2 \cdot 22 + 1 \cdot 23 + 4 \cdot 25 + 1 \cdot 26 + 1 \cdot 27 + 4 \cdot 30 + 1 \cdot 35}{555} = 22,2$$

Находим дисперсию вариационного ряда:

$$\sigma^2 = \frac{\sum^n n \cdot i^2}{N} - \bar{x}^2$$

$$\sigma^2 = \frac{10^2 + 13^2 + 15^2 \cdot 4 + 16^2 + 20^2 \cdot 3 + 21^2 + 22^2 + 23^2 + 25^2 \cdot 4 + 26^2 + 27^2 + 30^2 \cdot 4 + 35^2}{555} - 22,2^2 = 40,5$$

Находим среднее квадратическое отклонение:

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{40,5} = 6,36$$

Аналогичным способом рассмотрены выборки в положениях: «лежа на боку, вытянув ноги», «лежа в позе эмбриона», «сидя, вытянув ноги», «сидя, обхватив ноги руками», «стоя», при перемещении «в полный рост», «пистолетиком», «ползком».

Результаты занесены в таблицу № 4:

Таблица № 4

Показатель	лежа на животе	лежа на боку, вытянув ноги	лежа в позе эмбриона	сидя, вытянув ноги	сидя, обхватив руками колени	стоя	в полный рост	«тистоло-тиком»	ползком
Ср. значение	22,2	11,72	10,84	11,88	12,12	11,4	21,08	40,52	40,72
Дисп. выборки	40,5	12,96	7,89	17,11	14,52667	20,66667	14,91	75,84333	133,3767
Ср. кв. откл.	6,363961	3,6	2,808914	4,136424	3,811386	4,546061	3,861347	8,708808	11,54888

Проверка двух выборочных дисперсий на однородность

Две выборочные дисперсии называются однородными если они являются оценками одной и той же дисперсии. Таким образом, однородность выборочных дисперсий означает, что между ними нет существенного различия [5].

Выполняем проверку гипотезы об однородности двух выборочных дисперсий по критерию Фишера.

Определяем расчетный критерий Фишера по формуле:

$$F_{\text{расч}} = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}$$

В ходе проведения расчетов обязательным условием является то, что в числителе всегда берется большая из дисперсий.

$$F_{\text{расч}} = \frac{40,5}{12,96} = 3,13$$

Определяем число степеней свободы f_1 первой и f_2 второй выборки:

$$f_1 = n_1 - 1$$

$$f_2 = n_2 - 1$$

где n_1 и n_2 – число наблюдений в первой и второй выборках соответственно.

$$f_1 = f_2 = 25 - 1 = 24$$

Задаемся уровнем значимости $\alpha = 0,95$.

Далее, выбираем значение табличного критерия Фишера (приложение 5 [5]).

Методом интерполяции определяем значение $F_{\text{таб}} = 1,994$

Сравниваем $F_{\text{таб}}$ и $F_{\text{расч}}$:

$F_{\text{таб}} = 1,994 < F_{\text{расч}} = 3,13$. Вывод: дисперсии не однородны.

Аналогичным способом проверяем между собой все полученные дисперсии вариационных рядов.

В случаях, когда по критерию Фишера дисперсии однородны, сравниваем значения двух выборочных средних по критерию Стьюдента.

Определяем расчетный критерий Стьюдента на примере сравнения выборок «лежа на боку, вытянув ноги» и «лежа в позе эмбриона»:

$$t_{\text{расч}} = \frac{|\bar{y}_1 - \bar{y}_2|}{\sqrt{\bar{\sigma}^2 \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

где: $\bar{y}_1$ – среднее значение измеряемой величины первой выборки;

$\bar{y}_2$ – среднее значение измеряемой величины второй выборки;

n_1 – количество измеряемых величин в первой выборке;

n_2 – количество измеряемых величин во второй выборке;

$\bar{\sigma}^2$ – средняя дисперсия двух выборок, которая определяется по формуле:

$$\overline{\sigma}^2 = \frac{\sigma_1^2 \cdot f_1 + \sigma_2^2 \cdot f_2}{f_1 + f_2}$$

где: σ_1^2 – дисперсия первой выборки;

σ_2^2 – дисперсия второй выборки.

$$\overline{\sigma}^2 = \frac{12,96 \cdot 24 + 7,89 \cdot 24}{24 + 24} = 10,425$$

$$t_{\text{расч}} = \frac{|11,72 - 10,84|}{\sqrt{10,425} \cdot \sqrt{\frac{1}{25} + \frac{1}{25}}} = 0,96$$

Задаемся уровнем значимости $\alpha = 0,95$.

Далее, выбираем значение табличного критерия Стьюдента (приложение 6 [5]).

Методом интерполяции определяем значение $t_{\text{таб}} = 2,0176$.

Сравниваем $t_{\text{таб}}$ и $t_{\text{расч}}$:

$t_{\text{таб}} = 2,0176 > t_{\text{расч}} = 0,96$. Вывод: $\overline{y}_1$ и $\overline{y}_2$ являются оценками одного и того же генерального среднего (математического ожидания), а значит, расхождения между ними не существенно.

Аналогичным способом проведено сравнение всех дисперсий, являющихся однородными по критерию Фишера. Результат занесен в таблицу № 5:

Таблица № 5

	Среднее значение	Дисперсия выборки	Ср. квадр. отклонение	Лежа на животе	Лежа на боку, вытянув ноги	Лежа в позе эмбриона	Сидя, вытянув ноги	Сидя, обхватив руками колени	Стоя	В полный рост	«Пистолетиком»	Ползком	
Лежа на животе	22,20	40,50	6,36		3,13	5,13	2,37	2,79	1,96	2,72	1,87	3,29	$F_{\text{расч}}$
									6,90		8,49		$t_{\text{расч}}$
Лежа на боку, вытянув ноги	11,72	12,96	3,60			1,64	1,32	1,12	1,59	1,15	5,85	10,29	$F_{\text{расч}}$
						0,96	0,15	0,38	0,28	8,86			$t_{\text{расч}}$
Лежа в позе эмбриона	10,84	7,89	2,81				2,17	1,84	2,62	1,89	9,61	16,90	$F_{\text{расч}}$
								1,35		10,72			$t_{\text{расч}}$
Сидя, вытянув ноги	11,88	17,11	4,14					1,18	1,21	1,15	4,43	7,80	$F_{\text{расч}}$
								0,21	0,39	8,13			$t_{\text{расч}}$
Сидя, обхватив руками колени	12,12	14,53	3,81						1,42	1,03	5,22	9,18	$F_{\text{расч}}$
									0,66	8,26			$t_{\text{расч}}$
Стоя	11,40	20,67	4,55							1,39	3,67	6,45	$F_{\text{расч}}$
										4,93			$t_{\text{расч}}$
В полный рост	21,08	14,91	3,86								5,09	8,95	$F_{\text{расч}}$
													$t_{\text{расч}}$
«Пистолетиком»	40,52	75,84	8,71									1,76	$F_{\text{расч}}$
												0,07	$t_{\text{расч}}$
Ползком	40,72	133,38	11,55										

Зеленым цветом в таблице № 5 выделены значения расчетных параметров, которые оказались меньше табличных, что свидетельствует об однородности выборок. Красным цветом обозначены неоднородные выборки.

Анализируя результаты исследования, можно сделать следующие выводы:

Поза «лежа в позе эмбриона» является наименее затратной в плане расхода воздуха. Выборка имеет самую низкую дисперсию (7,89), что говорит о том, что антропометрические и возрастные данные не оказывают существенного влияния на расход воздуха (в исследовании приняли участие газодымозащитники от 20 до 49 лет, ростом от 160 см до 188 см, весом от 63 кг до 100 кг).

В движении «ползком» расход воздуха был максимален. Большая дисперсия (133,38) говорит о влиянии различных факторов на расход воздуха, что приводит к большому разбросу значений.

Все статические позы в положении лежа, кроме «лежа на животе» показали свою экономичность и значительно друг от друга не отличаются. Поза «лежа на животе» не рекомендована для газодымозащитников, в то же время, как отмечено участниками эксперимента, она достаточно неудобна. Как наиболее удобная отмечена поза «лежа на боку, вытянув ноги». Статическая поза «стоя» имеет близкие значения к горизонтальным положениям, и даже превосходит по экономичности позу «лежа на животе». Но, следует отметить, что после продолжительной работы на пожаре стоять тяжелее, чем лежать.

Способы перемещения «пистолетиком» и «ползком» показали также свою однородность и принадлежность к одному генеральному среднему. Однако, скорость передвижения при этом отличается.

Полученные результаты позволяют сделать выводы по примерной скорости израсходования запаса воздуха, что может оказать поддержку планированию действий при тушении пожара, позволить более точно оценивать ту или иную ситуацию при проведении работ в непригодной для дыхания среде, а также положительно повлиять на принятие решений в экстремальной ситуации по экономии расхода воздуха газодымозащитником.

Список источников

1. Воробьев, Н. С., Касьянов, М. М. Изучение тактических возможностей пожарно-спасательных подразделений как поддержка управления тушением пожаров / Н. С. Воробьев, М. М. Касьянов [Текст] // Материалы международной научно-технической конференции «системы безопасности». — Москва: Академия Государственной противопожарной службы, 2019. — С. 1-3.

2. Бек, А. В., Тербнев, В. В. Техника дыхания как способ продления времени защитного действия дыхательных аппаратов сотрудников аварийно-спасательных формирований при работах в непригодной для дыхания среде / А. В. Бек, В. В. Тербнев [Текст] // Актуальные вопросы пожаротушения: Сборник материалов II всероссийского круглого стола. — Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2022. — С. 152-161.

3. До, В.В. Тренировка суперспособности дышать долго. Игра «10 очков» / До В.В. [Электронный ресурс] // 5nomer.ru: [сайт]. — URL: <https://5nomer.ru2022/03/03/тренировка-суперспособности-дышать/> (дата обращения: 17.07.2023).

4. Малахов Г.П. Метод волевой ликвидации глубокого дыхания по Бутейко / Малахов Г.П. [Электронный ресурс] // ВикиЧтение: [сайт]. — URL: <https://med.wikireading.ru/45494> (дата обращения: 17.07.2023).

5. Тербнев, В. В., Русев, В. Н., Тербнев, А. В. Статистический анализ параметров пожаротушения: Учебное пособие [Текст] / В. В. Тербнев, В. Н. Русев, А. В. Тербнев — Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2016 — 168 с.

ГСНТИ 81.92.17

УДК 614.842

ББК 68.923.1

**Владислав Булатович ГАБДУЛЛИН¹, Андрей Дмитриевич ИЩЕНКО²,
Игорь Васильевич КОРШУНОВ³**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (V.Gabdullin@academygps.ru, SPIN 7332-5899, ID: 1058451);

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (A.Ishchenko@academygps.ru, SPIN 4379-6230, ID: 333466);

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (I.Korshunov@academygps.ru, SPIN 4744-1914, ID: 763354)

Применение устройства непрерывной подачи воздуха к дыхательным аппаратам сжатого воздуха, находящимся в непригодной для дыхания среде

Аннотация. В статье представлен эксперимент по применению устройства непрерывной подачи воздуха к дыхательным аппаратам сжатого воздуха, находящимся в непригодной для дыхания среде. Эксперимент проводился в учебно-тренировочном комплексе «Уголёк».

Ключевые слова: дыхательный аппарат, непригодная для дыхания среда, непрерывность тушения, время защитного действия.

Vladislav B.GABDULLIN¹, Andrey D. ISHCENKO², Igor V. KORSHUNOV³

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Application of a continuous air supply device to compressed air breathing apparatus located in an unsuitable environment for breathing

Abstract. The article presents an experiment on the application of a continuous air supply device to compressed air breathing apparatus located in an unsuitable environment for breathing. The experiment was conducted in the training complex "Coal".

Keywords: breathing apparatus, environment unsuitable for breathing, continuous extinguishing, protective action time.

Как известно, успешное тушение пожаров внутри зданий, в условиях непригодной для дыхания среды (НДС), требует непрерывных действий со стороны звеньев газодымозащитной службы (ГДЗС). Длительность пребывания пожарного в НДС, определяется временем защитного действия средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД). Вполне закономерно заключить, что оно должно превышать время тушения пожара. Это условие должно выполняться при любом пожаре, в особенности на социально-значимых объектах.

Одним из таких объектов является отрасль электроэнергетики. Электроэнергетика — это основа функционирования экономики и жизнеобеспечения. В тоже время — это пожароопасные объекты, где при возникновении пожара внутри здания, создаются максимально сложные условия для оперативной ликвидации пожара имеющимися силами и средствами. Для борьбы с внутренними пожарами используют различные виды СИЗОД (рисунок 1).

История развития устройств для нахождения человека в НДС насчитывает более полутора века [1]. Практически столько же человек пытается привести условия работы в дыхательных аппаратах (ДА) к естественному дыханию, уменьшить все виды нежелательных воздействий на работающего [2-4], в первую очередь, увеличить время защитного действия, не снижая других параметров аппарата, или, другими словами, повысить удельное время защитного действия.

На сегодняшний день, чаще всего для работы в НДС пожарные применяют СИЗОД со сжатым воздухом, в особых случаях, со сжатым кислородом (рисунок 1). Характеристики и особенности приведенных ДА всем известны, так же, как и их время защитного действия при выполнении той или иной работы.

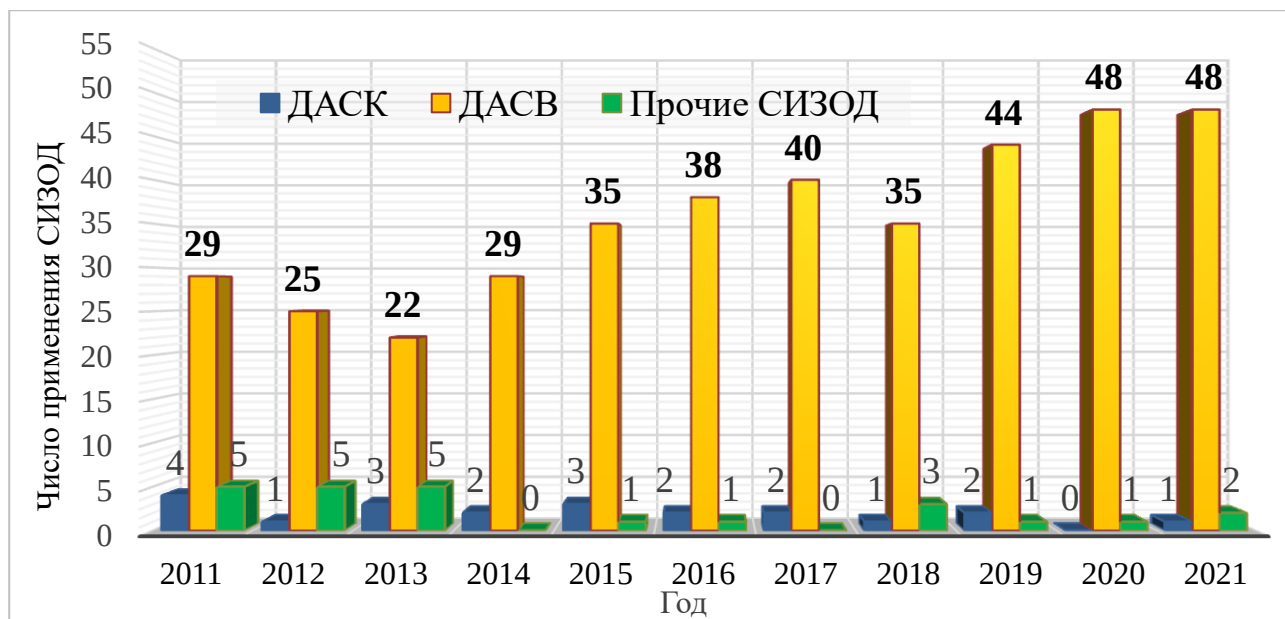


Рисунок 1 – Количество применения различных видов СИЗОД на объектах энергетики в период с 2011 по 2021 год

Рисунок 1 демонстрирует, что подавляющее количество использования СИЗОД ложиться на дыхательные аппараты со сжатым воздухом, которыми оснащены большинство (95%) подразделений пожарной охраны России. В свою очередь, время защитного действия ДАСВ не позволяет вести непрерывную работу в НДС, что было доказано в научной публикации ранее [5].

Для того чтобы решить эту проблему, было разработано устройство непрерывной подачи воздуха к дыхательным аппаратам сжатого воздуха, находящимся в непригодной для дыхания среде (рисунок 2) [6]. Апробация и эффективность использования данного устройства по сравнению с обычными автономными ДА было проведено на Нововоронежской АЭС [7]. Данный эксперимент предполагал условное тушение пожара, без воздействия каких-либо ОФП. Тем самым, требуется проверить устройство в более агрессивной среде.

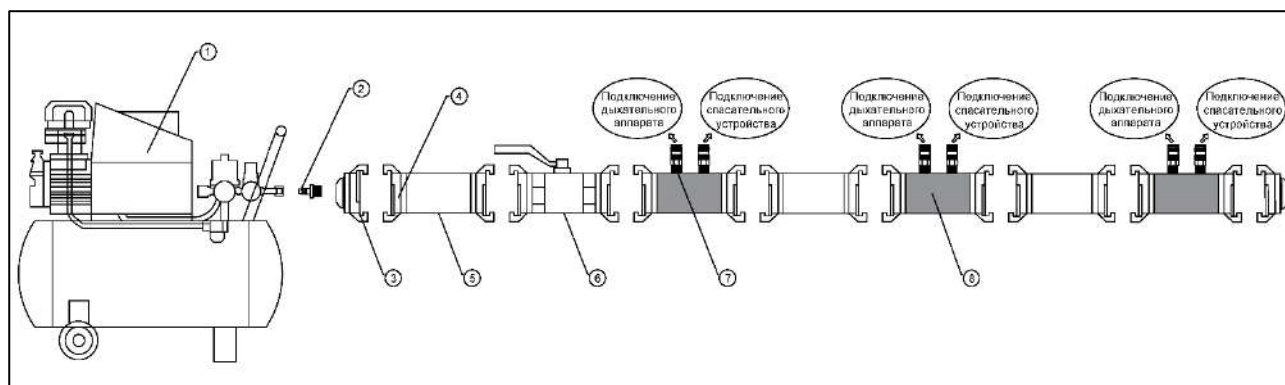


Рисунок 2 – Устройство непрерывной подачи воздуха к дыхательным аппаратам сжатого воздуха, находящимся в непригодной для дыхания среде

Компрессор сжатого воздуха 1; переходное соединение 2; рукавная заглушка 3; соединительная головка 4; пожарный рукав 5; перекрывной кран с соединительными головками 6; быстросъемное соединение 7; вставка (распределитель воздуха) 8.

Для создания агрессивной среды необходимо провести эксперимент по применению устройства при пожаре. Для этих целей был выбран учебно-тренировочный комплекс ПТС «Уголек» (рисунок 3) в загородном-учебном центре «Нагорное» Учебно-тренировочный комплекс предназначен для профессиональной подготовки пожарных и спасателей в

условиях воздействия опасных факторов пожара (ОФП), возникающих при сгорании в топке твердого топлива. Комплекс имеет систему управления, предназначенную для осуществления постоянного контроля за работой тренируемых, поддержания акустической связи, а также осуществления руководства и внесения изменений при выполнении поставленных задач. В нашем случае это НДС для апробации устройства.



Рисунок 3 – учебно-тренировочный комплекс ПТС «Уголёк»

Эксперимент состоял в следующем:

- заполнение рукавной линии сжатым воздухом и проверка работоспособности устройства непрерывной подачи воздуха к дыхательным аппаратам сжатого воздуха, находящимся в непригодной для дыхания среде (рисунок 4);
- формирование очага пожара (рисунок 3);
- включение в дыхательный аппарат и подключение к воздушной линии (рисунок 5);
- проверка работоспособности дыхательного аппарата совместно с воздушной линией;
- вход в НДС и проверка подачи воздуха в систему редуцированного давления;
- нахождение в НДС и анализ работы системы;
- выход из НДС, отключение устройства, выключение из дыхательного аппарата;



Рисунок 4 – Заполнение рукавной линии сжатым воздухом



Рисунок 5 – включение в дыхательный аппарат и подключение к воздушной линии

Рисунок 5 демонстрирует подключение дыхательного аппарата к воздушной линии. На данном этапе подача воздуха от баллона дыхательного аппарата прекращена, воздух поступает в систему редуцированного давления ДА через воздушную линию, фотография справа это доказывает, продемонстрировав нулевое давление в манометре. После подключения ДА к воздушной линии, проверки герметизации системы и ее работоспособности, экспериментатор заходит внутрь учебно-тренировочного комплекса.

Внутри комплекса находится как экспериментатор, так и часть рукава, которая под давлением поднялась вверх и касается потолка. В течении 4 минут экспериментатор дышал и находился внутри без каких-либо затруднений, но касание рукава полотка дало о себе знать. На 5 минуте часть рукава, которая коснулась полотка, прогорела, образовав свищ (рисунок 6), давление в рукавной линии снизилось, и экспериментатор был вынужден покинуть НДС.



Рисунок 5 – Образование свищей в рукавной линии

Таким образом, по результатам эксперимента можно сделать вывод, о том, что свои функции устройство непрерывной подачи воздуха к дыхательным аппаратам сжатого воздуха, находящимся в непригодной для дыхания среде, выполняет на 100%, но работа в ограниченном пространстве, где перегородки или перекрытия нагреты до температуры, которая способна прожечь пожарный рукав невозможна и небезопасна. Тем самым, для полноценного использования устройства, необходимо разработать методы его применения в различных условиях и доработать конструкцию, которая бы позволяла контролировать положение воздушной линии и давление в воздушной линии, для большей безопасности.

Список источников

1. Диденко Н.С. Регенеративные респираторы для горноспасательных работ. 2-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Недра, 1990. - 160 с.: ил.
2. Физиолого-гигиенические требования к изолирующим средствам индивидуальной защиты. - М.: Минздрав СССР, 1981.- 65 с.
3. Чиркунов В.Н., Галкин А.В., Петулько В.А., Акименко О.В. О физиологическом напряжении пожарных, работающих в средствах индивидуальной защиты // Проблемы повышения эффективности пожарной техники: Сб. науч. тр - М., 1988. - С. 93-97.
4. Эргономика: Учебник под редакцией Крылова А.А., Суходольского Г.В. - Л.: Издательство ЛГУ, 1988. - стр.97-104.
5. Габдуллин В.Б, Ищенко А.Д. «Влияние периодов работы звеньев газодымозащитной службы на непрерывность тушения пожара» // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» (<https://academygps.ru/ttb>). Выпуск 1 (87) 2020 г., с. 25-37, DOI: 10.25257/TTS.2020.1.87.25-37.
6. Патент РФ RU 214355 U1. «Устройство непрерывной подачи воздуха к дыхательным аппаратам сжатого воздуха, находящимся в непригодной для дыхания среде» / Габдуллин В.Б, Ищенко А.Д. Заявка. 01.12.2021. Оpubл. 25.10.2022.
7. Габдуллин В.Б «Тактические возможности звеньев газодымозащитной службы при тушении затяжных пожаров на объектах энергетики в условиях непригодной для дыхания среды» // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2022. № 2. С. 100-108. DOI: 10.25257/FE.2022.2.100-108.

ГСНТИ 50.47.02

УДК: 614.842

ББК 34.5-5-05

**Азиз Ахмед-Беширович ГАПЛАЕВ¹, Андрей Владимирович ФЕДОРОВ²,
Заур Леччиевич ХАКИМОВ³**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (95ch.r@mail.ru, SPIN 6878-4794, ID: 1045403)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (fedorov.ppa@ya.ru, SPIN 4679-5637, ID: 635537)

³ ФГБОУ ВО «Грозненский государственный нефтяной технический университет имени академика М.Д. Миллионщикова», Грозный, Россия (deffender_95@mail.ru, SPIN 3540-6580, ID: 635537)

Принципы создания автоматизированной системы управления противопожарной защитой нефтеперерабатывающих производств

Аннотация. В статье представлены принципы построения автоматизированной системы управления противопожарной защитой объектов нефтепереработки и нефтехимии. Представлена схема обобщенной структуры автоматизированной системы управления противопожарной защитой нефтеперерабатывающего завода.

Ключевые слова: автоматизированной системы управления, противопожарная защита, технологическое оборудование, нефтепереработка, нефтехимия, противоаварийная защита, датчики.

Aziz A.B. GAPLAEV¹, Andrey V. FEDOROV², Zaur L. KHAKIMOV³

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ Grozny State Oil Technical University, Grozny, Russia

Principles of creating an automated fire protection control system for oil refineries

Abstract. The article presents the principles of building an automated control system for fire protection of oil refining and petrochemical facilities. The scheme of the generalized structure of the automated fire protection control system of an oil refinery is presented.

Keywords: automated control system, fire protection, technological equipment, oil refining, petrochemistry, emergency protection, sensors.

В основу построения автоматизированной системы управления противопожарной защитой (АСУ ПЗ) положены следующие принципы: системный подход, заключающийся в одновременном проектировании и создании как самого защищаемого объекта, так и взаимосвязанных между собой необходимых подсистем; принципы новых задач и непрерывного развития системы; максимально возможной типизации; единой информационной базы; согласованности пропускных способностей системы. Используя системный подход к решению проблемы, разработаны общесистемные решения, а также структуры организационного, функционального, информационного и технического обеспечения АСУ ПЗ на основе анализа риска опасных производственных объектов [1-4].

Основные понятия, термины и определения разрабатываемой АСУ ПЗ базируются на понятиях, терминах и определениях "Единой системы стандартов АСУ" [5-6].

АСУ ПЗ предназначена для обеспечения эффективного и безаварийного функционирования технологических установок объектов нефтепереработки и нефтехимии путем автоматизированного выполнения функций управления средствами противоаварийной и противопожарной защиты. К технологическому оборудованию, размещенному на промышленной территории, в защищаемых помещениях и аппаратах (резервуарах), относятся: датчики сигнализаторов дозврывоопасных концентраций (СДК), датчики метеопараметров, устройства управления паровыми и водяными завесами, пожарные извещатели, аспирационные и газовые извещатели, видеокамеры, оросители, порошковые и газовые насадки-распылители, трубопроводная арматура, световые, звуковые и речевые оповещатели и т.д. К технологическому оборудованию ПЗ, размещенному в операторских технологических установок, диспетчерских газоспасательного отряда и объектовой пожарной части, станциях пожаротушения, помещениях узлов управления, относятся: вторичные приборы датчиков СДК, приемно-контрольные приборы пожарной сигнализации, щиты управления, пожарные насосы, насосы-дозаторы, контрольно-пусковые устройства, батареи и модули газового и порошкового пожаротушения, устройства отображения и регистрации информации, запорная арматура. К техническим средствам АСУ ПЗ относятся: персональная ЭВМ центрального диспетчера АСУ ПЗ, персональная ЭВМ оператора технологической установки (ТУ), программируемые контроллеры, оборудование ЛВС.

Под технологическим процессом ПЗ понимается: при аварийном образовании зон (полей) взрывоопасных концентраций (ВОК) – обнаружение и оповещение о наличии взрывоопасных смесей в воздухе промышленной территории и рабочей зоны производственных помещений; включение средств защиты и представления информации; прогнозирование опасности аварийных ситуаций, опасности распространения полей ВОК;

обеспечение эвакуации людей; при пожаре - обнаружение и оповещение о пожаре; генерация и транспортирование огнетушащего вещества определенной концентрации за заданное время; обеспечение эвакуации людей; при отсутствии пожара и взрывоопасных смесей в воздухе промышленной территории и рабочей зоны производственных помещений - поддержание технологического оборудования ПЗ в состоянии готовности к обнаружению, оповещению, локализации и тушению пожара и эвакуации людей.

Совокупность технических средств (ТС) и технологического объекта (ТО) ПЗ и управляющей ими АСУ ПЗ образует автоматизированный комплекс противопожарной защиты (АК ПЗ) (рис. 1).

Основные подсистемы автоматизированной системы противопожарной защиты

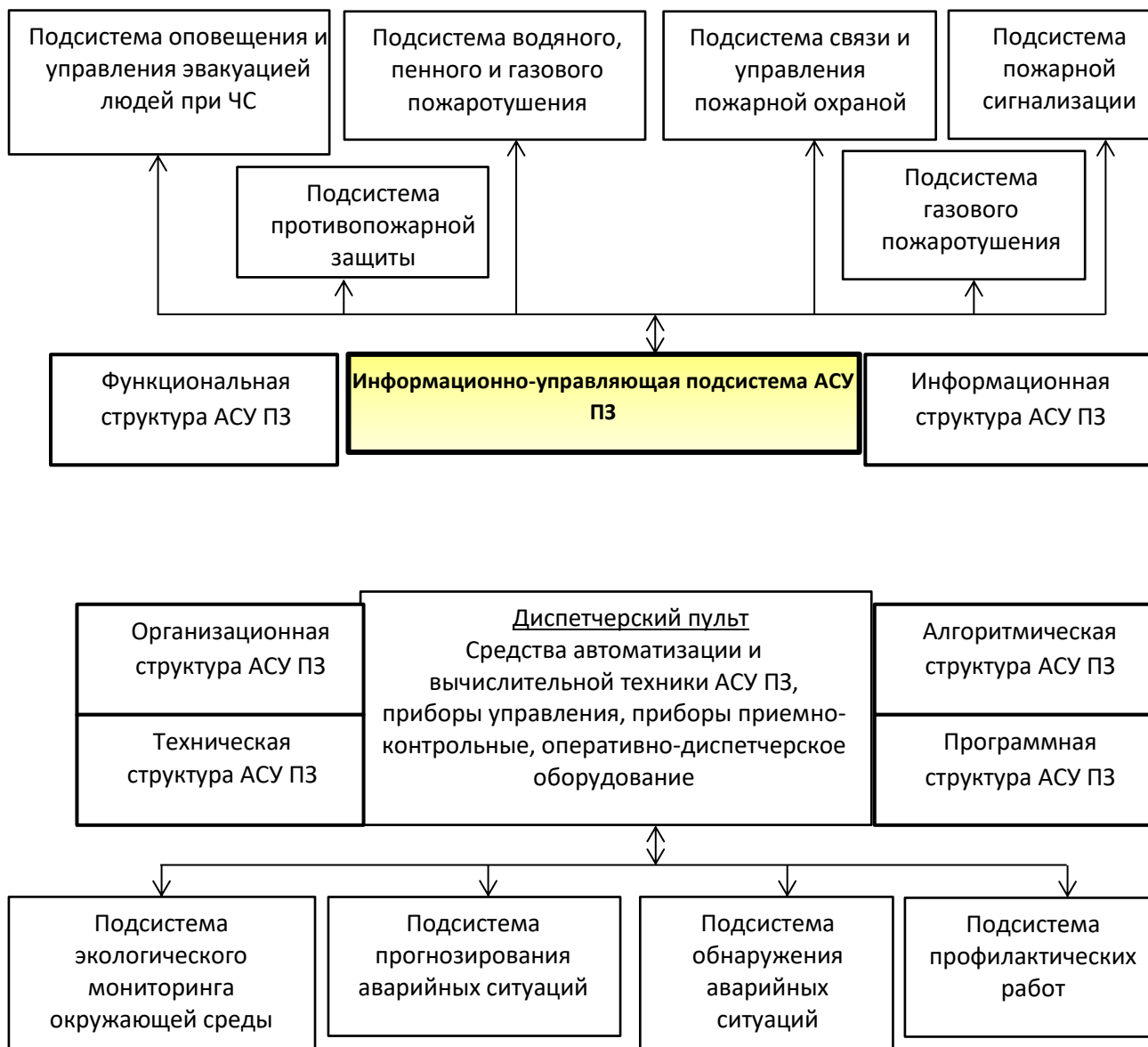


Рисунок 1 - Схема обобщенной структуры АСУ ПЗ нефтеперерабатывающего завода

Список источников

1. Халиков, Р. А. Совершенствование производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности в организациях, эксплуатирующих взрывопожароопасные и химически опасные производственные объекты / Р. А. Халиков, Ю. В. Оськин, К. В. Петров, О. И. Бышева // Экспертиза промышленной безопасности и диагностика опасных производственных объектов. – 2015. – № 4. – С. 164-167.

2. А. Д. Галеев, С. И. Поникаров. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах/ Учебное пособие / Издательство КНИТУ, ISBN 978-5-7882-, Казань-2017 г. –С. 34 [электронный ресурс]. - Режим доступа:<http://www.kstu.ru/servlet/contentblob?id=147513>

3. Абдрахимов, Ю. Р. Повышение безопасности объектов нефтедобычи Ханты-Мансийского автономного округа на стадии выполнения проектных работ /Ю. Р. Абдрахимов, Н. В. Вадулина, Е. В. Журавлева // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. – 2015. – № 2. – С. 421-435.

4. Лебедева, М. И. Аналитический обзор статистики по опасным событиям на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности / М. И. Лебедева, А. В. Богданов, Ю. Ю. Колесников // Технологии техносферной безопасности. – 2013. – № 4(50). – С. 9.

5. Гаплаев, А.А.Б. Автоматизированная система научных исследований технических средств противоаварийной и противопожарной защиты взрывопожароопасных технологических процессов / А.А.Б. Гаплаев, А.В. Федоров, Е.Н. Ломаев, А.Д. Ищенко // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2017. - № 2. – С.46-52.

6. ГОСТ 24.103. Единая система стандартов АСУ. Автоматизированные системы управления. Основные положения.

7. ГОСТ 24.104. Единая система стандартов АСУ. Автоматизированные системы управления. Общие требования.

ГСНТИ 50.47.02

УДК 654.1

ББК 34.5-5-05

Владислав Ярославович ГЛАДЧЕНКО¹, Иван Александрович ОЛЬХОВСКИЙ²

¹ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (vgladchenko01@mail.ru, SPIN 3577-6740)

² ¹ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (250615m@mail.ru , SPIN 4380-8730, ID: 771909)

Создание электронной карты источников наружного противопожарного водоснабжения с применением геоинформационных технологий в Ростовской области

Аннотация: В данной статье будет рассматриваться создание электронной карты источников наружного противопожарного водоснабжения Ростовской области с помощью картографического онлайн приложения NextGIS.

Ключевые слова: пожарное подразделение, автоматизация управления, противопожарное водоснабжение, базы данных, геоинформационные системы.

Vladislav Ya. GLADCHENKO¹, Ivan A. OLKHOVSKIY²

^{1,2} State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Creation of an electronic map of sources of outdoor fire-fighting water supply using geoinformation technologies in the Rostov region

Abstract: This article will consider the creation of an electronic map of the sources of outdoor fire-fighting water supply in the Rostov region using the online cartographic application NextGIS.

Keywords: fire department, control automation, fire water supply, databases, geoinformation systems.

За прошедший год согласно статистике произошло 352509 пожаров, из них на 236896 пожарах первое прибывшее подразделение осуществляло подачу от автоцистерны с помощью так называемого «ствола первой помощи. Таким образом, можно сказать, что в 67% пожаров времени на поиск ближайшего водоисточника нет, что в дальнейшем может привести к нехватке огнетушащего вещества при развитой стадии пожара [1].

Одно из основных направлений деятельности пожарно-спасательного подразделения является работа с источниками наружного противопожарного водоснабжения (ИНППВ). В состав этой работы входят следующие мероприятия:

- учет состояния ИНППВ;
- учет проверок состояния;
- формирование и актуализация планшетов наружного противопожарного водоснабжения.

Выполнение данных мероприятий влияет на своевременную подачу огнетушащего вещества на пожаре руководителем тушения пожара (РТП) [2].

При проведении разведки на пожаре, куда также входит разведка ИНППВ, где используется различная справочная информация, в том числе и планшеты водоисточников. К сожалению, далеко не сразу удастся найти водоисточник по планшету, что сказывается на оперативности и устойчивого водоснабжения на пожаре.

С учётом развития электронно-вычислительных технологий, предлагается разработка электронной карты водоисточников на примере Ростовской области с применением картографического онлайн приложения NextGIS. Множественные функции данного приложения позволяют создать точную карту водоисточников, где с помощью программирования весь процесс внесения изменений будет значительно упрощён [3].

Общий вид карты водоисточников Ростовской области показан на рисунке 1.

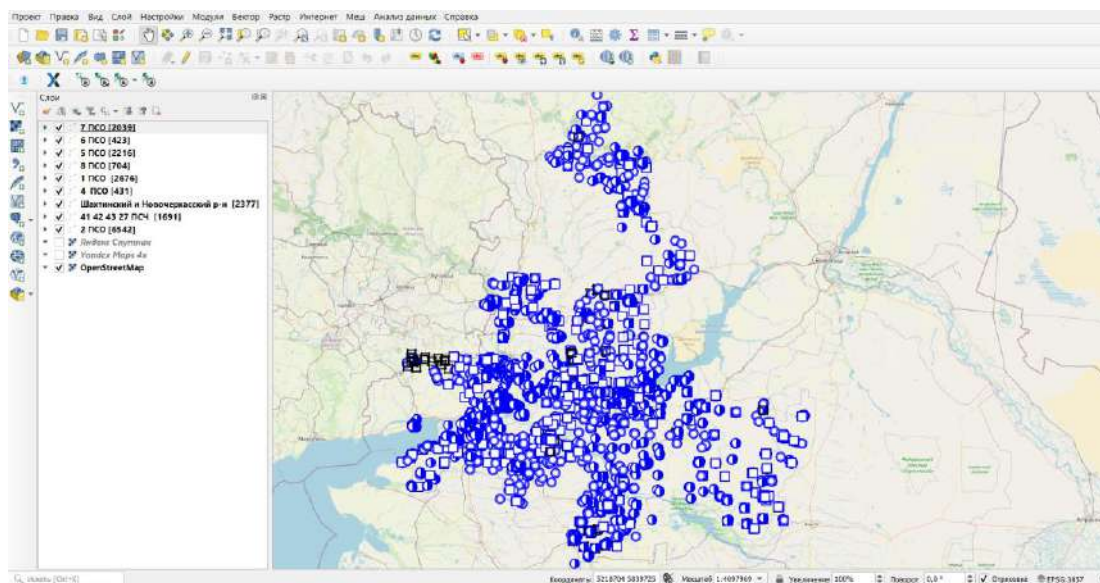


Рисунок 1 – Общий вид карты водоисточников Ростовской области

Слева в окне «Слои» показаны все векторные слои, которые разбиты согласно принадлежности районов к тому или иному подразделению. В квадратных скобках указывается количество объектов. Также в каждом слое есть разделение по типу водоисточников, что так же можно отображать на карте для быстрого обнаружения (рисунок 2).

Для доступа к дополнительной информации, а также для её редактирования, используется таблица атрибутов (рисунок 3). Данная функция позволяет отобразить всю информацию о конкретном водоисточнике, а также при выделении отобразить его на карте для быстрого поиска. При изменении показателей в столбце исправности водоисточника, на карте будет отображаться соответствующий знак водоисточника (синего цвета – исправный, красного цвета – неисправный) [4].

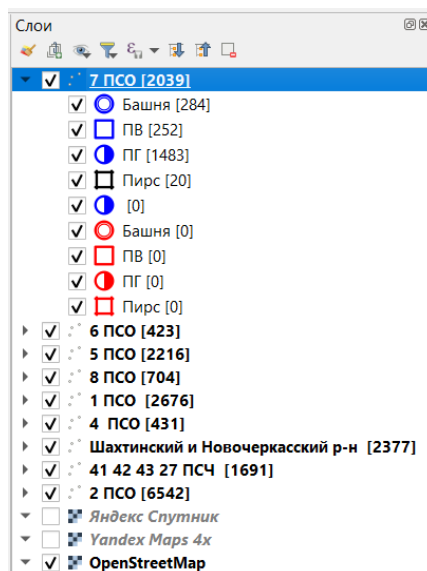


Рисунок 2 – Типы водоисточников в слоях

fid	Name	Тип	description	Исnp.	timestamp	begin	end	altitudeMode	tessellate	extrude
1	Башня-5	Башня	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
2	74 МО К-100	ПГ	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
3	ПВ-15	ПВ	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
4	6 МО К-100	ПГ	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
5	65 МО К-100	ПГ	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
6	Башня-5	Башня	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
7	Башня-5	Башня	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
8	Башня-5	Башня	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
9	Башня-5	Башня	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
10	Башня-5	Башня	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
11	Башня-5	Башня	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
12	55 МО К-100	ПГ	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
13	Башня-5	Башня	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
14	Башня-5	Башня	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
15	Башня-5	Башня	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
16	Башня-5	Башня	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
17	Башня-5	Башня	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
18	70 МО К-100	ПГ	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
19	21 МО К-100	ПГ	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
20	Башня-5	Башня	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	
21	78 МО К-100	ПГ	описание: Аль...	1	<NULL>	<NULL>	<NULL>	<NULL>	-1	

Рисунок 3 – Таблица атрибутов

Данная карта была разработана для служб пожаротушения Ростовской области, руководства пожарно-спасательных отрядов, а так же для Единой диспетчерской службы (ЕДДС) Департамента ГОЧС города Ростова-на-Дону. В дальнейшем планируется создание данной карты в формате Web, для доступа других должностных лиц подразделений пожарной охраны.

Список источников

1. Информационно-аналитический сборник «Пожары и пожарная безопасность в 2022 г. Статистика пожаров и их последствий» ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с;

2. П.А. Осавельюк, О.С. Малютин Работа с источниками наружного противопожарного водоснабжения с применением геоинформационных технологий // Журнал «Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов», № 5, 2016, стр. 274-278;

3. С. В. Гладков, Р. А. Мышкин Автоматизация процессов оперативной и служебной деятельности в подразделениях пожарной охраны // Журнал «Пожарная и аварийная безопасность», № 3(3), 2016, стр. 30-40;

4. О.С. Малютин Тенденции создания ГИС-ориентированных приложений для учёта источников наружного противопожарного водоснабжения // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности», Выпуск № 2 (66), 2016, стр. 134-142.

ГСНТИ 50.43.31

УДК 654.924.5

ББК 30н

Александр Сергеевич ГОРБУНОВ

ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», Железногорск, Россия (gorbunovgps@mail.ru, SPIN 5731-4327, ID: 1077760)

Система обнаружения больших переходных сопротивлений в бытовых электрических розетках

Аннотация. В статье предложена автоматическая система обнаружения больших переходных сопротивлений в бытовых электрических розетках, основанная на датчике цвета и термоиндикаторной наклейке. Данная система позволит повысить пожарную безопасность электросети путем раннего обнаружения аварийного пожароопасного режима работы электросети в виде большего переходного сопротивления.

Ключевые слова: большие переходные сопротивления, система обнаружения, БПС, автоматика, аварийный режим электросети.

Alexander S. Gorbunov

Siberian Fire and Rescue Academy of EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

System for detecting large transient resistances in household electrical outlets

Abstract. The article proposes an automatic system for detecting large transient resistances in household electrical outlets based on a color sensor and a thermal indicator sticker. This system will increase the fire safety of the power grid by early detection of an emergency fire-hazardous mode of operation of the power grid in the form of a greater transient resistance.

Key words: large transient resistances, detection system, LTR, automation, emergency mode of the power grid

По причине нарушения правил эксплуатации электрооборудования и бытовых приборов в жилом секторе ежегодно происходит более 50 тыс. пожаров. За последние 4 года количество пожаров от выключателей, электрических розеток, разветвителей, (удлинителей) выросло почти в 2 раза и составляет около 10 % от общего числа пожаров по причине нарушений правил устройства и эксплуатации электрооборудования (рисунок 1) [1].

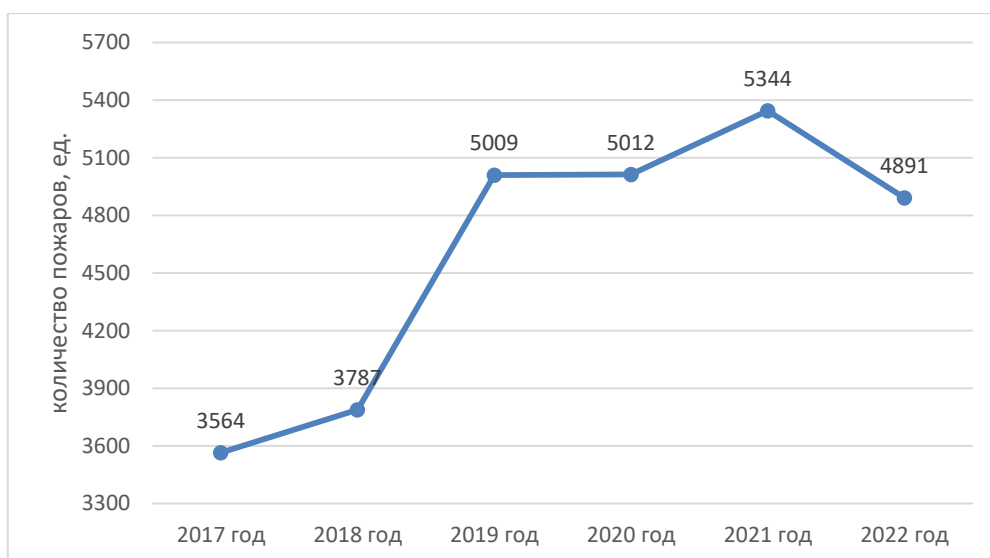


Рисунок 1 – Пожары от электрических выключателей, вилок, розеток, разветвителей за 2017-2022 гг.

Основным аварийным режимом работы в электрических розетках являются большие переходные сопротивления (далее БПС). Обнаружение данного пожароопасного аварийного режима заключается в контроле определенных параметров, в том числе одним из основных является температура поверхности. Существующие системы предотвращения пожара либо не способны обнаружить плохой контакт или имеют ряд ограничений и недостатков. Основным способом обнаружения БПС является контроль термосистемой. Существующие на сегодняшний день системы основаны либо на выделении газа от термонаклеек, либо контроль температуры с помощью телевизионных систем инфракрасного излучения или термопар [2,3,4].

Существует большое разнообразие термоиндикаторных наклеек, которые при воздействии температуры меняют свой цвет. Для выявления БПС используют необратимые (одноразовые) термоиндикаторы. На рынке имеются различного типа и для различного диапазона температур термоиндикаторные наклейки, в том числе и обратимые, которые восстанавливают свой исходный цвет при уменьшении заданной температуры. На рисунке 2 представлены многоразовые, на основе технологии жидких кристаллов, термоиндикаторы для различных температур. Для фиксации температуры предлагается использовать термоиндикаторную наклейку на 90 °С, в связи с показателями пожарной опасности веществ и материалов, которые могут располагаться в непосредственном контакте с нагретыми поверхностями и ГОСТ 30988.1-2020 «Соединители электрические штепсельные бытового и аналогичного назначения. Часть 1. Общие требования и методы испытаний».



Рисунок 2 – Вид индикаторных наклеек

В связи с тем, что наклейка изменяет свой цвет при достижении определенной температуры, имеется возможность регистрировать данное изменение с помощью датчиков измерения цвета.

Датчик цвета это цифровой датчик, который может определять цвет или фиксировать его изменение, основанный на светодиоде и матрице фотодиодов [5]. Далее с помощью микропроцессора возможно задать различные действия, такие как оповещение, отключение электроэнергии и другое, при необходимости, в том числе взаимодействие с пожарной системой сигнализации. Наличие микропроцессора позволяет минимизировать ложные срабатывания, в связи с программированием на сработку только на определённый цвет термоиндикатора в системе RGB. Компактные размеры позволяют разместить и термоиндикаторную наклейку на контактной пластине (рисунок 3), так и датчик цвета с процессором в корпусе электрической розетки (рисунок 4).

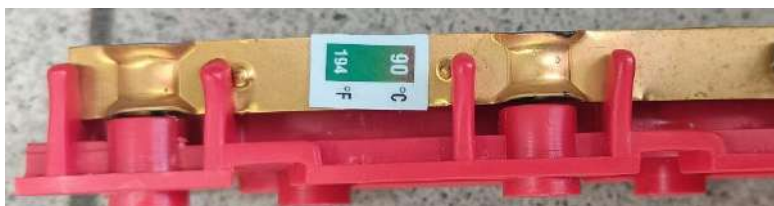


Рисунок 3 – Размещение термоиндикаторной наклейки на контактной пластине

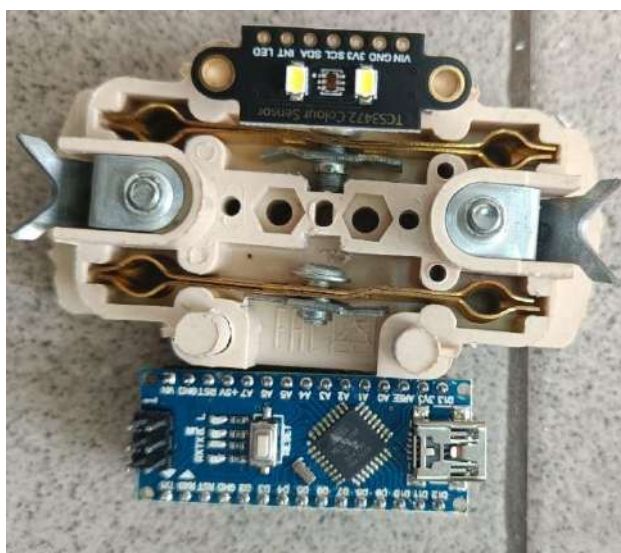


Рисунок 4 – Размещение микроконтроллера и датчика цвета в корпусе розетки

Схема устройства представлена на рисунке 5.

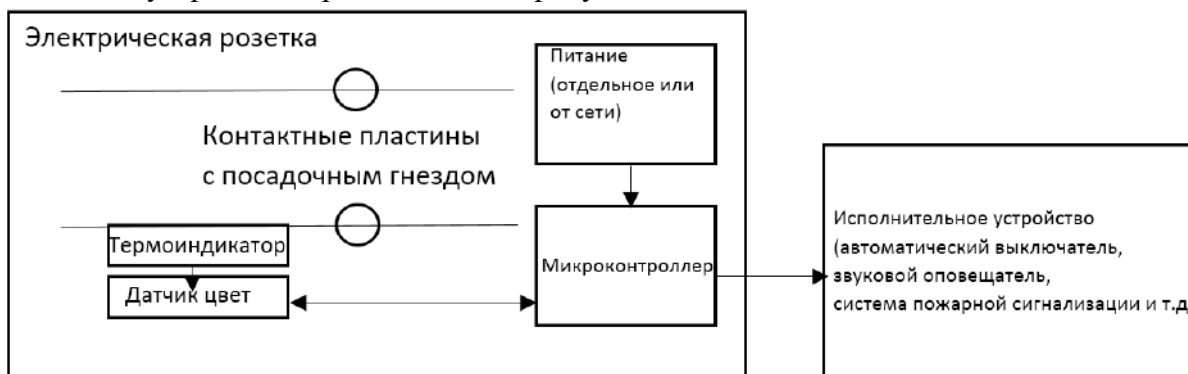


Рисунок 5 – Схема устройства защиты от больших переходных сопротивлений в электрической розетке

Данный способ и предложенное устройство имеет ряд преимуществ в сравнении с аналогами. В результате предложенный способ предотвращения пожара от больших переходных сопротивлений в электрических розетках позволит повысить пожарную безопасность электросети.

Список источников

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.- аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.
2. Методические рекомендации по организации профилактики пожаров от электрооборудования в жилых и общественных зданиях с применением технических средств. – 2-е изд. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 80 с.
3. Харламенков А. С. Пожарная опасность больших переходных сопротивлений. От теории к практике. Часть 2 //Пожаровзрывобезопасность. – 2022. – Т. 31. – №. 1. – С. 99-104.
4. Харламенков А. С. Пожарная опасность больших переходных сопротивлений. От теории к практике. Часть 1 //Пожаровзрывобезопасность. – 2021. – Т. 30. – №. 6. – С. 108-113.
5. Горбунов А. С., Слепов А. Н., Пожаркова И. Н. Возможность применения оптического прибора для определения цвета в экспертизе пожаров //Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций. – 2021. – С. 616-619.

ГСНТИ 81.92.37

УДК 614.8

ББК 30в6

Алексей Николаевич ГРИГОРЬЕВ¹, Александр Викторович ГАНЕНКОВ²

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (lcurina@mail.ru, orcid 0009-0005-2199-1434, SPIN: 1467-6690)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (aleksandr_ganenk@mail.ru)

К вопросу о тушении пожаров на производственно-складских комплексах

Аннотация. В статье рассматриваются оценка эффективности действий пожарно-спасательных подразделений пожарной охраны местного пожарно-спасательного гарнизона при тушении пожаров на производственно-складских комплексах.

Ключевые слова: крупный пожар, чрезвычайная ситуация, анализ действий пожарных подразделений, пожары в складских зданиях и сооружениях больших площадей.

Alexey Nikolayevich GRIGORIEV¹, Alexander Viktorovich GANENKOV²

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia (lcurina@mail.ru, orcid 0009-0005-2199-1434, SPIN: 1467-6690)

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia (aleksandr_ganenk@mail.ru)

To the question of fire extinguishing at industrial and warehouse complexes

Annotation. The article deals with the assessment of the effectiveness of fire-rescue units of the local fire-rescue garrison in extinguishing fires at production and warehouse complexes.

Key words: large fire, emergency situation, analysis of actions of firefighting units, fires in warehouse buildings and constructions of large areas.

В начале 2023 года сегмента складской недвижимости закрылась самая крупная с начала этого года сделка по сдаче в аренду площадей в действующем объекте. Речь идет о 32 тысячах квадратных метров, снятых дистрибутором электротехнического оборудования в логопарке «Южные врата» в подмосковном Домодедово. Участники рынка не ждут в ближайшей перспективе сделок такого размера из-за дефицита крупных площадей производственно-складского кластера. Хотя спрос на такие объекты, прежде всего со стороны российских компаний, в 2023 году начал восстанавливаться.

В целом по рынку складов доля свободных площадей сейчас не превышает 2%, что говорит о восстановлении спроса, сократившегося в прошлом году из-за ухода с российского рынка ряда крупных западных производителей, ритейлеров и дистрибуторов и уже сейчас ощущается дефицит складских площадей. На этом фоне арендаторам придется вновь возвращаться к сделкам build-to-suit (строительство объекта под конкретного заказчика), которые активно заключались до 2022 года. В 2023 году Ozon уже заказал для аренды строительство склада на 130 тысяч квадратных м в Новой Москве.

Снижение интереса к логопаркам со стороны зарубежного бизнеса характерно для сегмента в целом. Так в 2021 году доля спроса со стороны иностранных компаний в складских парках Москвы и Подмосковья составляла 17,1%, а в 2022 году показатель упал до 6,5%. В то же время, на рынок уже начали выходить азиатские компании, но площади, которые они занимают, далеки от потребностей, которые когда-то были у крупного западного бизнеса.

Исходя из данных по развитию и потребности в складских, производственно-складских объектах больших площадей, а также статистических данных о количестве пожаров на данной категории объектов делается вывод, что пожары на производственно-складских объектах больших площадей нередко возникающих в период отсутствия обслуживающего персонала, либо из-за нарушения требования безопасности при проведении различных видов работ на объекте и к моменту прибытия пожарных подразделений, пожары принимают неконтролируемые размеры. Данная обстановка требует строгого выбора как решающего направления для введения сил и средств, а также выбора огнетушащего вещества и способов тушения с учетом свойств хранящихся материалов, так и действиям пожарных подразделений зачастую затрудняют необходимость вскрытия прочных дверей, массивных запоров и металлических решеток, а также проведением других первоочередных неотложных аварийно-спасательных работ.

В течение последних пяти лет произошло несколько десятков пожаров в крупных торговых центрах и складах ритейлеров в разных городах России. Только с конца ноября горели сразу пять торговых помещений. На фоне участвовавших возгораний Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий инициирует обращение к правительству для организации внеплановых проверок всех крупных ТРЦ и складов.

По словам главы ведомства, сотрудники Государственного пожарного надзора проверяют состояние эвакуационных выходов, наличие и работоспособность систем сигнализации и пожаротушения, а также смогут оценить уровень подготовки руководства объектов и обслуживающего персонала к нештатным ситуациям.

Пожар всегда несет за собой материальный ущерб и связан с риском гибели людей. О масштабе трагедии судят в комплексе, но определяющим фактором все же остается количество человеческих жертв. Большие пожары не обошли стороной и Россию. В истории есть примеры как современных трагедий, так и тех, которые случились давно, но до сих пор разбираются на занятиях по подготовке пожарных, офицерского состава выступающих в роли руководителей тушения пожаров.

В данной статье освещается часть крупных пожаров, произошедших в период с 2017 по 2022 год, в производственно-складских, складских зданиях, торгово-развлекательных центрах на территории Московской области:

16 августа 2017 года в московском районе Северное Медведково произошел крупный пожар на складе по адресу ул. Полярная, д. 31А. Площадь возгорания, которому был присвоен сначала второй, а затем третий ранг сложности, составила 15 тыс. кв. м., огнем были уничтожены три четверти здания. На складе хранились канистры с нефтехимией и лакокрасочные изделия. Пожар удалось потушить только на следующий день, пострадавших не было.



Рис. 1 - Пожар в складском комплексе онлайн-ритейлера Ozon.

08 октября 2017 года в Одинцовском районе Подмосковья, на 56-м км МКАД, произошел пожар на складе торгового центра "Синдика", фактически являвшемся крытым строительным рынком. Пострадали три человека, площадь возгорания составила 55 тыс. кв. м. Ликвидировать открытое горение удалось только 9 октября. Среди версий причин возгорания назывались нарушение техники безопасности и поджог, о точной причине пожара не сообщалось.

07 декабря 2021 года в деревне Деньково (Московская область) произошел пожар площадью 10 тыс. кв. м в одноэтажном складском здании на территории промзоны. В горевшей постройке хранились стройматериалы и 20 газовых баллонов, произошло обрушение кровли и одной из стен здания. В тушении участвовали 80 человек и около 30 единиц техники. После локализации пожара было обнаружено тело погибшего - рабочего строительной организации.

В ночь на 03 мая 2022 года произошел пожар на одном из складов "Атлант-парк" в поселке Обухово Богородского района Подмосковья. Помещения арендовало для хранения печатной продукции и учебников издательство "Просвещение". Площадь возгорания составила 33,8 тыс. кв. м, произошло обрушение конструкций склада. К тушению были привлечены 109 человек и 37 единиц техники. Пострадавших не было. О сумме ущерба и причинах возгорания не сообщалось.

03 августа 2022 года в деревне Петровское (Истринский район Московской области) произошел крупный пожар на складском комплексе онлайн-ритейлера Ozon. Площадь горения, по последним данным, составляет 50 тыс. кв. м. Персонал численностью около 1 тыс. человек эвакуирован. По данным Центра медицины катастроф, погиб один человек, пострадали 13, двое из них госпитализированы. Компания сообщила, что возместит утраченные заказы и товары покупателям и продавцам.

12 сентября 2022 года в подмосковном Волоколамске загорелся склад с пластиковой крошкой. Площадь пожара составляет две тысячи квадратных метров. Площадь пожара составила 2,5 тысячи квадратных метров. По информации регионального главка МЧС, погибших и пострадавших нет. К тушению пожара привлечено 45 человек и 16 единиц техники.

21 октября 2022 года в подмосковном Ногинске загорелось складское помещение на территории "Ногинск – Технопарк". Площадь пожара составляет 5 тысяч квадратных метров.

09 декабря 2022 года в магазине OBI в подмосковном торговом центре "Мега Химки" произошел пожар. Огонь был локализован на площади 7 тысяч квадратных метров. При

пожаре произошли взрывы лакокрасочной продукции в строительном отделе магазина. Один человек погиб.

В масштаб отдельных регионов и страны в целом пожары оказывает негативное влияние на качество воздуха, воды, жизни граждан в целом. Так для обеспечения пожарной безопасности производственно-складских помещений большую роль играет специализация склада, предназначен он для хранения продовольственных или непродовольственных товаров, или применяется для хранения опасных видов грузов: токсичных и легковоспламеняющихся. Именно поэтому на территории любого склада обязательно должны находиться специальные средства предотвращения и тушения пожаров (огнетушители, датчики огня и дыма, пожарные гидранты, системы пожаротушения). Кроме того, важно помнить и знать об условиях, которые помогут снизить риск возникновения чрезвычайной ситуации. В соответствии со Сводом правил «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» (СП 12.13130.2009) По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1—В4, Г и Д, а здания — на категории А, Б, В, Г и Д.[5].

В настоящих нормах и правилах должны соблюдаться все этапы при создании и эксплуатации складских зданий и помещений класса функциональной пожарной опасности Ф5.2 (по Федеральному закону № 123-ФЗ) [2], предназначенных для хранения веществ, материалов, продукции и сырья, в том числе размещенных в зданиях другой функциональной пожарной опасности, и не требующих особых строительных мероприятий для сохранения заданных параметров внутренней среды. СП 57.13330.2011 Складские здания. Актуализированная редакция СНиП 31-04-2001*, в котором определено категорирование производственно-складских, складских зданий.[4].

На выбор установки пожаротушения влияют конструктивные особенности здания, тип пожарной нагрузки и пожелания заказчика. Для тушения пожаров на складах (складских зданиях, помещениях) применяются разные огнетушащие вещества и пожарное оборудование. Воздушно механическая пена рекомендована для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, горючих материалов, веществ, порошков, эмульсий. Из пожарного оборудования применяются генераторы пены низкой, средней и высокой кратности, а также дренчеры.

В складах, складских зданиях и помещениях применяются тушение по площади пеной низкой и средней кратности и тушение по объему пеной высокой кратности. На логической схеме представлено четыре примера установок пожаротушения. [2].



Рис. 2 - Логистическая схема установок пенного пожаротушения складов, складских зданий и сооружений.

Однако до настоящего времени несмотря на развитие систем противопожарной защиты, последствия от пожаров на складских комплексах наносят вред здоровью и жизни граждан, приводит к значительному экономическому ущербу, но и в дополнение ко всему существует угроза загрязнения окружающей среды, что в последствии влияет на качество жизни людей, животных. Так помимо загрязнения атмосферы из-за огромного количества выброса продуктов горения в окружающую среду, те самые продукты горения вместе с выпадением осадков загрязняют почву, растения, водные объекты.

На сегодняшний день право на охрану здоровья и медицинскую помощь закреплено в статье 41 Конституции РФ. [1]. Наделение право на охрану здоровья конституционным статусом с одной стороны означает, что за данным правом закрепляется первостепенная роль в системе прав и свобод человека и подразумевает собой, фиксирование данного права в системе общественных ценностей, которые как раз и составляют базовое функционирование любого социума, а с другой стороны четко закрепляет за государством обязанность по обеспечению охраны здоровья своих граждан. В настоящее время законодательная база в сфере охраны здоровья граждан в нашей стране достаточно развита: права граждан в данной сфере регулируются 20 федеральными законами, 37 Постановлениями Правительства, около ста пятидесяти ведомственными нормативными актами федеральных органов государственной власти РФ, но при этом пробелы в законодательстве все-таки находятся. Стоит сказать, что существует проблема явного несоответствия правового баланса между заявленными законом правами и действующей экономической ситуацией. Права и обязанности в сфере охраны здоровья также описано в главе 4 Федерального закона от 21.11.2011 № 323-ФЗ (ред. от 26.03.2022) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». [6]. В указанной главе закона так же описано, каким именно образом обеспечивается данное право на охрану здоровья, гарантии медицинской помощи и получение информации о здоровье.

Проблемы вопросы возникают из-за следующих аспектов:

Согласно Федеральному закону от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации», объектом контроля являются соблюдение должностными лицами обязательных требований, установленных нормативными правовыми актами (далее - НПА);

- соблюдение требований НПА, исполнение которых является обязательным в соответствии с законодательством Российской Федерации;

- исполнение предписаний, принимаемых по результатам контрольных (надзорных) мероприятий. В том случае, когда выявляются при проведении контрольного (надзорного) мероприятия нарушения обязательных требований должностным лицом контрольного (надзорного) органа в пределах полномочий, предусмотренных законодательством Российской Федерации, обязан выдать контролируемому лицу предписание об устранении выявленных нарушений;

- незамедлительно принять меры по недопущению причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям или прекращению его причинения;

- принять меры по привлечению виновных лиц к установленной законом ответственности;

- принять меры по осуществлению контроля за устранением выявленных нарушений обязательных требований, предупреждению нарушений обязательных требований, предотвращению возможного причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям, при неисполнении предписания в установленные сроки принять меры по обеспечению его исполнения [7].

Федеральный закон от 31.07.2020 № 247-ФЗ «Об обязательных требованиях в Российской Федерации», обязывает до 01.01.2021 признать нормативно-правовые акты Правительства РФ, федеральных органов исполнительной власти, органов государственной власти РСФСР и СССР, соблюдение которых оценивается при проверках, не действующими или утратившими силу. Оценивать соблюдение обязательных требований, перечисленных в

указанных актах, запрещается по причине вступления их в силу до 01.01.2020 года. При этом с 01.01.2021 года привлечение к административной ответственности за несоблюдение рассматриваемых требований **безосновательно**.

При этом Федеральным законом от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», в котором содержатся обязательные требования, установлено, что в случае, если положениями настоящего Федерального закона устанавливаются более высокие требования пожарной безопасности, чем требования, действовавшие до дня вступления в силу соответствующих положений настоящего Федерального закона, в отношении объектов защиты, которые были введены в эксплуатацию либо проектная документация на которые была направлена на экспертизу до дня вступления в силу соответствующих положений настоящего Федерального закона, применяются ранее действовавшие требования [2].

Учитывая, что львиная доля всех существующих объектов надзора в нашей стране построена либо запроектирована во времена РСФСР и СССР или еще раньше, выявляется явное противоречие положений двух федеральных законов, в части касающейся категорического запрета оценивания при проверках правовых актов РСФСР и СССР 247-ФЗ и обязательности применения этих актов 123-ФЗ. Также видится определенные разногласия при организации проведения проверок с целью контроля исполнения предписаний об устранении нарушений обязательных требований. Предписания, выданные до вступления в силу 247-ФЗ, срок исполнения которых был установлен на 2021 и последующие годы, не могут быть отконтролированы по причине уже отмененных нормативно-правовых актов или подлежащих отмене либо не содержащих обязательные требования в результате проведенной реформы в рамках «регуляторной гильотины», ссылки на которые содержатся в предписаниях.

В качестве примера можно привести Правила противопожарного режима в РФ 2012 года, утратившие силу с 01.01.2021 года по причине утверждения 16.09.2020 года других Правил. Анализ результатов проверок надзорными органами по средствам Единого реестра проверок и Единого реестра контрольных (надзорных) мероприятий показал, что почти в 100 % случаев предписания содержат обязательные требования указанных Правил 2012 года, регламентирующие мероприятия режимного характера. Однако, 247-ФЗ оставляет Правила 2012 года вне закона, а предложенные в предписаниях мероприятия, имеющие ссылки на теперь уже отмененные Правила, не действительными по ряду причин, упомянутых выше.

Привлечь к административной ответственности по той же причине оказалось также невозможным. На основании Части 1, статьи 24.5 КоАП РФ с 07.03.2021 года дополнена пунктом 5.1, административное дело не возбуждается, а возбужденное подлежит прекращению при несоблюдении содержащихся в нормативных правовых актах требований, согласно частям 3, 4 и 7 статьи 15 247-ФЗ основанием привлечения к административной ответственности быть не может [7]. С учетом сложившейся ситуации, в частности, невозможности осуществления надзора (контроля) и привлечения лиц, допустивших нарушения, к административной ответственности, обеспечить пожарную безопасность, тем самым соблюсти в первую очередь положения Конституции Российской Федерации оказалось невозможным. Решение проблемы видится в пересмотре 247-ФЗ, в частности исключении противоречий с положениями 123-ФЗ, а также дополнении этого закона статьей (частью статьи), предусматривающей переходный период для вступления в силу положений статьи 15, дающий возможность проведения проверок по контролю предписаний, являющихся законными и содержащими ссылки на нормативно-правовые акты, действующие на момент вынесения предписаний, по принципу «закон обратной силы не имеет». В законе также следует предусмотреть положение, которое закрепляло бы право быть действительными те нарушения в действующих предписаниях, которые нашли свое отражение в новых НПА, изданных уже в рамках действующего законодательства.

Список источников

1. Конституция РФ с изменениями 2022 года, Принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 1 июля 2020 года, ст. 41;
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности 123-ФЗ в последней редакции от 27 декабря 2018 г.;
3. СП 5.13130.2009, Утвержден и введен в действие Приказом МЧС РФ от 25 марта 2009 г. № 175, Системы противопожарной защиты установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические нормы и правила проектирования, п.5;
4. СП 57.13330.2011 Складские здания. Актуализированная редакция СНиП 31-04-2001*;
5. СП 12.13130.2009 Утвержден и введен в действие Приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. № 182, п.4.1–4.3.;
6. Федеральный закон от 21 ноября 2011 г. № 323-ФЗ "Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации", Глава 2, ст.4;
7. Федеральный закон от 31 июля 2020 г. N 248-ФЗ "О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации" (с изменениями и дополнениями);
8. СП 1.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. Настоящий свод правил разработан в целях обеспечения соблюдения требований Федерального закона от 22 июля 2008 г. N 123 "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности";
9. Постановление от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации» устанавливает Правила противопожарного режима на территории Российской Федерации и действует с 01.01.2021 г. до 31.12.2026 г.;
10. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. С изменением №3 (утв. Приказом МЧС России от 15.06.2022 г. №610) Дата введения – 24. 06.2013года.

ГСНТИ 85.31.33

УДК 355.134.23

ББК 30у

**Владимир Анатольевич АРИСТАРХОВ¹, Олег Викторович ДВОЕНКО²,
Иван Александрович ГУСЕВ³, Павел Станиславович ГРИШАНКОВ⁴**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (aristarkhovva@yandex.ru, SPIN 8003-4053, ID: 1050976)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dvoenko_oleg@mail.ru, SPIN 2013-9651, ID: 772016)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (ivan.gusev.92@inbox.ru, SPIN 9179-7037, ID: 1000430)

⁴ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (gps-69@yandex.ru, SPIN 8523-1961, ID: 1174332)

Предложения по повышению мотивации должностных лиц, отвечающих за выполнение мероприятий по материально-техническому обеспечению

Аннотация. Рассматривается вопрос повышения заинтересованности личного состава в результатах выполнения задач материально-технического обеспечения подразделений МЧС России, а также популяризации и пропаганды положительного опыта личного состава

МЧС России, непосредственно осуществляющего выполнение мероприятий материально-технического обеспечения, за счет введения в наградную систему МЧС России нагрудного знака «За успехи в материально-техническом обеспечении». Представлен проект и приведено описание нагрудного знака МЧС России «За успехи в материально-техническом обеспечении».

Ключевые слова: нагрудный знак, материально техническое обеспечение, поощрение личного состава, наградная система МЧС России

Vladimir A. ARISTARKHOV¹, Oleg V. DVOENKO², Ivan A. Gusev³, Pavel S. Grishankov⁴

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

⁴ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Proposals to increase the motivation of officials responsible for the implementation of logistical support measures

Annotation. The issue of increasing the interest of personnel in the results of the tasks of material and technical support of the units of the Ministry of Emergency Situations of Russia, as well as popularization and promotion of the positive experience of the personnel of the Ministry of Emergency Situations of Russia, directly carrying out the implementation of logistics measures, through the introduction of the award system of the Ministry of Emergency Situations of Russia badge "For success in logistics". The project is presented and the description of the badge of the Ministry of Emergency Situations of Russia "For success in logistics" is given.

Keywords: badge, logistical support, encouragement of personnel, award system of the Ministry of Emergency Situations of Russia

«Без самой тщательной, основанной на точных математических расчетах, организации тыла, без налаживания правильного питания фронта всем тем, что ему необходимо для ведения военных операций, без самого точного расчета перевозок, обеспечивающих тыловое снабжение, без организации эвакуационного дела немыслимо никакое сколько-нибудь правильное, разумное ведение больших военных операций»

М.В. Фрунзе

«Каждый пожарный - герой, каждую минуту - как на войне, каждую минуту рискует головой»

В.А. Гиляровский

Выполнение практически всех задач, стоящих перед МЧС России, неразрывно связано с выполнением различных мероприятий материально-технического обеспечения: это и вещевое и продовольственное обеспечение личного состава, и использование различной пожарной и аварийно-спасательной техники, средств инженерного вооружения, средств РХБ защиты, связи, транспортных средств общего назначения, технических средств служб тыла, плавсредств, а также обеспечение данной техники горючим и смазочными материалами. Необходимо отметить, что в системе МЧС России имеется свыше 200,0 тысяч человек личного состава, при этом общее количество эксплуатируемой техники в подразделениях МЧС России в настоящее время составляет свыше 40,0 тысяч единиц.

От своевременного и качественного обеспечения личного состава всеми видами материально-технических средств, от состояния техники напрямую зависит способность подразделений МЧС России выполнять поставленные задачи, в том числе при тушении пожаров и ликвидация чрезвычайных ситуаций.

Качественное выполнение мероприятий по материально-техническому обеспечению, в свою очередь, зависит от многих факторов, таких как региональные условия, наличие необходимых ресурсов, вида учреждения, условий хранения, организации технического обслуживания и ремонта и т.д. Вместе с тем ключевым фактором, влияющим на организацию материально-технического обеспечения, является человеческий фактор, а именно различные должностные лица – от отдельного водителя, повара и до руководства Министерства в соответствии с должностными компетенциями. Именно от результатов их деятельности в целом зависит эффективность деятельности МЧС России. При этом зачастую работа должностных лиц подразделений материально-технического обеспечения со стороны практически незаметна, что в данном случае, в отличие от представителей других подразделений, свидетельствует о высоком профессиональном мастерстве.

В целях повышения заинтересованности личного состава в результатах служебной деятельности в системе МЧС России приняты различные формы поощрения, одной из которых является награждение ведомственными знаками отличия¹. Необходимо отметить, что, как показывает обзор различных источников [1-3], награждение различными знаками отличия является актуальным вопросом.

Вместе с тем в наградной системе МЧС России в настоящее время отсутствует ведомственная награда, прямо предусматривающая поощрение личного состава территориальных органов и учреждений МЧС России за личный вклад в выполнение мероприятий по материально-техническому обеспечению подразделений МЧС России при поддержании их в готовности к выполнению задач по предназначению.

Таким образом, в целях поощрения, популяризации и пропаганды опыта личного состава МЧС России, осуществляющего выполнение мероприятий материально-технического обеспечения, представляется целесообразным рассмотрение вопроса введения в наградную систему МЧС России нагрудного знака МЧС России «За успехи в материально-техническом обеспечении».

Внешний вид предлагаемого нагрудного знака «За успехи в материально-техническом обеспечении» представлен на рисунке 1.

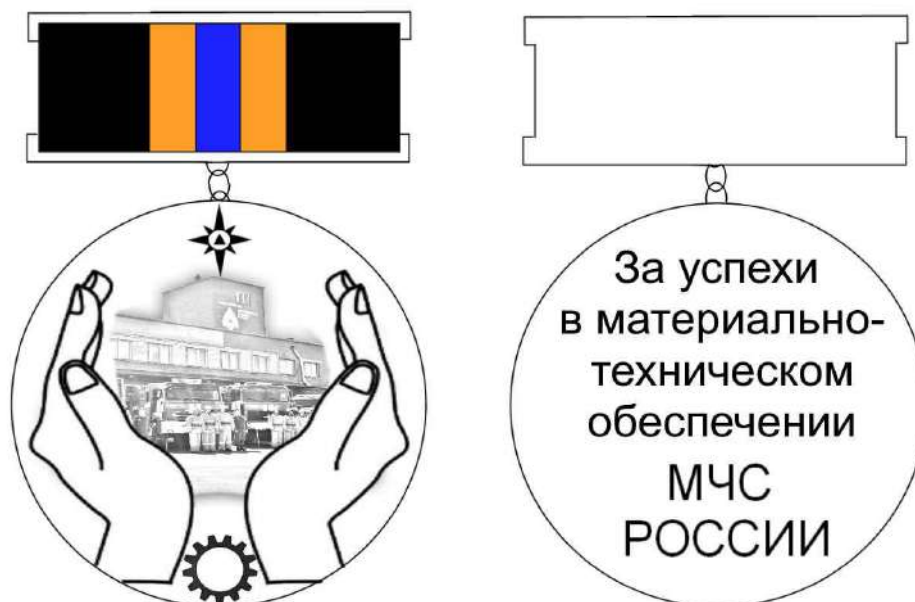


Рисунок 1 – Проект нагрудного знака МЧС России
«За успехи в материально-техническом обеспечении»

¹ Приказ МЧС России от 20.06.2023 № 640 «О ведомственных знаках отличия Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (зарегистрировано в Минюсте РФ 07.08.2023 № 74649)

Нагрудный знак МЧС России «За успехи в материально-техническом обеспечении» представляет собой круг серебристого цвета диаметром 32 мм с выпуклым бортиком с обеих сторон.

На лицевой стороне знака находится рельефное изображение рук, охватывающих изображение пожарно-спасательного подразделения (спасательного воинского формирования). Изображение пожарно-спасательного подразделения представляет собой здание пожарно-спасательной части со стоящими на фасаде пожарными автомобилями и личным составом, находящимся в боевой одежде пожарного, средствах защиты рук, ног, каске пожарного и с ремнем пожарного. Над изображением пожарно-спасательного подразделения располагается малая эмблема МЧС России («Звезда надежды»).

В нижней части круга у основания рук располагается шестерня (зубчатое колесо), символизирующая непрерывное и всестороннее обеспечение подразделений МЧС России всеми видами материально-технического обеспечения.

На оборотной стороне - в четыре ряда размещена надпись «За успехи в материально-техническом обеспечении», в нижней части - в два ряда надпись «МЧС РОССИИ».

Все изображения и надписи выполнены рельефно.

Нагрудный знак с помощью ушка и кольца крепится к четырехугольной колодке, обтянутой шелковой муаровой лентой черного цвета шириной 24 мм высотой 18 мм, по центру которой проходит полоса синего цвета шириной 3 мм, окаймлённая двумя полосами оранжевого цвета шириной 3 мм. Колодка с нагрудным знаком с помощью штифта крепится к одежде.

Нагрудным знаком МЧС России «За успехи в материально-техническом обеспечении» награждается личный состав МЧС России, другие граждане за личный вклад в выполнение мероприятий по материально-техническому обеспечению подразделений МЧС России при поддержании их в готовности к выполнению задач по предназначению.

Представление к награждению нагрудным знаком МЧС России «За успехи в материально-техническом обеспечении» должно согласовываться с директором Департамента тылового и технического обеспечения.

Нагрудным знаком могут также награждаться иные лица, принимавшие активное участие в решении задач, возложенных на органы управления организации материально-технического обеспечения.

Награждение знаком должно производиться приказом Министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Знак должен вручаться награжденному в торжественной обстановке. Вместе со знаком должно выдаваться удостоверение установленного образца.

Труд каждого работника системы МЧС России не оценим. От профессионализма и действий каждого должностного лица зависит успех в выполнении поставленных задач. Введение в наградную систему МЧС России ведомственного знака отличия МЧС России «За успехи в материально-техническом обеспечении» расширит возможности руководителей по поощрению личного состава и повысит заинтересованность должностных лиц в результатах своей деятельности.

Список источников

1. Петров, А.Я. Государственные награды по российскому праву / А.Я. Петров // Образование и право. – 2020. – № 8. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennye-nagrady-po-rossiyskomu-pravu> (дата обращения: 04.09.2023).

2. Очаковский, В. А. К вопросу о поощрении и награждении государственных гражданских служащих / В.А. Очаковский, И.Н. Иваненко, Д.М. Иванов // Научный журнал КубГАУ. – 2016. – №116. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-pooschrenii-i-nagrazhdenii-gosudarstvennyh-grazhdanskih-sluzhaschih> (дата обращения: 04.09.2023).

3. Винокуров, В.А. Государственное и ведомственное награждение лиц, принимавших участие в тушении пожаров / В.А. Винокуров // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». – 2019. – №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennoe-i-vedomstvennoe-nagrazhdenie-lits-prinimavshih-uchastie-v-tushenii-pozharov> (дата обращения: 04.09.2023).

ГСНТИ 82.33.17
УДК 614.842.8
ББК 30н

**Михаил Михайлович ДАНИЛОВ¹, Алексей Николаевич ДЕНИСОВ²,
Сергей Николаевич АНИКИН³, Константин Сергеевич ЮРИН⁴,
Марина Алексеевна ЕСЕВА⁵**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mdagps@yandex.ru, SPIN 1539-8110, ID: 853796)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dan_aleks@mail.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (any_skin@mail.ru, SPIN 9419-3590, ID: 1072687)

⁴ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (costya2017@mail.ru, SPIN 4373-5590, ID: 1211246)

⁵ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (esevam@list.ru, SPIN 7319-1270, ID: 1211068)

Алгоритм спасения звена газодымозащитной службы в условиях особой опасности для личного состава

Аннотация. Пожары являются серьезной проблемой, приводящей к гибели людей и потере материальных ресурсов. В публикации рассматриваются вопросы, возникающие при тушении пожаров по повышенному рангу (номеру) в условиях особой опасности для личного состава газодымозащитной службы и персонала объекта. Предложен алгоритм спасения звена газодымозащитной службы в условиях особой опасности для личного состава. В основу алгоритма составляет протокол «START», определяющий наиболее перспективные направления для проведения спасательной операции звеньев ГДЗС

Ключевые слова: алгоритм, звено, газодымозащитная служба, опасный фактор, защита, спасение, обеспечение безопасности, МЭЙДЭЙ

**Mikhail M. DANILOV¹, Aleksey N. DENISOV², Sergey N. ANIKIN³ Konstantin S. YURIN⁴,
Marina A. YESEVA⁵**

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

⁴ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

⁵ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Algorithm of rescuing a gas-smoke protection service link in conditions of special danger for personnel

Abstract. Fires are a serious problem resulting in loss of life and material resources. The publication considers the issues arising in fire extinguishing by a higher rank (number) in conditions of special danger for the personnel of the gas-smoke protection service and facility personnel. The algorithm of rescue of a link of the gas-force protection service in conditions of special danger for the personnel is offered. The algorithm is based on the "START" protocol, which determines the most promising directions for the rescue operation of the RDSS units.

Key words: algorithm, link, smoke and gas protection service, hazardous factor, protection, rescue, safety, MAYDAY

Одним из наиболее серьезных и масштабных бедствий, как в Российской Федерации, так и в других странах являются пожары, которые приводят к значительным потерям материальных ресурсов и человеческих жизней. Анализ складывающихся ситуаций на пожаре требует разработки и внедрения метода (моделей, алгоритмов) оценки опасности при тушении пожара, включающего идентификацию опасностей на основе их анализа.

Опасности при тушении пожара, как и необходимые меры оперативных мероприятий, невозможно прогнозировать, но тренироваться - необходимо. Опасности заключаются не только в самом очаге и продуктах горения, но и поведении людей в стрессовой ситуации.

Несмотря на наблюдавшуюся ранее тенденцию к снижению общего количества пожаров, статистика травм и смертельных исходов пожарных во время несения службы адекватно демонстрирует системную проблему с точки зрения готовности к сохранению жизни в аварийных ситуациях на пожаре [1 - 3]. Минимизация потерь при пожарах является важным фактором устойчивого социально-экономического развития страны. Государством проводится целенаправленная работа по укреплению сил и средств обнаружения и тушения пожаров. Наметила положительная тенденция к снижению основных показателей риска пожаров для населения и объектов экономики [4].

Согласно статистике, количество пожаров в зданиях производственного назначения и погибших людей ежегодно растет [5]. Соответственно увеличивается объем работы для личного состава, входящего в звено газодымозащитной службы (далее – ГДЗС), которое является единственной тактической единицей способной выполнять работы в таких сложных условиях, и они же наиболее подвержены риску для жизни и здоровья. На пожарах, в тушении которых участвовали подразделения федеральной противопожарной службы в 2021 году, в 41 281 случае применялись средства индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (далее - СИЗОД), что составило 87,9 % от общего числа случаев применения СИЗОД на пожарах в России [6]. Анализ травматизма за 2012–2021 гг. показал, что у личного состава подразделений МЧС России была зарегистрирована 2471 травма при исполнении служебных обязанностей [11]. Только 2022 году с личным составом МЧС России при исполнении служебных обязанностей произошло 199 несчастных случаев, что на 23% меньше, чем за аналогичный период прошлого года (далее – АППГ) (259), из них групповых несчастных случаев – 8, что на 43% меньше, чем за АППГ (14). Количество пострадавших составило 208 человек, что на 34% меньше, чем за АППГ (315), из них количество погибших – 7 человек, что на 73% меньше, чем за АППГ (26) (рисунок 1) [10].



Рисунок 1 – Показатели травматизма и гибели личного состава МЧС России при исполнении служебных обязанностей за 2021, 2022 год

Анализируя вышеприведенные данные, следует отметить, что одной из причин отравления личного состава продуктами горения является нарушение правил работы в непригодных для дыхания среде. Несвоевременное включение в СИЗОД вследствие некачественной оценки руководителем тушения пожара зоны возгорания и горящих материалов [10].

При тушении пожара звеньями ГДЗС, происходят аварийные ситуации, характеризующиеся, в том числе дезориентацией в пространстве, невозможностью выйти по путям отхода, самостоятельно выйти на свежий воздух и т.п. Тогда личный состав звена вынужден подать сигнал МЭЙДЭЙ. Действия руководителя тушения пожара (далее - РТП) при получении сигнала МЭЙДЕЙ от одного звена ГДЗС регламентированы и известны. Но получение сигнала опасности одновременно от нескольких звеньев ГДЗС может внести определенные сложности для проведения работ по поиску и спасению. Для снижения неопределённости предлагается на основе протокола медицинской сортировки «START», разработать свой алгоритм.

При крупномасштабных катастрофах с большим количеством жертв, с целью минимизации человеческих потерь, спасателями и медицинскими работниками используется алгоритм сортировки пострадавших «START».

Оказание экстренной медицинской помощи пострадавшим в ЧС организуется по этапному принципу «... на всех этапах проводится эвакуационная сортировка и пересортировка с изменением – по показаниям – очередности эвакуации и объёма медицинской помощи» [12, 14 - 18] по категориям («START»). Суть данного алгоритма - разбивка пострадавших на категории, в зависимости от полученных травм и состояния человека. Данный алгоритм помогает спасателям и медицинским работникам направить свои силы и знания на спасение пострадавших, у которых есть шанс выжить, а не рассеивать внимание на «безнадежных» пострадавших [13, 14].

Структурно наш алгоритм, может включать в себя последовательность, отраженную на рисунке 2.

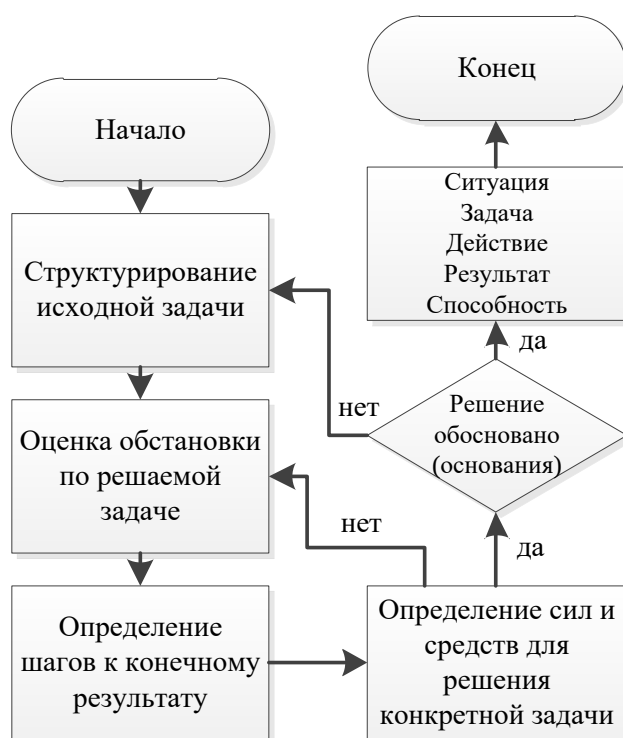


Рисунок 2 – Определение жизнеспособности звеньев

Алгоритм должен помочь определить наиболее перспективные направления для проведения спасательной операции. Задачи и цель построенного алгоритма состоят в идентификации и анализе опасностей, которые могут присутствовать во время тушения пожара, выборе необходимых альтернатив и применяемых мер для разработки оперативных мероприятий, направленных на обеспечение безопасности звена ГДЗС.

Список источников

1. Анализ состояния охраны труда в системе МЧС России за 2017 год, направлен письмом МЧС России от 23.04.2018 №91-1892-18 // URL: <https://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 15.11.2021).
2. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В., Marty Ahrens, Peter Wagner. Мировая пожарная статистика. Отчет № 22, Center of Fire Statistics of CTIF, 2017. - 56 с.
3. Письмо МЧС России от 02.07.2019 №17-2-4-779 о несчастных случаях при исполнении служебных обязанностей // URL: <https://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 15.11.2021).
4. Концепция общественной безопасности в Российской Федерации (утвержденная Президентом РФ 14 ноября 2013 г. № Пр2685) // URL: <http://kremlin.ru/acts/news/19653> (дата обращения 27.08.2022).
5. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: П 46 ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.
6. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2021 году». - М.: МЧС России. ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», 2022. - 250 с.
7. Об утверждении и введении в действие Руководства по радиосвязи Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий: приказ МЧС России от 26 декабря 2018 г. № 633.
8. Н.Н. Брушлинский, С.В. Соколов, Marty Ahrens, Peter Wagner. Мировая пожарная статистика. Отчет №22, Center of Fire Statistics of CTIF 2017, 56 с.
9. Письмо МЧС России от 02.07.2019 года №17-2-4-779 о несчастных случаях при исполнении служебных обязанностей // URL: <https://www.mchs.gov.ru> (дата обращения: 15.11.2021).
10. Анализ травматизма и гибели личного состава МЧС России за 2022 год сайт. - URL: [https://topuch.com/analiz-gibeli-smerti-lichnogo-sostava-v-sisteme-mchs-rossii-za/index.html](https://topuch.com/analiz-gibeli-smerti-lichnogo-sostava-mchs-rossii-za/index.html) (дата обращения: 31.01.2023).
11. В.И. Евдокимов, Е.В. Бобринев, А.А. Кондашов, Н.А. Панкратов Показатели производственного травматизма личного состава оперативных подразделений МЧС России за 10 лет (2012–2021 гг.). Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2022;(2):5-21. <https://doi.org/10.25016/2541-7487-2022-0-2-5-21>.
12. Оказание медицинской помощи в зоне чрезвычайной ситуации: проблемы и решения / Г. Ш. Голубев, И. А. Михайлов, Р. Н. Селин, Р. А. Хади // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2012. – № 6(172). – С. 106-112. – EDN PLQOMV.
13. Справочник спасателя ITLS (ITLS Duty To Respond) авторы Tom Garwey, Do, EMS Medical director, Gateway Technical College Assistant Medical Director.
14. Алгоритм экстренного распределения пострадавших по сортировочным группам: сайт. - URL: <http://03-nv.ru/informatsiya-dlya-meditsinskogo-personala/algoritm.pdf> (дата обращения: 31.01.2023).
15. Система медицинской сортировки больных (triage) при оказании неотложной помощи: обзор литературы / Л. М. Пивина, Г. А. Алибаева, А. А. Дюсупов [и др.] // Наука и здравоохранение. – 2018. – Т. 20. – № 1. – С. 70-84. – EDN YTBVQJ.
16. Pochtar O. M. Technique of preservation the health of elementary school girls in out-of-class work on physical culture // Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports. 2009. №10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/technique-of-preservation-the-health-of-elementary-school-girls-in-out-of-class-work-on-physical-culture> (дата обращения: 31.01.2023).
17. Alternative version of START algorithm (Critical Illness & Trauma Foundation, Inc., 2001).
18. Baez A.A., Sztajnkrzyer M.D., Smester P., et al. Effectiveness of a simple Internet - based disaster triage educational tool directed toward Latin - American EMS providers // Prehosp Emerg Care. 2005. №9. P. 227-230.

ГСНТИ 81.92.15
УДК 614.849
ББК 30в6

**Олег Викторович ДВОЕНКО¹, Александр Юрьевич ДМИТРИЕВ²,
Андрей Александрович КОПЫЛОВ³**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dvoenko_oleg@mail.ru, SPIN 8003-4053, ID: 772016)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (sanhos01@mail.ru, SPIN 9413-5910, ID: 1197599)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (A.Kopylov@academygps.ru, SPIN 9686-2677, ID: 770186)

Оценка параметров лазерной резки при проведения аварийно-спасательных работ на месте чрезвычайных ситуаций

Аннотация: В статье представлены возможности применения лазерного излучения при ликвидации чрезвычайных ситуаций различного характера с сохранение жизни и здоровья ликвидирующих. Изложены основные физические процессы, различные факторы и параметры, влияющие на работу лазерного луча на удалении при выполнении возможных возложенных задач.

Ключевые слова: мобильный лазерный комплекс, фокусное расстояние, фокальная плоскость, оптимальное расстояние лазерного луча, скорость резки лазерной установки.

Oleg V. DVOENKO¹, Alexander Y. DMITRIEV², Andrey A. KOPYLOV³

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Evaluation of laser cutting parameters during emergency rescue operations at the emergency site

Abstract. The article presents the possibilities of using laser radiation in the liquidation of emergency situations of various nature with the preservation of life and health of liquidators. The main physical processes, various factors and parameters affecting the operation of the laser beam at a distance when performing possible assigned tasks are described.

Key words: Mobile laser complex, focal length, focal plane, optimal laser beam distance, laser cutting speed

Лазерная обработка материалов – резка сверление, сварка, модификация поверхностного слоя, маркировка – не только обеспечила новый уровень качества и скорости в традиционных технологических операциях, но создала предпосылки для принципиально новых конструкторских и технологических решений как в машиностроении, электронике, космической технике, но и в области пожарной безопасности. Опыт грамотного внедрения лазерных технологий обработки промышленных материалов свидетельствует, что сегодня они могут дать существенный и быстрый технический эффект в ликвидации последствий техногенных и природных чрезвычайных ситуациях за счет повышения качества, безопасности и оперативности выполнения работ.

При ликвидации чрезвычайных ситуаций различного характера подразделениям МЧС России важны следующие возможности лазерных комплексов:

- возможность дистанционной лазерной резки с использованием оптической системы вывода и фокусировки лазерного луча;
- возможность применения лазерной установки для ликвидации аварийных розливов нефти в условиях низких климатических условий и разрушения обледенений.
- возможность применения лазерной установки для дистанционной разделки (утилизации) и фрагментации крупногабаритных толстостенных бетонных, железобетонных и металлических кусков при ликвидации завалов в горной местности и жилых зданий
- возможность применения лазерной установки для фрагментации металлического технологического оборудования на объектах нефтегазового комплекса и энергетики

В основу физического воздействия дистанционного лазерного излучения на вещество лежит способность лазерного луча создавать на малой площади поверхности высокие плотности теплового потока, способствующие нагреву, плавлению и испарению любого материала, обусловленное результатом поглощения лазерного луча твердым веществом. Следовательно, процесс воздействия источника теплоты на вещество можно разделить условно на следующие стадии (Рисунок 1):

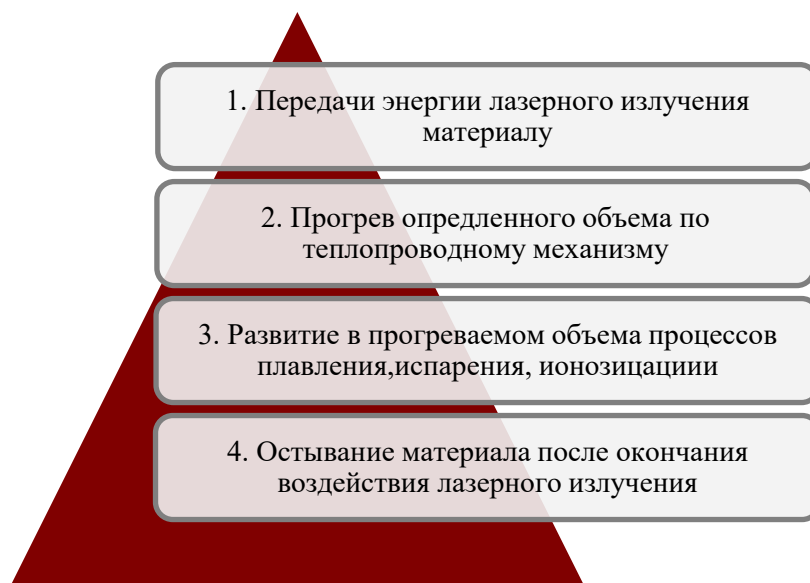


Рисунок 1 – Основные стадии воздействия лазерного луча на металл.

Значительное влияние на интенсивность процессов нагрева и разрушения также оказывает поглощательная способность и пороговая температура плавления металлов, зависящая от температуры поверхности, длины волны, поляризации и угла падения излучения на обрабатываемую поверхность. Поглощенная энергия лазерного излучения зависит от параметров парогазовой плазмы, возникающей в процессе резки на различных режимах лазерного излучения. Таким образом, при воздействии лазерного излучения на металлы возможны два механизма резки: плавление и испарение. Поверхность разрушения, так называемый канал реза, существует по всей толщине в процессе резки и перемещается со средней скоростью в направлении резки.

В данной статье в зависимости от возможностей лазерных комплексов предлагаются методика для определения основных требований и параметров (рисунок 2), при которых будет обеспечиваться успешное выполнение ряда дистанционных работ мобильными лазерными комплексами при ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера с безопасного расстояния для ликвидирующих.

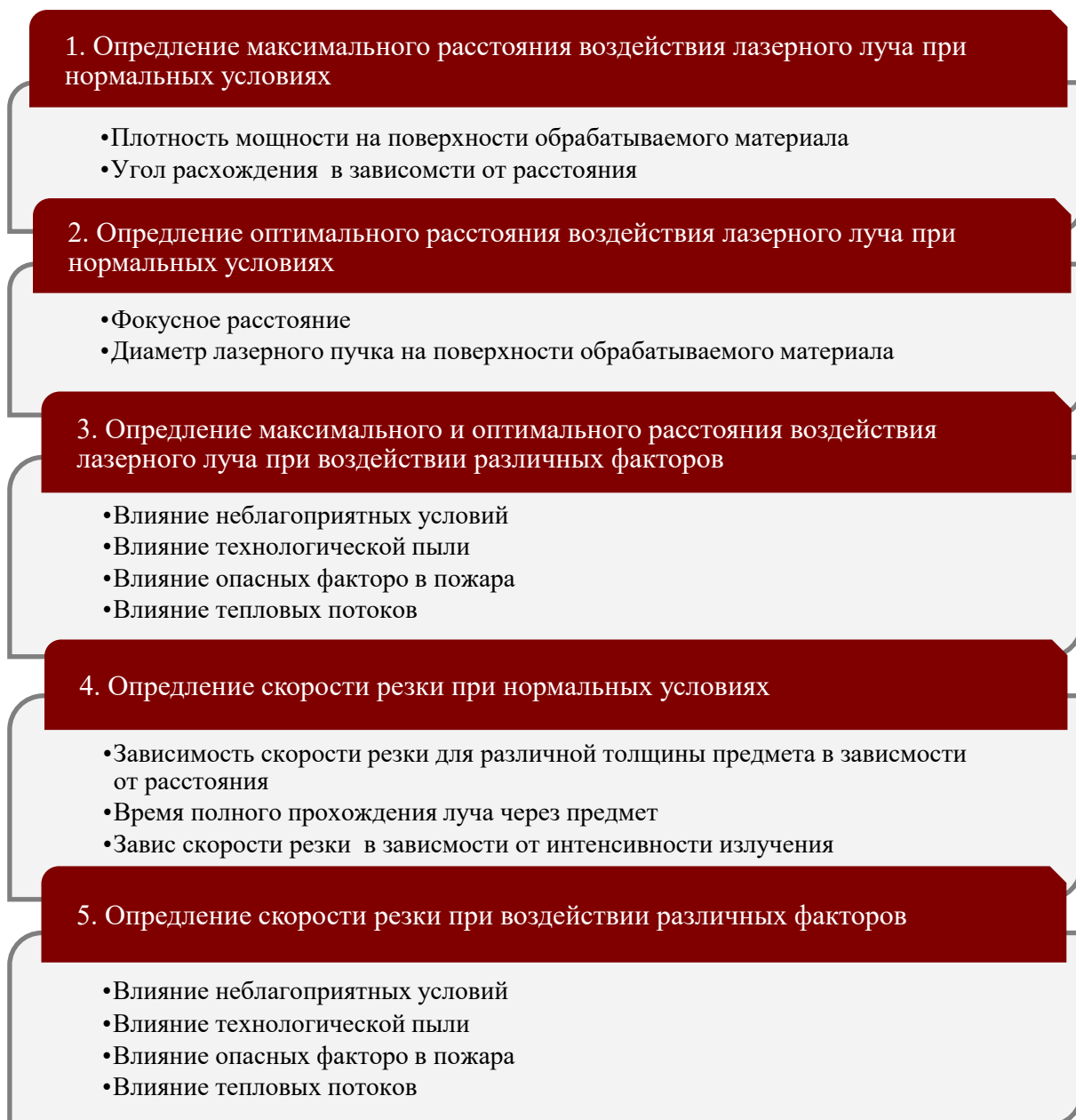


Рисунок 2 – Основные параметры, удовлетворяющие для выполнения ряда дистанционных работ лазерными комплексами подразделениями МЧС России

При определении максимального расстояния воздействия лазерного луча важным фактором служит плотность мощности на поверхности материала, то есть та мощность, которая способна прогревать объём вещества по теплопроводному механизму. При этом необходимо учитывать теплофизику нагревания лазерным лучом, так как на температуру поверхности влияет мощность излучения лазера P , поглощенная единицей площади S :

$$q = \frac{P}{S}, \quad (1)$$

где q – плотность мощности лазера, Вт/м²;
 P – мощность излучения лазера, Вт.

$$P = \frac{W}{t}, \quad (2)$$

где W – энергия лазерного луча, Дж;
 t – длительность воздействия, мсек.

Мощность лазера должна обеспечить плотность мощности на поверхности обрабатываемого материала, достаточную для плавления, удаления расплавленного материала и следов расплава. Для работы лазера пороговая плотность мощности определяется как:

$$q_n = k * T_{\text{и}} \frac{k * T_{\text{и}}}{A * r_0}, \quad (3)$$

где k – коэффициент теплопроводности, Вт/(мК);

$T_{\text{и}}$ – температура испарения, К;

A – коэффициент поглощения, 1/м;

($A=1-R$ (R – коэффициент отражения));

r_0 – радиус поперечного сечения луча в фокальной плоскости, мм

При оценке максимального расстояния воздействия лазерного излучения одним из важным параметром является необходимая мощность лазерного излучения, которая определяется по формуле:

$$P_{\text{пор}} = q * S, \quad (4)$$

S – площадь лазерного пятна в фокусе линзы, определяемая как:

$$S = 4 * \pi * r_0^2$$

В зависимости от плотности мощности лазерного излучения количество расплавленного металла, стационарная температура, скорость плавления и испарения будут различными. Указанные параметры характеризуют процесс разрушения, и, следовательно, изменяя плотность мощности и время воздействия лазерного излучения на металлы, можно управлять этим процессом.

Наряду с этим следует учитывать требуемую плотность мощности, которая потребуется для плавления материала, подвергающей лазерной резке. В зависимости от увеличения расстояния плотность мощность лазерного излучения на поверхности материала будет уменьшаться, но при этом угол расхождения лазерного пучка будет увеличиваться, что значительно влияет на время прогрева материала.

Расходимость пучка – это угловая мера увеличения диаметра или радиуса луча по мере удаления от оптической линзы, из которой выходит луч. Термин актуален только в области «дальнего поля», вдали от фокуса луча. Расходимость излучения выражается в радианах. Чем меньше расходимость, тем меньше диаметр пучка на расстоянии от источника будет отличаться от исходного. Кроме того, этот параметр ответствен за то, в каком минимальном объеме может быть сконцентрировано лазерное излучение.

Для металлов целесообразно использовать излучение в видимой области спектра. От длины волны зависит зона воздействия лазера d (диаметр светового пятна в фокальной плоскости). Если излучение происходит в видимой области спектра, то визуально измеряются диаметры d и D (рисунок 3) сечения пучка соответственно на выходе из прибора и на экран. Угол расхождения вычисляется по формуле:

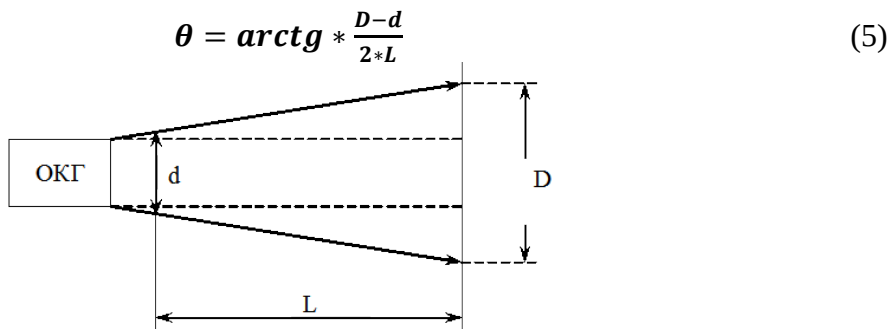
$$\theta = \arctg * \frac{D-d}{2*L} \quad (5)$$


Рисунок 3 – Схематическое изображение определения угла расхождения лазерного пучка

Для определения оптимального расстояния необходимо рассчитать фокусное расстояние, представляющая собой расстояние от линзы до фокусной плоскости, а также параметр, определяющий диаметр лазерного пятна (размер и точность реза) и глубину фокуса (максимальную толщину материала), то есть в фокальной плоскости будет максимальный маленький диаметр лазерного пучка, при котором будет самая высокая плотность мощности на поверхности материала.

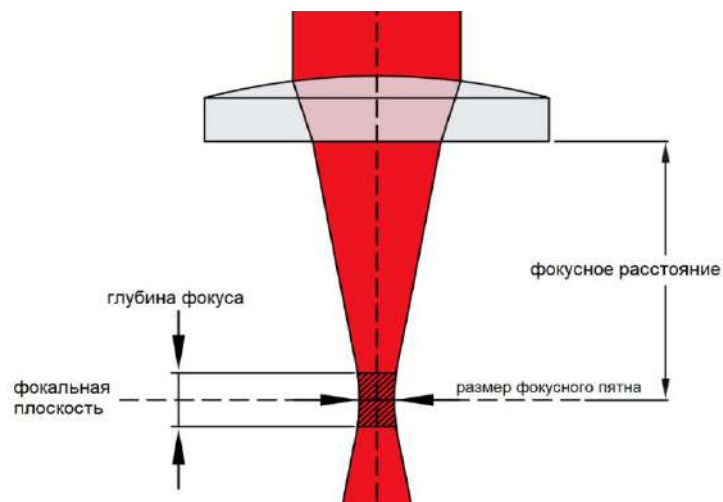


Рисунок 4 – Схематическое пояснение фокусного расстояния

Для экспериментального определения фокусного расстояния необходимы параметры d , D . Расстояние, где будет максимальное уменьшение и начало увеличения диаметра лазерного пучка D , можно считать фокусным расстоянием и фокальной глубиной (схематические пояснения на рисунке 3, 4).

Следующий основной параметр лазерной резки является скорость резки. Условимся, что скорость резки – это длина среза лазерным лучом за 1 минуту, которая зависит от следующих параметров:

- Материала и толщина заготовки
- Плотность мощности лазерного пучка
- Мощность лазерного установи
- Расстояния между лазерной установкой и срезаемым материалом

Таким образом, чем толще заготовка и чем выше требуется температура для процесса плавления, тем дольше луч лазерного излучения должен воздействовать на место будущего реза. Сильно завышенная или заниженная скорость резки может привести к повышенной шероховатости, образованию заусенцев. Если скорость зависит от мощности лазера, то увеличение мощности способствует увеличению скорости резки. Толщина заготовки влияет на режимы и качество обработки. Чем толще заготовка, тем больше шероховатость кромки реза и тем меньше скорость резки.

Свойства обрабатываемых материалов (поглощительная способность, теплопроводность, отражательная способность и т.д.) определяют возможность их разделения лазерным лучом. Свойства материалов зависят от составляющих их компонентов (например, содержанием углерода, легирующих элементов). При резке металлов с высоким содержанием углерода (железные и стальные листы) необходимо учитывать увеличение твердости материала вдоль кромки реза.

Важно отметить, что на все вышеизложенные параметры лазерного луча не исключено влияние различных окружающих факторов, такие как неблагоприятные условия (дождь, низкая температура), технологическая пыль, опасные факторы пожара (дым, высокая температура). Наличие всех перечисленных факторов возможно при работе лазерной установки на месте аварии. Для оценки их влияние необходимо проводить экспериментальные исследования имитируя каждый фактор.

Таким образом, на сегодняшний момент лазеры — это новые технологические решения, которые с каждым годом развиваются и внедряются в различные сферы промышленной, производственной деятельности, что обуславливает необходимость исследования возможности применения лазерных технологий при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Появление высокоэффективных и надежно работающих мобильных лазерных комплексов с большой выходной мощностью открывают новые перспективы использования лазерной техники и лазерной технологии в деятельности Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Список источников

1. Военное применение лазеров: учебное пособие / В. А. Борейшо, Д.В. Ключков, М.А. Коняев, Е.Н. Никулин; под ред. А.С. Борейшо; Балт. Гос.тех. ун-т. — СПб., 2015. — 103 С.
2. Лазерная техника и технология. В 7 кн. Кн. 3. Методы поверхностной лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов / А.Г. Григорьянц, А.Н. Сафонов.-М.: Высш. шк., 1988. 159 с.
3. Миркин Л.И. Физические основы обработки материалов лучами лазеров. М.: Изд-во МГУ, 1975. 304 с.
4. Рыкалин Н.Н. и др. Лазерная и электронно-лучевая обработка материалов: Справочник. М.: Машиностроение, 1985. 496 с.
5. Encyclopedia of physical science and technology. Lasers and masers. 245 p

ГСНТИ 81.92.15

УДК 614.849

ББК 30в6

**Олег Викторович ДВОЕНКО¹, Александр Юрьевич ДМИТРИЕВ²,
Ринат Валерьевич ХАЛИКОВ³, Елена Николаевна КОСЬЯНОВА⁴,
Кирилл Петрович ЩЕТНЕВ⁵**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dvoenko_oleg@mail.ru, SPIN 8003-4053, ID: 772016)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (sanhos01@mail.ru, SPIN 9413-5910, ID: 1197599)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (vokilah@gambler.ru, SPIN 2007-4793, ID: 1045928)

⁴ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (elenkoss@yandex.ru, SPIN 1091-2374, ID: 766422)

⁵ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (shetnev.kirill2015@yandex.ru, SPIN 9779-4367, ID: 1122948)

Перспектива применения лазерных технологий при введении аварийно-спасательных работ

Аннотация: В данной статье рассмотрена перспектива применения лазерных технологий для введении аварийно-спасательных работ подразделениями МЧС России. Изложена ожидаемая эффективность от применения лазерных технологий при ликвидации техногенных аварий.

Ключевые слова: индуцированное излучение, мобильные лазерные комплексы, техногенные чрезвычайные ситуации, нефтегазовые комплексы, аварийно-спасательные работы.

**Oleg V. DVOENKO¹, Alexander Y. DMITRIEV², Rinat V. KHALIKOV³,
Elena N. KOSYANOVA⁴, Kirill P. SHCHETNEV⁵**

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

⁴ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

⁵ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

The prospect of using laser technologies in emergency rescue operations

Abstract. This article discusses the prospect of using laser technologies for conducting emergency rescue operations by units of the Ministry of Emergency Situations of Russia. The expected effectiveness of the use of laser technologies in the elimination of man-made accidents is described.

Key words: induced radiation, mobile laser complexes, man-made emergencies, oil and gas complexes, emergency rescue operations.

Индустриализация передового общества, усовершенствование технологических процессов, расширение производственных мощностей предприятий напрямую связана с увеличением количества и масштабами чрезвычайных аварий и катастроф. Крупномасштабные чрезвычайные ситуации не раз заставляли людей пересмотреть вопрос взаимодействия человека с природой, человека с техникой, человека с производством. Возникающие в связи с этим чрезвычайные ситуации отражаются как на состоянии экономики и социальной сферы, так и нанесением большого вреда экологии. Современное производство зачастую связано с внедрением химических веществ или атомных разработок. В следствии этого последствия подобных аварий становятся все обширнее и сокрушительнее.

Усложнение производственных процессов, более широкое внедрение в различные сферы современных материалов и технологий, применение новых источников энергии – все это неизбежно приводит к большому количеству числу аварий техногенного характера, что доказывает государственный доклад МЧС России о состоянии защиты населения и территорий российской федерации от чрезвычайных ситуаций за 2021 год [5].

На долю от общего числа пришлось:

- техногенных ЧС 49,2 %;
- природных ЧС – 28,5 %;
- биолого-социальных ЧС – 22,3 %.

Число погибших людей в результате ЧС в 2021 году составило 529 чел., из которых:

- при техногенных ЧС – 505 чел. (95,5 % от общего количества погибших);
- при природных ЧС – 24 чел. (4,5 % от общего количества погибших);
- при биолого-социальных ЧС – погибших не зарегистрировано.

Ликвидация последствий таких чрезвычайных ситуаций силами МЧС России – поисково-спасательными службами, подразделениями, частям гражданской обороны, а также проведение аварийно – спасательных и других неотложных работ осложняется наличием различных опасных факторов, угрожающие жизни и здоровью проводящих эти работы людей.

Для успешной ликвидации современных чрезвычайных ситуаций техногенного характера традиционной специальной подготовки и соблюдение мер безопасности недостаточно, требуются внедрения новых разработок для их ликвидации сохранением жизни и здоровья спасателей.

Лазер является одним из наиболее значительных и полезных изобретений 20-го века, открывшее перед человечеством огромное количество новых направлений для ее развития.

Благодаря максимальной эффективности, высокой производительности и универсальности спектр их применения расширился, начиная от медицины и заканчивая строительством летательных аппаратов.

Согласно истории в основу этого изобретения легла теория вынужденного излучения, выдвинутая Эйнштейном в 1917 г. «возможность индуцированного (вынужденного) излучения света атомами». Первый лазер был создан 16 мая 1960 года физиком из Калифорнии Теодором Мейнманом (Theodore H. Maiman).. Лазер (от англ. LASER — Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, что в переводе на русский означает «усиление света посредством вынужденного излучения», или оптический квантовый генератор — это устройство, преобразующее энергию накачки (световую, электрическую, тепловую, химическую и др.) в энергию когерентного, монохроматического, поляризованного и узконаправленного потока излучения, то есть это луч света, испускаемый синхронными источниками, в узком направленном диапазоне чрезвычайно сконцентрированный световой поток.

Принцип работы лазера основан на явление вынужденного (индуцированного) излучения. Суть явления состоит в том, что возбуждённый атом способен излучить фотон под действием другого фотона без его поглощения, если энергия последнего равняется разности энергий уровней атома до и после излучения. При этом излучённый фотон когерентен фотону, вызвавшему излучение (является его «точной копией»). Таким образом, происходит усиление света. Данное физическое явление отличается от спонтанного излучения, в котором излучаемые фотоны имеют случайные направления распространения, но одинаковую поляризацию и фазу.

В настоящее время область применения лазеров расширяется с каждым днем. А все благодаря многочисленным преимуществам данной технологии. Доля энергии, употребляемой индустриально развитыми странами в виде лазерного луча, стремительно растет. В настоящее время развитие многих отраслей промышленности, науки, техники практически невозможно представить без применения лазеров и устройств на их основе.

Их широкая популярность обусловлена отсутствием механического воздействия на обрабатываемую поверхность, что позволяет работать с широким спектром материалов, независимо от их теплофизических свойств.

С момента своего изобретения лазеры зарекомендовали себя как «готовые решения ещё неизвестных проблем». В силу уникальных свойств излучения лазеров, они широко применяются во многих отраслях, например,

1. Передача информации по стекловолокну.
2. Лазерная обработка материалов (резка, гравировка, сварка).
3. В микроэлектронике для прецизионной обработки материалов
4. Лазеры в медицине и биофотонике.
5. Термоядерная реакция с применением лазеров.
6. В военных целях.
7. Астрономия.
8. Использование лазеров в области научных исследований.
9. Голография и интерферометрия.
10. Метрология и измерительная техника.
11. Лазерная химия.
12. Лазеры в приборах и оборудовании.
13. В промышленности.

Потенциалом, позволяющим разрабатывать и производить современные лазерные технологические системы, обладает не большое количество стран. К их числу относится и Россия. Одной из немногих конкурентоспособных областей в нашей стране сейчас является лазерная индустрия. В самой России имеется целый ряд фирм и специалистов в основном производящих лазерные технологии на основе фотонной волны. Однако, к сожалению, в настоящее время мы отстаем от США, Японии, Германии как по степени практического освоения лазерно-оптических технологий, так и по уровню новых разработок в этой области.

Таким образом, расширенное и эффективное применение индуцированного излучения в социально экономическом развитии решает вопросы хозяйства, уровень жизни народа и обеспечивает национальную безопасность. Лазерная индустрия для России – это инновационный потенциал, который уже давно является главной отличительной особенностью научно-технической базы и социально-экономической развитости страны на мировой арене.

Одними из наиболее сложных пожаров, представляющие опасность для коммуникаций, смежных сооружений, а также для участников тушения являются пожары на нефтеперерабатывающих объектах или в местах хранения нефтепродуктов. Преимущественно распространенные методы хранения продуктов на основе нефти, как у нас в России, так и за рубежом являются стальные резервуары. Пожары на таких объектах могут развиваться до масштабных техногенных, экологических катастроф, привести к значительному материальному ущербу и требуют для их ликвидации большого количества сил и средств. Одним из масштабных трагических событий можно считать пожар на нефтебазе под Киевом в 2015 г., где хранилось 15 тыс. т горючего, в результате которого погибли 6 и ранено 15 человек, все 17 резервуаров были разрушены, выгорело 2/3 хранимого топлива. В ликвидации пожара были задействованы более 300 человек, 60 единиц техники, пять пожарных поездов и пожарные танки.

Пожар в резервуаре в большинстве случаев начинается со взрыва паровоздушной смеси. На образование взрывоопасных концентраций внутри резервуаров оказывают существенное влияние физико-химические свойства хранимых нефти и нефтепродуктов, конструкция резервуара, технологические режимы эксплуатации, а также климатические и метеорологические условия. В результате взрыва происходит полное или частичное разрушение крыши, стенок резервуара и загорается жидкость на всей свободной поверхности.

Стены вертикальных стальных резервуаров (РВС) состоят из металлических листов, как правило, с размерами 1,5×4 м. Причем толщина резервуара колеблется в пределах от 6 мм (РВС-1000) до 25 мм (РВС-120000) в зависимости от вместимости резервуара. Толщина верхнего пояса составляет от 4 до 10 мм. При горении жидкости температура стены резервуара всегда выше температуры жидкости. Разность температур между стенкой и жидкостью обусловлена тем, что к стенке непосредственно прилегает пламя. В связи с этим повышается вероятность обрушения стенок. Опасность обрушения металлических конструкций резервуара сдерживают доступ, осложняют работу по тушению пожара, подачи средств пожаротушения для охлаждения несущих конструкций.

При горении резервуаров в окружающем пространстве от горящих емкостей излучается мощное тепловое излучение (порядка 1000 °С), с пламенем высотой 1-2 диаметра горящего резервуара. В настоящее время доступ пожарных к резервуарам ограничена из-за отсутствия средств защиты, способных выдержать указанную температуру в течение определенного времени выполнения боевой задачи (теплоотражающие костюмы ТОК-200 для пожарных устойчивы к воздействию температуры окружающей среды 200 °С не менее 600 с. Связи с этим, аналогично к приведенной первой ситуации возникают сложности по охлаждению рядом стоящих резервуаров, в которых происходит повышение температуры хранимой жидкости, образовывается взрывоопасная концентрация, способствующая к возникновению новой аварии.

В настоящее время одним из способов спуска давления, среза разных металлических конструкций резервуара является - механический метод (гидравлические инструменты), представляющий большую опасность для пожарных и спасателей МЧС России. В данном случае лазерные комплексы могут заменить традиционный подход ведения аварийно-спасательных работ. Современные лазерные технологии способны с безопасного расстояния проделывать технологические срезы, отверстия для спуска давления или оттока жидкости, тем самым способствуя сокращению времени ликвидации возникшей чрезвычайной ситуации к минимальному материальному и экологическому ущербу.

В России уже есть опыт применения мобильной лазерной установки для резки металлических конструкций резервуаров специалистами АО «ГНЦ РФ ТРИНИТИ». Мобильный лазерный комплекс ТРИНИТИ был испытан Таймырском Долгано-Ненецком районе в масштабном опытно-исследовательском учении «Безопасная Арктика». На что способен мобильный лазерный комплекс разработчики продемонстрировали на Дудинской нефтебазе, где подожгли резервуар с сырой нефтью. Лазерный комплекс за 15 минут в стене толщиной 6 мм сделал технологический проем 2×1,5 м, благодаря чему пожарные получили прямой доступ к возгоранию и оперативно его потушили. Лазерный комплекс производил резку в 80 метрах от нефтехранилища. К сожалению, в настоящее время резервуары вскрывают контактным способом, вследствие чего силы и средства МЧС России вынуждены подходить к ним вплотную для реализации боевой задачи.

Резюмируя, можно сказать, что применения индуцированного излучения для введения аварийно-спасательных работ – является новым, перспективным направлением в развитии пожарной техники. Мобильные лазерные комплексы благодаря высокому когерентному излучению способны резать любые виды металлических конструкций в труднодоступных местах с безопасного расстояния при возникновении чрезвычайной ситуации на нефтегазовых комплексах. Данный вид направления обеспечит подразделений пожарной охраны высокой оперативностью, заменой некоторой спецтехники, а главное сохранит жизнь и здоровье, ликвидирующих последствия чрезвычайной ситуации. Отсюда следует, что перспектива развития мобильных лазерных комплексов в МЧС России являются огромным преимуществом при техногенных авариях.

Таким образом, новые изобретения постоянно приходят в нашу жизнь. В первую очередь они появляются в сфере производства, чтобы максимально упростить и ускорить производственные процессы. Никакие отрасли не обходят стремительно появляющиеся новшества и еще более совершенные инновационные технологии, однако в то же возрастают риски возникновения и количества чрезвычайных ситуаций, требующие более современные подходы для их ликвидации. Лазерные технологии – это те самые инновации, которые необходимы нашей стране. В связи со своей большой сферой использования лазерные технологии могут стать тем «локомотивом», который выведет российскую экономику на новый, инновационный уровень развития. Также внедрение лазерных технологий является одним из самых перспективных направлений развития в научной деятельности Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Ввод лазерной техники в аварийно - спасательные работы будет обеспечивать эффективную, оперативную и безопасную работу ликвидирующих последствия техногенных аварий и катастроф на промышленных объектах.

Список источников

1. Гармышев, В. В. Анализ и оценка последствий чрезвычайных ситуаций на территории России / В. В. Гармышев, С. С. Тимофеева, Д. В. Дубровин // XXI век. Техносферная безопасность. – 2019. – Т. 4, № 2(14). – С. 160-170. – DOI 10.21285/2500-1582-2019-2-160-170. – EDN TZYNOF.
2. Тимошевский, А. А. Анализ чрезвычайных ситуаций в России и их сравнительная характеристика / А. А. Тимошевский, В. Г. Белых, И. М. Чиж // Медицинская сестра. – 2017. – № 2. – С. 3-6. – EDN YICBGD.
3. Антоненко, К. В. Инновационный потенциал лазерной индустрии в России и КНР / К. В. Антоненко // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2011. – № 8(32). – С. 4. – EDN OZQJRD.
4. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2020 году» / - М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2021, 264 с.

**Юлия Сергеевна ЗАЙЧЕНКО¹, Сергей Александрович ШКУНОВ²,
Денис Вячеславович ТАРАКАНОВ³**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (y.zaichenko@academygps.ru, SPIN 9369-1800, ID: 1030211)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (s.shkunov@academygps.ru, SPIN 7694-1573, ID: 860013)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (d.tarakanov@academygps.ru, SPIN 4861-3481, ID: 587331)

Критерии оценки пожарно-спасательных гарнизонов

Аннотация. В статье определена проблематика вопроса оценки пожарно-спасательных гарнизонов и изучены критерии, влияющие на нее. Предложено использование физической модели для качественной характеристики и поиска вариантов ранжирования гарнизонов по предпочтительности для улучшения обстановки в них.

Ключевые слова: критерии оценки, пожарно-спасательный гарнизон, силы и средства, пожарно-спасательные автомобили, поддержка лица, принимающего решения.

Yulia S. ZAICHENKO¹, Sergey A. SHKUNOV², Denis V. TARAKANOV³
^{1,2,3} State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Criteria for evaluating fire and rescue garrisons

Annotation. The article defines the problematic of the issue of evaluation of fire and rescue garrisons and examines the criteria affecting it. It is proposed to use a physical model for qualitative characterization and search for options for ranking garrisons according to the preference for improvement.

Key words: evaluation criteria, fire and rescue garrison, forces and means, fire and rescue vehicles, support of the decision-maker.

В статье 52¹ указано, что один из способов защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара – это организация деятельности подразделений пожарной охраны. При этом, система обеспечения пожарной безопасности – совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на профилактику пожаров, их тушение и проведение аварийно-спасательных работ².

Для реализации работы данной системы необходимы мобильные средства пожаротушения – это транспортные или транспортируемые пожарные машины (пожарные автомобили, вертолеты, самолеты, поезда и т.д.), предназначенные для использования личным составом пожарных подразделений при тушении пожара и проведении аварийно-

¹ Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

² Федеральный закон от 21 декабря 1994 года № 69-ФЗ (ред. от 10.07.2023) «О пожарной безопасности».

спасательных работ¹. Они необходимы, чтобы оперативно доставить личный состав к месту пожара и провести аварийно-спасательных работы, а также реализовать подачу к месту пожара огнетушащих веществ.

Именно поэтому актуальность работы определяется выработкой необходимого аппарата по поддержке лица принимающего решения при реализации оценки гарнизонов. Исследование способности к выполнению задач по назначению позволит дать оценку гарнизонам и выявить проблемные показатели для частного улучшения.

Основываясь на исследованиях, приведенных в [1], оценка гарнизона производится на основании 2 критериев: оперативной ($K_{o.g.}$) и технической ($K_{т.г.}$) готовности, что позволяет охарактеризовать этот метод с помощью классической модели управления «эффективность-стоимость», где «эффективность» – это оперативная готовность, то есть занятость пожарных автомобилей на пожарах, а «стоимость» – это техническая готовность, представляющая собой занятость пожарных автомобилей на техническом обслуживании и ремонтах.

Однако, проблематикой такого метода является сложность выбора предпочтения – оба критерия являются равнозначными и не позволяют отдать предпочтение какому-то одному для выявления проблематики улучшения (рисунок 1).

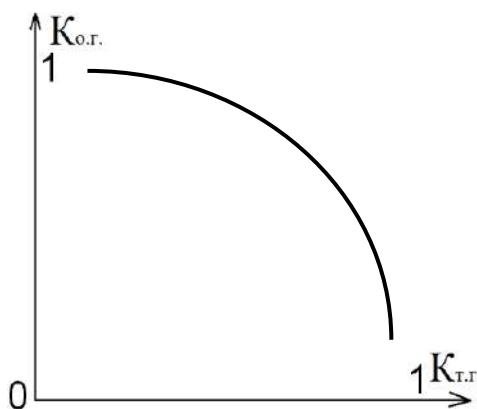


Рисунок 1 – Зависимость критериев оперативной и технической готовности

В современном мире классическая модель управления дополнена третьим критерием – временем, поэтому для обширного рассмотрения в [2] предложено дополнить оценку гарнизона оснащенностью ($K_{осн.}$), которая характеризует срок эксплуатации пожарных автомобилей (рисунок 2).

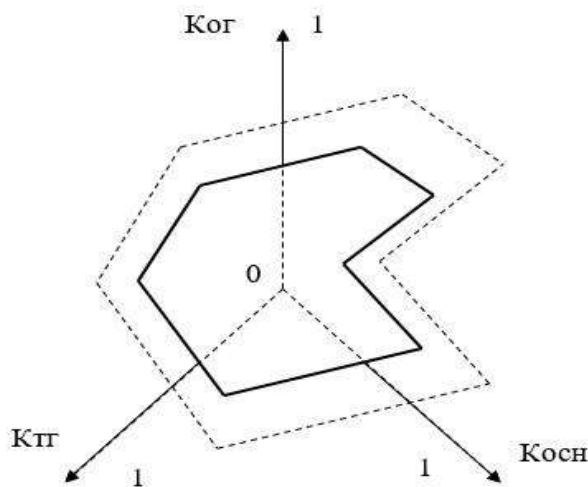


Рисунок 2 – Общий вид модели, основанной на трех критериях

¹ Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043/2017). Принят решением Совета Евразийской экономической комиссии от 23 июня 2017 года № 40.

Однако, как говорилось ранее, в Техническом регламенте о требованиях пожарной безопасности, «система обеспечения пожарной безопасности – совокупность сил и средств...». Следовательно, оценивать гарнизон необходимо не только анализируя средства, но и силы. К силам относятся личный состав гарнизона, который несет караульную службу. Она организуется в подразделениях пожарной охраны для обеспечения готовности личного состава, мобильных средств пожаротушения, пожарного оборудования и аварийно-спасательного инструмента, снаряжения, средств связи и огнетушащих веществ подразделений к действиям по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ, профессиональной подготовки личного состава подразделений¹.

Поэтому внедрение дополнительного критерия, характеризующего обеспеченность личным составом ($K_{л/с}$), определяет новое направление в оценке гарнизона и способе проблемных показателей повышения качества выполнения задач по назначению.

Так как «время» характеризуется оснащенностью, а обеспеченность другими критериями, то предлагается рассматривать физическую модель, дополняющую пространство равноправным временным измерением и создающая теоретико-физическую конструкцию [3]. Тогда общий вид модели оценки пожарно-спасательных гарнизонов будет основан на следующей формуле [4]:

$$(\Delta s)^2 = (\Delta t)^2 - (\Delta x)^2 - (\Delta y)^2 - (\Delta z)^2. \quad (1)$$

Таким образом, реализовав оценку на основе 4 составляющих, можно в комплексе исследовать территориальный пожарно-спасательный гарнизон; провести сравнительный анализ гарнизонов в отдельности и выявить худшие и лучшие. В дальнейшем рассмотрев каждый из критериев в гарнизоне в отдельности, определить концепцию его улучшения. Это повысит качество выполняемых задач по назначению, стоящих перед пожарной охраной, что приведет к снижению материального ущерба от пожаров, количества погибших и пострадавших на пожарах.

Список источников

1. Шкунов, С.А. Информационно-аналитическая модель принятия решений по переоснащению парка пожарных автомобилей [Текст] / С.А. Шкунов // Пожаровзрывобезопасность. – 2016. – Т. 25. – № 7. – С. 58–62.
2. Зайченко, Ю.С. Модель поддержки принятия решений при управлении распределением мобильных средств пожаротушения [Текст] / Ю.С. Зайченко, Д.В. Тараканов, С.А. Шкунов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение и ликвидация. – 2021. – № 1 (21). – С. 64–70.
3. Королев, В.С. Размышления о колебаниях и волнах гравитации и деформации пространства – времени [Текст] // Естественные и математические науки в современном мире. – 2016. – № 4 (39). – С. 176–189.
4. Классики естествознания / под общ. ред. И. И. Агола, С. М. Вавилова и др. – Ленинград: Кр. Печатник. – 1935. – 390 с.

ГСНТИ 73.01.99

УДК 620.193

ББК 39.1

**Василий Павлович ЗАРУБИН¹, Виталий Евгеньевич ИВАНОВ²,
Ирина Анатольевна ЛЕГКОВА³**

¹ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, Россия (docent432@yandex.ru, SPIN: 5048-6638, ID: 30776130)

²ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, Россия (vitaliyivanov@yandex.ru, SPIN: 8246-3584, ID: 757399)

³ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, Россия (legkovai@mail.ru, SPIN 3524-9975, ID: 366562)

¹ Приказ МЧС России от 20 октября 2017 года № 452 «Об утверждении Устава подразделений пожарной охраны».

Влияние способа подготовки кузовных деталей пожарной техники под покраску на надежность покрытия

Аннотация. Защита металлических деталей от агрессивного воздействия окружающей среды является неотъемлемой частью мероприятий, продлевающих работоспособность как отдельных деталей, так и всего механизма в целом. Недостаточная защищенность поверхности деталей приводит к ослаблению их несущей способности и разрушению. Материал статьи посвящен вопросу борьбы с образованием участков коррозии и вопросам подготовки поверхностей деталей для нанесения защитных покрытий в виде грунтов, красок и лаков. На основании проведенного обзора различных способов подготовки поверхностей деталей под покраску, выбран оптимальный с точки зрения качества удаления продуктов коррозии при минимальном механическом воздействии на деталь.

Ключевые слова: пожарная техника, надежность, коррозия, защита от ржавчины, удаление коррозии

Vasily Pavlovich ZARUBIN, Vitaliy Evgenievich IVANOV, Irina Anatolyevna LEGKOVA
Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia

The influence of the method of preparing the body parts of fire equipment for painting on the reliability of the coating

Abstract. Protection of metal parts from aggressive environmental influences is an integral part of measures that prolong the operability of both individual parts and the entire mechanism as a whole. Insufficient protection of the surface of the parts leads to a weakening of their bearing capacity and destruction. The material of the article is devoted to the issue of combating the formation of corrosion sites and the preparation of surfaces of parts for applying protective coatings in the form of primers, paints and varnishes. Based on the review of various methods of preparing the surfaces of parts for painting, the optimal one was chosen from the point of view of the quality of removal of corrosion products with minimal mechanical impact on the part.

Key words: fire fighting equipment, reliability, corrosion, rust protection, corrosion removal

Долговечность мобильных средств пожаротушения и другого пожарно-технического вооружения зависит от многих факторов. Тяжелые режимы работы, агрессивная среда, повышенные температуры вызывают износ сопряженных деталей и как следствие выход из строя основных узлов и агрегатов. Однако не только износ за счет трения является причиной поломки техники. Но и коррозия металлических поверхностей приводит к снижению прочности и разрушению деталей. Борьба с коррозией, и защита металлических деталей от нее, является важной и актуальной задачей. Стоит отметить, что это касается не только машин, находящихся в эксплуатации, но и машин и агрегатов, установленных на хранение. Данные статистики по количеству и причинам выхода из строя техники позволяют сделать заключение, что не качественная постановка на хранение приводит к быстрому выходу техники из строя при последующем введении ее в работу [1].

Плановое техническое обслуживание машин и механизмов, в том числе и пожарной техники, предусматривает проведение осмотра на предмет обнаружения повреждения защитных покрытий и в случае их выявления проведения ряда работ по их устранению [2, 3].

Способов борьбы с коррозией достаточно много. Принцип большинства из них основан на создании защитного покрытия на металлической поверхности позволяющего минимизировать взаимодействие окружающей среды с металлом. Самым распространенным способом защиты металла от коррозии является покрытие деталей различными красками.

Результаты исследований дают возможность сделать заключение, что соблюдение технологии послойного, последовательного нанесения грунтовочного состава и эмали дают оптимальные показатели защиты от образования коррозии [4].

Однако качество покрытия имеет прямую зависимость от качества проведения подготовительных операций. К подготовительным операциям относятся работы по удалению старого лака-красочного покрытия, оксидной пленки и продуктов коррозии. В случае не качественного устранения продуктов коррозии качество нанесенного нового покрытия значительно снижается. Наблюдается вздутие лака-красочного слоя, процессы коррозии металла продолжают. Таким образом качество подготовки поверхности под покраску играет очень важную роль [5, 6].

Способы удаления продуктов коррозии с поверхности металла можно разделить на два типа, такие как химический способ и механический способ. Удаление оксидной пленки и продуктов коррозии с помощью химических реактивов (рис. 1.) распространен в меньшей степени. Химические реактивы имеют высокую стоимость, а их использование требует особой внимательности с точки зрения безопасности для рабочего персонала.



Рисунок 1 – Химически активные составы для защиты металла от коррозии

Самым распространенным способом удаления ржавчины является ее механическое удаление. Для этих целей используют различные абразивные материалы и металлические щетки (рис. 2).



Рисунок 2 – Механическая обработка металла от коррозии

Этот способ достаточно прост и не требует специальной подготовки. Однако стоит отметить, что механическое удаление продуктов коррозии имеет ряд недостатков. Так, например, для удаления очагов глубокой коррозии с помощью абразивных кругов и наждачной бумаги удаляется значительная часть чистого металла. В труднодоступных местах у деталей сложной геометрической формы нет возможности зачистить всю

поверхность. Остаются необработанные труднодоступные для инструмента участки. Решить указанные проблемы механической обработки позволяет применение пескоструйной обработки (рис. 3).



Рисунок 3 – Пескоструйная обработка металла от коррозии

Принцип обработки заключается в подаче на зачищаемую поверхность струи абразивного сыпучего материала за счет сжатого воздуха. В качестве абразивного материала чаще всего применяют песок. Частицы песка, разгоняемые сжатым воздухом ударяются об обрабатываемую поверхность и выбивают частицы ржавчины с ее поверхности. При этом сам обрабатываемый металл изнашивается в меньшей степени чем при обработке абразивными кругами или наждачной бумагой. Пескоструйная обработка позволяет очищать от ржавчины детали сложной геометрической формы и в труднодоступных местах.

Для оценки влияния качества подготовки поверхности под нанесение лака-красочных покрытий были подготовлены различными способами образцы. Образец №1 из листового металла обрабатывался преобразователем ржавчины «Цинкарь», образец №2 обрабатывался лепестковым абразивным кругом, образец №3 подвергался пескоструйной обработке. Обработанные образцы обезжиривались растворителем, покрывались грунтом и эмалью. Для оценки остойчивости покрытия от коррозии образцы помещались в агрессивный раствор [7]. В процессе исследований фиксировалось изменение поверхностного слоя покрытия, нарушение его целостности появление ржавчины (рис. 4). Наблюдения проводились с периодичностью 14 дней. Максимальное время выдержки образцов в агрессивной среде составило 32 дня.

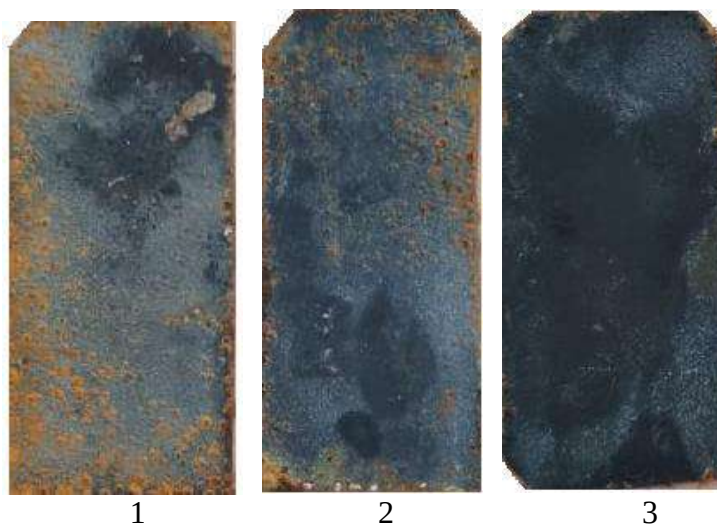


Рисунок 4 – Вид образцов после проведения исследований: 1- образец обработанный преобразователем ржавчины «Цинкарь»; 2 – образец обработанный абразивным лепестковым диском; 3 – образец подвергнутый пескоструйной обработке.

Визуальный осмотр образцов дает возможность сделать заключение, что не зависимо от обработки все образцы поражены коррозией. Однако наглядно видно, что на образце №3 очагов коррозии значительно меньше, покрытие менее нарушено, отслоение краски не наблюдается. Обработка металла преобразователем ржавчины не оказало значительного влияния на предотвращения повторного окисления. Образец №1 имеет на поверхности большое количество очагов коррозии в некоторых местах слой краски потрескался и отслоился.

На основании проведенных исследований можно сделать заключение о влиянии качества подготовки поверхности под покраску на дальнейшую надежность покрытия. Можно отметить, что обработка преобразователями ржавчины требует дальнейшей отработки технологии нанесения и изучения отрицательных результатов. Механическая обработка на данном этапе показала лучшие показатели надежности покрытия. При сравнении обработки лепестковым абразивным кругом и пескоструйной обработкой можно отметить, что последний вариант обработки показывает лучшие результаты. Причиной таким результатам может быть качественное удаление очагов коррозии перед покраской. После обработки песком адгезия поверхности повышается, грунт равномерней распределяется по поверхности и создает надежную ровную базу под покрытие эмалью.

Таким образом правильно выбранный способ подготовки поверхности металлических деталей сельскохозяйственной техники для нанесения защитных покрытий в виде красок и лаков обеспечит надежную защиту от повторного возникновения очагов коррозии.

Список источников

1. Безбородько М.Д., Цариченко С.Г., Роевко В. В. и др. Пожарная и аварийно-спасательная техника: учебник: в 2 ч. Ч. 1 / под ред. М.Д. Безбородько. М.: Академия ГПС МЧС России, 2013.
2. Разработка передвижной мастерской для проведения технического обслуживания пожарных автомобилей / В. П. Зарубин, А. В. Топоров, В. В. Киселев, Т. А. Яковенко // Техносферная безопасность. – 2017. – № 4(17). – С. 3-7.
3. Модернизация передвижной мастерской для обслуживания пожарной техники / В. П. Зарубин, В. В. Киселев, Н. А. Кропотова [и др.] // Пожарная и аварийная безопасность. – 2018. – № 2(9). – С. 47-57.
4. Козлов Д.Ю. Антикоррозионная защита [Текст]:- Екатеринбург: ООО «ИД «Оригами», 2013. - 440 с.
5. Медведев М.С. Современные способы защиты металлов от коррозии [Текст]: М.: Химия, 2019. – 25 с.
6. Бурнашов, А. С. Вопросы повышения эффективности технического обслуживания и ремонта пожарной техники / А. С. Бурнашов, А. А. Покровский // Надежность и долговечность машин и механизмов : Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 12 апреля 2018 года. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 20-22.
7. Каргаев, З. С. Исследование влияния некоторых жидких сред на коррозионное разрушение резьбовых соединений / З. С. Каргаев, П. В. Пучков // Надежность и долговечность машин и механизмов : Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 14 апреля 2022 года. – Иваново: 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», 2022. – С. 497-501.

ГСНТИ 81.92+27.43
УДК 614+311+519.2
ББК 30н

Игорь Анполинарьевич КАЙБИЧЕВ

Уральский институт ГПС МЧС России (kaibitchev@mail.ru)

Кластеризация регионов по размеру материального ущерба от пожаров на основе U критерия Манна-Уитни

Аннотация. Исследована возможность применения U критерия Манна-Уитни для кластеризации регионов России по размеру материального ущерба от пожаров.

Ключевые слова: U критерий Манна-Уитни, кластеризация, размер материального ущерба от пожаров, регионы Российской Федерации.

Igor A. KAIBICHEV

Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia. Ekaterinburg, Russia

Clustering of regions by the amount of material damage from fires based on the Mann-Whitney U test

Abstract. The possibility of using the Mann-Whitney U criterion for clustering Russian regions according to the amount of material damage from fires was investigated.

Key words: Mann-Whitney U test, clustering, amount of material damage from fires, regions of the Russian Federation.

Одним из перспективных методов исследования пространственной организации общества [1] является кластеризация [2]. При этом используют методы К-средних, К-медиан, ЕМ-алгоритм, дискриминантный анализ, алгоритмы Forel. Покажем возможность использования для кластеризации U критерия Манна-Уитни [3].

Кластеризация регионов России по размеру материального ущерба от пожаров позволит определить регионы с близкими средними значениями, что облегчит принятие управленческих решений в МЧС России.

Проведем анализ данных по размеру материального ущерба от пожаров [4] за период 2018-2022 годов. По каждому региону находим среднее значение размера материального ущерба от пожаров и производим сортировку в порядке убывания (Рис. 1-9).

	A	B	C	D	E	F	G
1	Регион	2018	2019	2020	2021	2022	Среднее
2	Московская область	911738	1114364	6493209	1127603	489645	2027312
3	г. Санкт-Петербург	3260218	1121184	727052	1626261	225883	1392120
4	г. Москва	478918	2020741	580828	1282047	398039	952115
5	Свердловская область	282296	1727374	608526	142729	1471368	846459
6	среднее						1304501
7	стандартное отклонение						536691

Рисунок 1 - Первый кластер

	A	B	C	D	E	F	G
1	Регион	2018	2019	2020	2021	2022	Среднее
2	Архангельская область	584891	456797	404675	452770	541514	488129
3	Ростовская область	248015	497662	489131	481179	617482	466694
4	Ульяновская область	122765	88234	109790	1343429	643553	461554
5	Республика Бурятия	323961	485478	380323	532203	569957	458384
6	Хабаровский край	79236	1E+06	117302	126913	900935	453998
7	Иркутская область	312253	390816	583557	394478	457200	427661
8	среднее						459404
9	стандартное отклонение						19600

Рисунок 2 - Второй кластер

	A	B	C	D	E	F	G
1	Регион	2018	2019	2020	2021	2022	Среднее
2	Рязанская область	348736	332433	359076	538178	414539	398592
3	Ямало-Ненецкий авт. округ	376226	271959	976981	161954	166532	390730
4	Владимирская область	175854	134450	558876	548148	521924	387850
5	Брянская область	325471	304623	486981	389682	349151	371182
6	Калужская область	328136	275653	306370	387672	490965	357759
7	Республика Татарстан	276293	246291	492083	470326	192890	335577
8	среднее						373615
9	стандартное отклонение						23764

Рисунок 3 - Третий кластер

	A	B	C	D	E	F	G
1	Регион	2018	2019	2020	2021	2022	Среднее
2	Краснодарский край	287192	484249	161177	184856	486509	320797
3	Приморский край	253832	307905	571644	295877	165736	318999
4	Белгородская область	233457	198328	390433	259859	433259	303067
5	Пермский край	253832	307905	571644	205877	165736	300999
6	Республика Башкортостан	199717	89384	205516	439303	459728	278730
7	Саратовская область	235929	236666	298368	315606	209203	259154
8	Орловская область	34739	63436	162864	87116	905796	250790
9	Нижегородская область	287140	266185	208309	276559	179516	243542
10	Тамбовская область	100237	202366	248235	265592	385566	240399
11	Республика Мордовия	240812	199222	188080	244382	233493	221198
12	Красноярский край	490824	175797	166223	104683	137258	214957
13	Липецкая область	206189	166748	286571	217323	197524	214871
14	Пензенская область	41291	161888	300218	193030	373115	213908
15	Калининградская область	225188	114125	94557	430253	152940	203413
16	Ярославская область	128177	120304	66777	196391	485249	199380
17	Ханты-Мансийский авт. округ-Югра	150160	115818	227706	184798	234856	182668
18	среднее						247929
19	стандартное отклонение						44741

Рисунок 4 - Четвертый кластер

	A	B	C	D	E	F	G
1	Регион	2018	2019	2020	2021	2022	Среднее
2	Республика Алтай	93035	97401	156552	131646	364317	168590
3	Республика Дагестан	93035	97401	156552	131646	354317	166590
4	Курганская область	446438	59266	63639	124490	111019	160970
5	Новгородская область	427717	38333	154140	83934	62775	153380
6	Республика Марий Эл	151139	137915	132969	239291	89096	150082
7	Тверская область	128911	43261	55251	60591	462358	150074
8	Амурская область	52698	159739	175345	58299	284902	146197
9	Чувашская Республика	160575	192238	130360	115933	110958	142013
10	Псковская область	88803	81385	73071	22169	417608	136607
11	Кемеровская область - Кузбасс	147075	202473	108581	86466	121430	133205
12	Новосибирская область	171079	217672	65773	157791	47012	131865
13	Удмуртская Республика	26123	28394	24978	33126	532396	129003
14	Ставропольский край	83392	210754	132788	125532	36497	117793
15	Ленинградская область	45528	36815	181825	231105	67442	112543
16	Курская область	87563	86277	176639	51587	159110	112235
17	Тюменская область	175917	26598	196368	76906	69189	108996
18	среднее						138759
19	стандартное отклонение						19301

Рисунок 5 - Пятый кластер

	A	B	C	D	E	F	G
1	Регион	2018	2019	2020	2021	2022	Среднее
2	Тульская область	49232	59654	31956	34150	355848	106168
3	Сахалинская область	36690	237462	62044	143551	40255	104000
4	Республика Крым	61266	70864	77414	82792	178614	94190
5	Алтайский край	14583	126080	131126	163466	29560	92963
6	Республика Саха (Якутия)	79039	50527	107280	117768	66629	84249
7	Забайкальский край	125119	168174	37767	36675	43556	82258
8	Самарская область	9792	150308	97251	31306	98196	77371
9	Вологодская область	70779	57674	120764	83770	46482	75894
10	Чеченская Республика	29494	76089	77343	80857	113741	75505
11	Еврейская авт. область	7529	247887	16638	82503	21521	75216
12	Волгоградская область	104682	41719	99823	63551	56616	73278
13	Смоленская область	94653	47200	75461	65203	76162	71736
14	среднее						84402
15	стандартное отклонение						12065

Рисунок 6 - Шестой кластер

	A	B	C	D	E	F	G
7	Костромская область	76787	15903	40745	74747	30998	47836
8	Оренбургская область	37396	42432	38766	87031	26491	46423
9	Воронежская область	97186	40850	13682	12176	63284	45436
10	Мурманская область	10655	25682	42595	93384	30157	40495
11	Республика Карелия	19084	58294	52768	50385	14039	38914
12	Камчатский край	43317	118057	21500	4224	7239	38867
13	Омская область	14809	25110	38551	49360	40763	33719
14	Республика Хакасия	24235	36907	19583	12830	71812	33073
15	г. Севастополь	26637	66567	29989	26816	7873	31576
16	Республика Калмыкия	753	131138	14513	3587	3253	30649
17	Республика Тыва	13043	39796	18689	62287	19322	30627
18	Кабардино-Балкарская Республика	93646	4684	6495	12183	17407	26883
19	Томская область	24580	14243	19616	19101	48099	25128
20	Астраханская область	17093	25407	9039	44566	23301	23881
21	Ненецкий автономный округ	13732	68514	4211	15714	1243	20683
22	Ивановская область	13742	45931	21472	6363	5341	18570
23	среднее						39248
24	стандартное отклонение						13921

Рисунок 7 - Седьмой кластер

	A	B	C	D	E	F	G
1	Регион	2018	2019	2020	2021	2022	Среднее
2	Республика Ингушетия	10050	17180	20654	16380	316	12916
3	Республика Северная Осетия-Алания	10	289	3019	52043	8109	12694
4	Магаданская область	24892	4488	4476	5197	31	7817
5	среднее						11142
6	стандартное отклонение						2882

Рисунок 8 - Восьмой кластер

	A	B	C	D	E	F	G
1	Регион	2018	2019	2020	2021	2022	Среднее
2	Карачаево-Черкесская Республика	93	0	0	0	0	19
3	среднее						19
4	стандартное отклонение						0

Рисунок 9 - Девятый кластер

Для оценки различия между двумя выборками применяют U критерий Манна-Уитни [3]. В данном критерии проводят сравнение двух выборок (например, размера материального ущерба от пожаров в Московской области и города Санкт-Петербурга), из которых составляют ранжированный ряд в порядке возрастания (Рис. 10).

Количество элементов в первой выборке (показатели Московской области) $n_1 = 5$, сумма рангов этих элементов в ранжированном ряде $R_1 = 27$. Количество элементов во второй выборке (показатели города Санкт-Петербурга, выделены красным цветом) $n_2 = 5$, сумма рангов этих элементов в ранжированном ряде $R_2 = 28$.

	A	B	C	D	E	F
1	Регион	2018	2019	2020	2021	2022
2	Московская область	911738	1114364	6493209	1127603	489645
3	г. Санкт-Петербург	3260218	1121184	727052	1626261	225883
4						
5		489645	1 n1		5	
6		225883	2 n2		5	
7		727052	3 R1		27	
8		911738	4 R2		28	
9		1114364	5 U1		13	
10		1121184	6 U2		12	
11		1127603	7 U		12	
12		1626261	8 Гипотеза Н0			
13		3260218	9			
14		6493209	10			

Рисунок 10 - Расчет U значения критерия Манна-Уитни

Гипотеза Н0 состоит в том, что существенного различия в выборках нет. Альтернативная гипотеза Н1 состоит в том, что наблюдается существенное различие.

Вычислим

$$U_1 = n_1 * n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_1 = 13 \quad (1)$$

$$U_2 = n_1 * n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - R_2 = 12 \quad (2)$$

U статистика Манна-Уитни равна

$$U = \min(U_1, U_2) = 12 \quad (3)$$

Выбираем уровень значимости $\alpha = 0,05$, что даст нам вероятность достоверности результатов 0,95. При объемах выборок $n_1 = 5$ и $n_2 = 5$ по таблице определяем критическое значение $U_c = 4$.

Если полученное значение $U \leq U_c$, то принимается гипотеза Н1. В случае $U > U_c$ принимается гипотеза Н0.

В рассматриваемой ситуации $U > U_c$, поэтому принимается нулевая гипотеза Н0. Следовательно, с вероятностью 0,95 ситуация с размером материального ущерба от пожаров в Московской области и городе Санкт-Петербурге одинакова. Поэтому в первый кластер (Рис. 1) попадают оба региона.

Следующий регион (Рис. 1) – город Москва. Проверка критерия Манна-Уитни выполняется аналогично. Далее берем следующий регион (Рис. 1) и продолжаем выполнение критерия Манна-Уитни.

Ситуация меняется для Архангельской области (Рис. 11). В этом случае справедлива гипотеза Н1, показатели Московской и Архангельской областей различны. Поэтому Архангельская область попадает во второй кластер (Рис. 2).

Последующая проверка критерия Манна-Уитни показала, что во второй кластер попадают 6 регионов (Рис. 2).

Ситуация существенных различий в размере материального ущерба от пожаров наблюдается для Архангельской и Рязанской областей (Рис 12).

Поэтому Рязанская область попадает в третий кластер (Рис. 3).

Далее процедура продолжается по вышеописанному алгоритму.

В итоге можно выделить 9 кластеров (Рис. 1-9). Средний размер материального ущерба от пожаров по кластерам образует убывающий ряд (Рис. 13).

	A	B	C	D	E	F
1	Регион	2018	2019	2020	2021	2022
2	Московская область	911738	1114364	6493209	1127603	489645
3	Архангельская область	584891	456797	404675	452770	541514
4						
5		404675	1 n1		5	
6		452770	2 n2		5	
7		456797	3 R1		38	
8		489645	4 R2		17	
9		541514	5 U1		2	
10		584891	6 U2		23	
11		911738	7 U		2	
12		1114364	8 Гипотеза H1			
13		1127603	9			
14		6493209	10			

Рисунок 11 - Расчет U значения критерия для Московской и Архангельской областей

	A	B	C	D	E	F
1	Регион	2018	2019	2020	2021	2022
2	Архангельская область	584891	456797	404675	452770	541514
3	Рязанская область	348736	332433	359076	538178	414539
4						
5		332433	1 n1		5	
6		348736	2 n2		5	
7		359076	3 R1		36	
8		404675	4 R2		19	
9		414539	5 U1		4	
10		452770	6 U2		21	
11		456797	7 U		4	
12		538178	8 Гипотеза H1			
13		541514	9			
14		584891	10			

Рисунок 12 - Проверка критерия для Архангельской и Рязанской областей

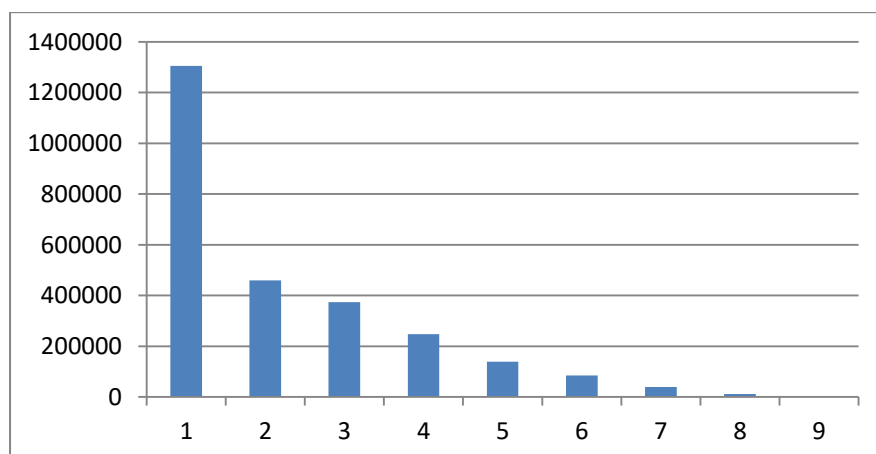


Рисунок 13 - Средний размер материального ущерба от пожаров

Стандартное отклонение по кластерам испытывает заметные колебания в диапазоне 0 – 536691 (Рис. 14).

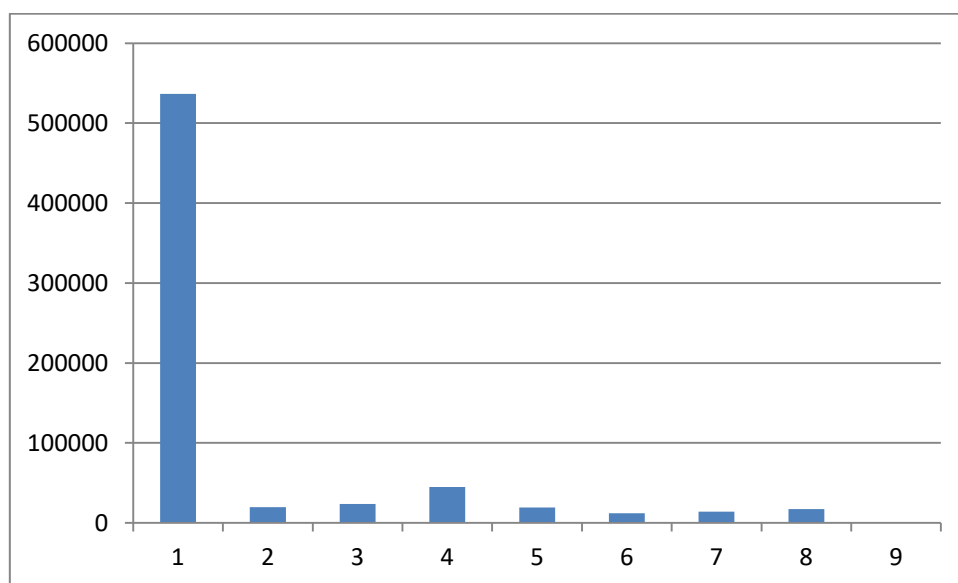


Рисунок 14 - Стандартное отклонение по кластерам

В результате применения U критерия Манна-Уитни к данным по размеру материального ущерба от пожаров в регионах России за период 2018-2022 годов выделены 9 кластеров. С точки зрения математической статистики обстановка внутри каждого кластера по размеру материального ущерба от пожаров одинаковая. Данный результат позволяет установить 9 категорий контроля обстановки с размером материального ущерба от пожаров в России.

Список источников

1. Шарыгин М.Д., Столбов В.А. Теоретико-методологические аспекты поиска законов и закономерностей в общественной географии // Географический вестник, 2020, № 1 (52). – С. 22-32.
2. Мандель И.Д. Кластерный анализ. - М.: Финансы и статистика, 1988. — 176 с.
3. Mann H. B., Whitney D. R. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other // Annals of Mathematical Statistics. — 1947. — № 18. — P. 50—60.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: статист. сб. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. – 80 с.

ГСНТИ 73.01.92
УДК 614.847.79
ББК 39.1

Андрей Владимирович КАЛАЧ¹, Александр Андреевич КАПУСТИН²

¹ Федеральное казенное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский институт ФСИН России», г. Воронеж, Россия (a_kalach@mail.ru, SPIN 2584-7456, ID: 195516, <https://orcid.org/0000-0002-8926-3151>)

² Главное управление МЧС России по Ямало-Ненецкому автономному округу, г. Салехард, Россия (alexkapustin96@mail.ru, SPIN 1054-2318, ID: 1162283, <https://orcid.org/0000-0002-2216-5995>)

Применение секционного устройства эвакуации для спасения людей из пожара

Аннотация. В случае реальной угрозы жизни людей на пожаре - решающим направлением является спасение пожарными подразделениями людей из зоны пожара. Ключевым параметром осуществления спасения людей из пожаров является сокращение времени проведения спасательных работ. Для достижения данной цели авторы предлагают рассмотреть вопрос применения секционного устройства эвакуации.

Ключевые слова: пожар, спасательные устройства, опасные факторы пожара, безопасная зона, время спасения

Andrey V. KALACH¹, Alexander A. KAPUSTIN²

¹ Federal State Educational Institution of Higher Education "Voronezh Institute of the Federal Penitentiary Service of Russia", Voronezh, Russia

² The Main Directorate of the EMERCOM of Russia for the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Salekhard, Russia

The use of a sectional evacuation device to rescue people from a fire

Abstract. In the case of a real threat to people's lives in a fire, the decisive direction is the rescue of people from the fire zone by fire departments. The key parameter of the rescue of people from fires is to reduce the time of rescue operations. To achieve this goal, the authors propose to consider the use of a sectional evacuation device.

Keywords: fire, rescue devices, fire hazards, safe zone, rescue time

Пожары в зданиях и сооружениях, в которых одновременно могут находиться 50 и более человек, имеют широкий общественный резонанс. К таким пожарам привлечено внимание высших должностных лиц государства. Часто эти пожары сопровождаются гибелью большого количества людей и причинением значительного материального ущерба (Рисунок 1).

Объект, дата пожара	Число пострадавших/погибших
Республика Дагестан, г. Махачкала, школа, 10.04.2003 [4]	100/28
Республика Коми (г. Ухта), ТРЦ "Пассаж", 11.07.2005 [4]	10/25
г. Пермь, клуб "Хромая лошадь", 05.12.2009 [4]	80/156
Республика Башкортостан (г. Уфа), ТРЦ "Европа", 22.01.2011 [4]	15/2
Республика Татарстан (г. Казань), ТРЦ "Адмирал", 11.03.2015 [4]	70/19
г. Кемерово, ТРЦ "Зимняя вишня", 25.03.2018 [4]	60/64

Рисунок 1 – Количество погибших и пострадавших людей при крупных пожарах на объектах с массовым пребыванием людей

В случае возникновения пожара в зданиях с массовым пребыванием людей (театры, кинозалы, школы, выставки, учебные заведения, гипермаркеты и т.д.) ключевым параметром является время эвакуации граждан в безопасную зону до достижения предельно допустимых значений опасных факторов пожара (повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная концентрация кислорода, снижение видимости в дыму и др.).

При неконтролируемом горении, создающем угрозу жизни и здоровью людей [1, 2, 3], на объектах с массовым пребыванием граждан возможен ряд обстоятельств, влияющих на развитие пожара и осуществление его тушения пожарными подразделениями (паника людей, быстрое распространение огня по горючей отделке, обрушение подвесных конструкций, быстрое и плотное задымление помещений). Поэтому большое значение придается быстрой и грамотной эвакуации людей из здания в безопасную зону или непосредственно наружу.

В большинстве случаев эвакуация граждан осуществляется организованно и самостоятельно в безопасные зоны с использованием путей эвакуации, но бывают случаи, когда путь передвижения, ведущий наружу или в безопасную зону, отрезан огнем или дымом, и последней надеждой граждан остается экстраординарная эвакуация через аварийные выходы (окно или балкон).

Боевые действия пожарных подразделений по спасению людей осуществляются с использованием технических средств, обеспечивающих требуемую надежность, доступность, простоту и безопасность граждан во время спуска или движения.

В настоящее время для проведения спасательных работ на объектах с массовым пребыванием людей применяются: автолестницы¹, коленчатые подъемники², выдвижные и штурмовые лестницы³, эластичные спасательные рукава⁴, спиральные пожарные спасательные рукава, пневматические прыжковые спасательные устройства⁵, натяжные спасательные полотна⁶, спасательные веревки. Данные средства спасения зарекомендовали себя как наиболее надежные, простые и эффективные на сегодняшний день. Однако они имеют один общий недостаток – это интенсивность спасения пострадавших в единицу времени.

Для успешного и своевременного выполнения подразделениями пожарной охраны этапа по спасению людей необходимо создание специальных технических средств, функционирующих на внешних источниках энергии (например, такие как автоподъемник, автолестница и другие) либо создание специальных технических средств, функционирующих на принципе плавного снижения энергии падения с высоты (например, такие как рукава спасательные пожарные, прыжковые спасательные устройства и другие).

В качестве специального технического устройства, функционирующего на принципе плавного снижения энергии скольжения с высоты авторы предлагают рассмотреть секционное устройство эвакуации (далее – СУЭ) (Рисунок 1) [5].

СУЭ включает набор последовательных секций, каждая из которых, представляет собой форму, близкую к воронке, с повернутым выходным отверстием под определенным углом. Конструктивное исполнение СУЭ рассчитано на одновременную эвакуацию до 5 человек в устройстве, соблюдая минимальное безопасное расстояние между ними. Человек, попав в устройство, осуществляет движение с постоянно изменяющейся траекторией, при этом, средняя скорость составляет 1,5 – 2 м/с по вертикали, а несущие элементы спасательного устройства выполнены из огнеупорной веревки, способной выдерживать нагрузку не менее 350 кг (из расчета 5 эвакуируемых каждый, в среднем, по 70 кг) [5].

¹ ГОСТ Р 52284-2004. Автолестницы пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний;

² ГОСТ Р 53329-2009. Техника пожарная. Автоподъемники пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний;

³ ГОСТ Р 53275-2009. Техника пожарная. Лестницы ручные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний;

⁴ ГОСТ Р 53271-2009. Техника пожарная. Рукава спасательные пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний;

⁵ ГОСТ Р 53273-2009. Техника пожарная. Устройства спасательные прыжковые пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний;

⁶ То же

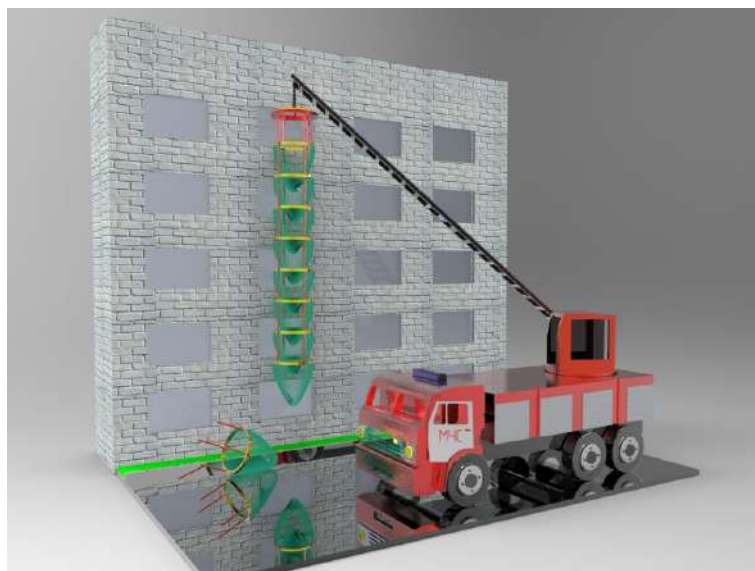


Рисунок 1 – СУЭ, приведенное к действиям по назначению

Перед выпуском в обращение на территориях государств - членов средства обеспечения пожарной безопасности (в нашем случае средства спасения) подлежат оценке соответствия требованиям технических регламентов в соответствии с решением Совета Евразийской экономической комиссии от 23.06.2017 № 40 «О техническом регламенте Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (далее – ТР ЕАЭС 043/2017).

Статьей 144 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» установлено, что оценка соответствия объектов защиты (продукции) требованиям пожарной безопасности проводится в следующих формах:

- аккредитация;
- независимая оценка пожарного риска (аудит пожарной безопасности);
- федеральный государственный пожарный надзор;
- декларирование пожарной безопасности;
- исследование (испытание);
- подтверждение соответствия объектов защиты (продукции);
- приемка и ввод в эксплуатацию объектов защиты (продукции), а также систем пожарной безопасности;
- производственный контроль;
- экспертиза.

Так как СУЭ является техническим средством, обеспечивающим самостоятельное или принудительное перемещение людей из зоны пожара в безопасную зону, а также средством обеспечения пожарной безопасности, то подлежит обязательному подтверждению соответствия требованиям пожарной безопасности в форме декларирования соответствия.

В соответствии с п.п. «а», п. 110 ТР ЕАЭС 043/2017, подтверждение соответствия требованиям пожарной безопасности для СУЭ осуществляется путем прохождения оценки соответствия в форме декларирования соответствия по схеме 4д (для партии средств обеспечения пожарной безопасности или единичного изделия), которая включает следующие процедуры:

- формирование и анализ технической документации;
- проведение исследований (испытаний) и измерений образцов продукции (единичного изделия);
- принятие и регистрация декларации о соответствии;
- маркирование продукции знаком обращения на рынке.

Одним из основных технических приоритетов спасательного устройства является интенсивность спасения пострадавших в единицу времени, особенно когда требуется спасение большого количества людей. Чтобы определить наибольший показатель «количество спасенных в единицу времени» авторы предлагают произвести сравнительный анализ средств спасения с секционным устройством эвакуации согласно Методике расчетов сил и средств для спасения людей при пожарах в многоэтажных зданиях и сооружениях [6].

Оценку возможностей средств спасения проведем согласно следующему тактическому замыслу. В результате пожара на 3 этаже торгово-развлекательного центра, остались отрезанными от эвакуационных путей 31 человек. К месту вызова прибыли отделения пожарной охраны, в том числе, автолестница и автоподъемник коленчатый. Вычислим время спасения людей при помощи средств спасения и СУЭ.

Таблица 2 - Расчет времени спасения пострадавших

Вид СУ	Число спасаемых	Этаж	Н, м	Пропускная способность П (с/чел.м)	Человек в минуту (ч/мин)	Время спасения 1 чел., мин	Время спасения 31 чел., мин
АЛ-30	31	3	9	1,4	1	$T_{c1} = 6,28$ мин	$T_{c31} = 44,08$ мин
АКП-50	31	3	9	0,4	3	$T_{c3} = 4,08$ мин	$T_{c31} = 23,16$ мин
Выдвижная трехколенная лестница	31	3	9	1,4	1	$T_{c1} = 0,98$ мин	$T_{c31} = 19,88$ мин
ЭСР	31	3	9	0,2	5	$T_{c1} = 2,68$ мин	$T_{c31} = 8,08$ мин
ППСУ-20	31	3	9	1	1	$T_{c1} = 3,2$ мин	$T_{c31} = 23,2$ мин
НСП	31	3	9	1	1	$T_{c1} = 0,7$ мин	$T_{c31} = 20,7$ мин
СУЭ	31	3	9	0,083	12	$T_{c1} = 2,57$ мин	$T_{c31} = 4,82$ мин

Представленные результаты показывают, что при пожарах на объектах с массовым пребыванием людей наиболее эффективное устройство спасения пострадавших – секционное устройство эвакуации (СУЭ), такой результат достигнут тем, что у СУЭ высокая пропускная способность пострадавших в единицу времени, по сравнению с другими средствами спасения, при этом, необходимо учитывать ограничения, применимые к СУЭ (граждане, имеющие группу инвалидности (с нарушением статодинамической функцией), лежащие больные, дети дошкольного возраста, престарелые граждане и беременные женщины).

В каждом случае число жертв исчисляется десятками и сотнями жизней. Причиной этому является низкая пожарная безопасность объектов защиты, а также устаревшие системы и установки предупреждения и тушения возгораний.

В связи с этими фактами, проблема предупреждения, ликвидации и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций является актуальной. Кроме того, обеспечение требуемого уровня пожарной безопасности представляет собой одну из важнейших составляющих национальной безопасности страны. Среди очевидной проблемы обеспечения требуемого уровня пожарной безопасности, подлежащей разрешению, остается повышение эффективности действий подразделений пожарной охраны различных видов [7, 8, 9].

Список источников

1. Шувалов М.Г. Основы пожарного дела: Учебник для рядового и мл. нач. состава пожарной охраны. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1983. – 399 с., ил.;
2. Брушлинский Н.Н., Корольченко А.Я. Моделирование пожаров и взрывов. М.: Изд. «Пожнаука», 2000;
3. Абдурагимов И.М., Говорков В.Ю., Макаров В.Е. Физико-химические основы развития и тушения пожаров, М. 1980 ВИПТШ МВД СССР;
4. Плотников А.С., Седов Д.В. Анализ последствий пожаров на объектах с массовым пребыванием людей и мер, направленных на их смягчение // XXI век.

Техносферная безопасность. 2020. Т. 5; № 1 (17). С. 71-83. <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2020-1-71-83>. <https://www.elibrary.ru/ibhwov>;

5. К вопросу о совершенствовании устройств эвакуации людей из пожара // Науч.-аналит. журн. «Вестник С.-Петерб. Ун-та ГПС МЧС России». 2022. № 3. С. 18-25;

6. Тербнев В.В., Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений. - М.: Пожкнига, 2004 г. - 256 с., ил.;

7. Boyce K.E. Safe evacuation for all – Fact or Fantasy? Past experiences, current understanding and future challenges // Fire Safety Journal. 2017. V. 91. P. 28-40. URL: <https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2017.05.004>;

8. McConnell N. C., Boyce K. E. Refuge areas and vertical evacuation of multi-storey buildings: the end users perspectives // Fire Mater. 2015. 39. Issue 4. P. 396-406. DOI 10.1002/fam.2205;

9. Jonsson A., Anderson J., Nilsson D. A risk perception analysis of elevator evacuation in high-rise buildings // Proceedings of the Fifth Human Behaviour in Fire Symposium, Interscience Communication. 2012. P. 398-409.

ГРНТИ 67.01.92

УДК 697

ББК 38.48

Ильдар Мильхатович КАРАТАЕВ

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (karataev.i@mail.ru)

Порядок расчета основных параметров и подбор оборудования системы дымоудаления из коридоров административных зданий

Аннотация. В статье кратко представлены общие представления о системе противодымной защиты, основные направления ее совершенствования и некоторые проблемы, возникающие при проектировании. Рассмотрены основные существующие методы для расчета требуемого воздухообмена противодымной вентиляции, оборудование вытяжных систем противодымной вентиляции, а также порядок расчета параметров и подбора оборудования системы дымоудаления из коридоров административного здания.

Ключевые слова: противодымная вентиляция, воздухообмен, вентиляторы, газообмен, газоздушные смеси.

Ildar M. KARATAEV

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

The procedure for calculating the main parameters and selecting equipment for smoke removal systems from the corridors of administrative buildings.

Abstract. The article briefly presents general ideas about the smoke protection system, the main directions for its improvement and some problems that arise during design. The main existing methods for calculating the required air exchange of smoke ventilation, the equipment of smoke ventilation exhaust systems, as well as the procedure for calculating parameters and selecting equipment for a smoke removal system from the corridors of an administrative building are considered.

Key words: smoke control ventilation, air exchange, fans, gas exchange, gas-air mixtures.

Противодымная защита представляет собой важную подсистему комплексного обеспечения безопасности людей на пожарах в зданиях и сооружениях различного

назначения. Порядок устройства систем противодымной защиты, способов и методов, а также состав элементов определяются нормативными документами. Необходимые параметры систем противодымной защиты должны определяться расчетным путем [1].

Быстрое распространение дыма в зданиях зачастую является причиной гибели людей и приводит к значительному материальному ущербу. Несмотря на то, что на сегодняшний момент имеется большой опыт в данной теме исследования, все же остаются открытыми вопросы о том, как наилучшим образом защитить людей и сократить последствия от пожаров. Одним из важнейших этапов здесь выступает тщательный анализ возможностей вентиляционных систем и систем отвода продуктов горения с целью защиты и сохранения жизни, здоровья и материальных ценностей.

Для совершенствования методов расчета систем дымоудаления, на мой взгляд, стоит обратить внимание на их упрощение. Многие существующие решения по расчету противодымной вентиляции на сегодняшний день предусмотрены для многоэтажных жилых домов с поэтажной коридорной планировкой, при этом очень многие вновь построенные и введенные в эксплуатацию здания с современными архитектурными решениями требуют совершенствования и уточнения методик расчета параметров противодымной вентиляции.

Одним из современных и прогрессивных решений, на мой взгляд, является предложение автора [2] о необходимости использования компьютерного моделирования. Благодаря такому методу представляется возможность подтвердить или опровергнуть эффективность проведенного расчета противодымной вентиляции, проведенному согласно нормативным документам. Этот метод позволяет получить наглядное и подробное представление о скорости и направлениях распространения дыма и определить высокотемпературные зоны с целью уточнения порядка эвакуации, тушения пожаров и проведения АСР.

На мой взгляд, одной из основных проблем на сегодняшний день является то, что проектирование систем противодымной вентиляции осложняется факторами, которые сложно учесть при расчете (сложный теплообмен, перемешивание потоков воздуха и продуктов горения).

Рассмотрим три основных метода для расчета требуемого воздухообмена противодымной вентиляции [3]:

1. балансовый (если модель защищаемого помещения однозонная и помещение рассматривают как точечную модель).

Недостатком данного метода являются неопределенные связи между параметрами воздуха в рабочей зоне помещения и воздухом, удаляемого из помещения. Кроме того, не учитываются места расположения приточных и вытяжных отверстий и типа приточных воздухораспределяющих устройств.

2. балансовый (если модель защищаемого помещения многозонная). Предполагает использование нового методического направления – статистического метода решения задач промышленной вентиляции. Недостатком является большое число уравнений с равным количеством неизвестных величин.

3. способ позонных балансов. При данном способе помещение рассматривается как объект из двух зон, в каждом из которых может происходить приток и удаление воздуха, а также поглощение или выделение вредных веществ.

Исходя из конструктивных особенностей здания в системе дымоудаления могут использоваться радиальные и осевые вентиляторы, в том числе и крышные вентиляторы (рисунок 1).

Диапазон работы радиальных вентиляторов дымоудаления составляет от 0 до 2850 Па, по этой причине их часто применяют в различных сетях дымоудаления, в том числе и в многоэтажных домах (с большим аэродинамическим сопротивлением).

Осевые вентиляторы дымоудаления имеют большой КПД в сравнении с радиальными. Их применение как правило осуществляется, когда имеются большие расчетные расходы продуктов горения и маленькие аэродинамические сопротивления сети (к примеру, для организации дымоудаления из одноэтажных помещений).

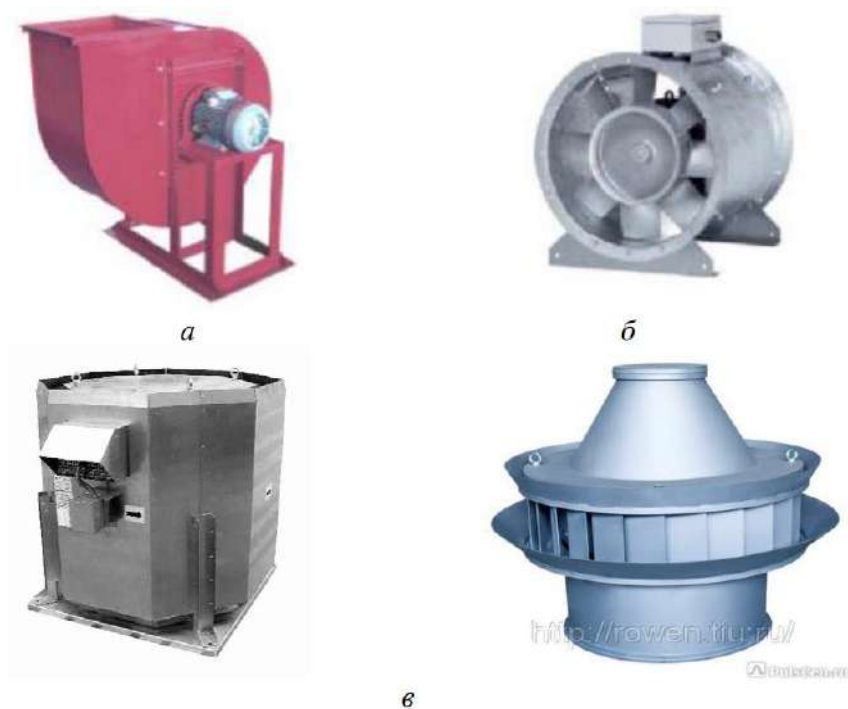


Рисунок 1 – Оборудование вытяжных систем противодымной вентиляции:
а – радиальный вентилятор; б – осевой вентилятор; в – крышной вентилятор.

Крышные радиальные вентиляторы. Имеют значительный расход при маленьком и среднем давлении (до 1800 Па), это позволяет эффективно их использовать и в одноэтажных зданиях, и в зданиях повышенной этажности.

Рассмотрим порядок расчета параметров и подбора оборудования системы дымоудаления из коридоров административного здания [4].

Система вытяжной противодымной вентиляции для коридоров должна проектироваться отдельно от системы дымоудаления из других помещений. Как правило, такая система состоит из шахты по всей высоте здания, при этом на каждом этаже здания выполняется проем, в который встраивается клапан дымоудаления.

Шахта оборудуется вытяжным крышным радиальным вентилятором, установленным на кровле здания.

В случае возникновения пожара в каком-либо помещении, продукты горения через открытую или поврежденную дверь проникают в коридор здания (рисунок 2). В автоматическом режиме от датчика обнаружения дыма происходит открытие клапана дымоудаления в коридоре на этаже, где произошел пожар. При этом клапаны других этажей здания остаются в закрытом состоянии. Включается вентилятор дымоудаления [1].

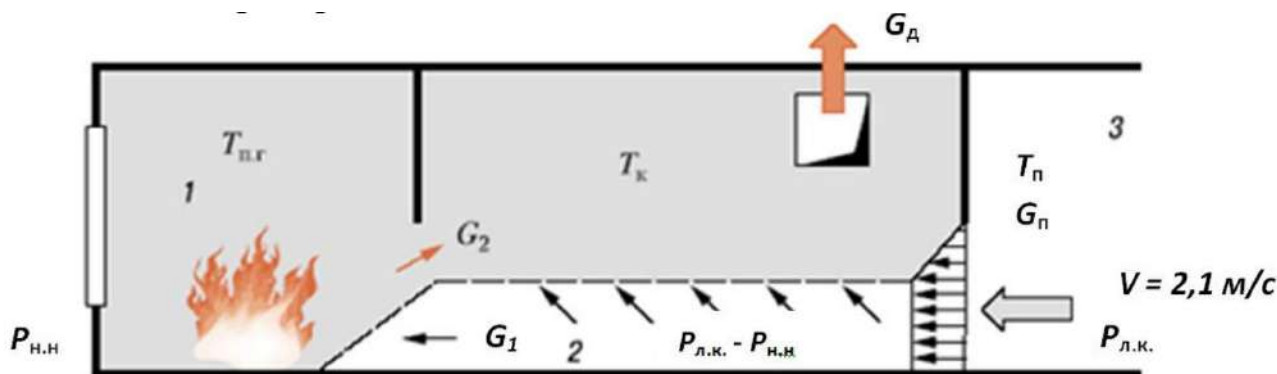


Рисунок 2 – Схема газообмена при работе систем противодымной защиты

Проходя через дымовой клапан, продукты горения переходят в шахту и после к вентилятору дымоудаления. Когда работает вентилятор, в шахте создается разрежение в отношении помещений, через которые проходит шахта дымоудаления. Через щели и неплотности в клапанах в нее фильтруется холодный воздух. Воздух, проникающий в шахту, смешивается с продуктами горения и расход дымовоздушной смеси возрастает, а температура при этом уменьшается [4].

Расчет по подбору оборудования проводится при соблюдении следующих условий:

1. Пожар возник в холодное время года на нижнем этаже здания.
2. Окна помещения, в которых возник пожар и выбросные проемы систем дымоудаления выходят на наветренный фасад здания.

Исходя из требований нормативных документов, удаление продуктов горения из коридоров при пожаре системами вытяжной противодымной вентиляции с искусственным побуждением движения воздуха должно быть предусмотрено: в жилых, общественных, административно-бытовых и многофункциональных зданий высотой более 28 м, в зданиях различного функционального назначения с незадымляемыми лестничными клетками, в общественных и административно-бытовых, многофункциональных, производственных и складских (категорий А, Б, В) зданиях с числом этажей два и более из коридоров без естественного проветривания при пожаре длиной более 15 м. Системы дымоудаления должны быть предусмотрены из коридоров подвальных и цокольных этажей жилых, общественных, административно-бытовых, производственных и многофункциональных зданий при выходах в эти коридоры из помещений с постоянным пребыванием людей.

Движение продуктов горения по зданию обусловлено перепадом давлений, возникающих за счет ветрового давления на ограждающие конструкции здания.

При воздействии ветра на здание динамическое давление преобразуется в статическое (рисунок 3). Знак и степень преобразования давлений учитывается аэродинамическими коэффициентами фасадов.

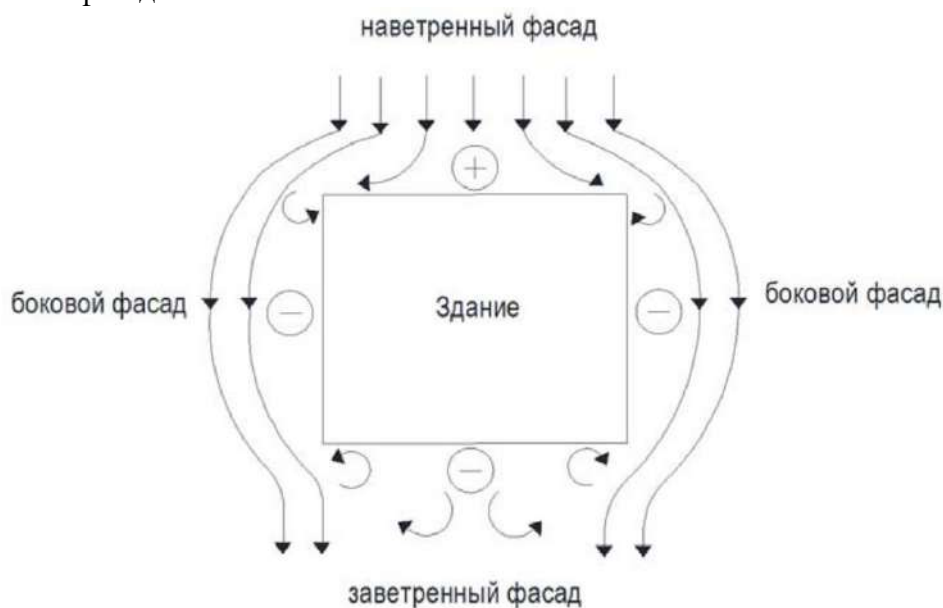


Рисунок 3 – Процесс воздействия ветра на здание

На наветренном фасаде динамическое давление преобразуется в положительное статическое, аэродинамический коэффициент при этом равен $K_n = 0,6$.

На боковых фасадах за счет ускорения ветрового потока динамическое давление преобразуется в отрицательное или нулевое статическое давление, аэродинамический коэффициент равен $K_b = 0$.

На заветренном фасаде за счет срыва ветрового потока и образования вихрей, динамическое давление преобразуется в отрицательное статическое, аэродинамический коэффициент при этом равен $K_z = -0,4$.

Наружное давление на наветренном фасаде здания определяется по формуле:

$$P_{\text{нв}i} = K_{\text{н}} \frac{\rho_{\text{н}} v_{\text{в}}^2}{2} - gh_i(\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{п}}), \text{ Па.}$$

Наружное давление на заветренном фасаде здания определяется по формуле:

$$P_{\text{зв}i} = K_{\text{з}} \frac{\rho_{\text{н}} v_{\text{в}}^2}{2} - gh_i(\rho_{\text{н}} - \rho_{\text{п}}), \text{ Па,}$$

где $K_{\text{н}}$ и $K_{\text{з}}$ — аэродинамические коэффициенты с наветренного и заветренного фасадов здания;

в v — скорость ветра, м/с; h_i — высота пола i -этажа над уровнем планировочной отметки земли, м;

$\rho_{\text{н}}$ и $\rho_{\text{п}}$ — плотности наружного и приточного воздуха соответственно, кг/м³.

Массовый расход продуктов горения, удаляемых из коридора, определяется по формуле:

$$G_{\text{пр}} = AB_{\text{пр}} H_{\text{пр}}^{3/2}, \text{ кг/с,}$$

где A — коэффициент $A = 1,2$ (для общественных и административных зданий), $A = 0,96$ (для жилых зданий); $B_{\text{пр}}$, $H_{\text{пр}}$ — размеры дверного проема, м.

Важно учесть, что скорость удаляемых продуктов горения в клапане не должна превышать 20,0 м/с.

Фактическая скорость в установленном дымовом клапане определяется по формуле:

$$v_{\text{кл}} = \frac{G_{\text{пр}}}{F_{\text{кл}} \rho_{\text{пр}}}, \text{ м/с,}$$

Далее по методике [4] проводится расчет потери давления в дымовом клапане, массовый расход воздуха, температура продуктов горения между этажами, плотность продуктов горения.

По результатам проведенных расчетов определяется производительность вентилятора дымоудаления и давление, развиваемое вентилятором (с учетом потерь давления на трение по высоте шахты дымоудаления).

По итогам расчетов подбирается тип вентилятора с взрывозащищенным электродвигателем, который способен перемещать газозооушнные смеси при определенной температуре в течение требуемого времени.

Таким образом, вопросы, возникающие при проектировании систем противодымной вентиляции, остаются на сегодняшний день актуальными и значимыми, несомненно, следует и дальше продолжать изучение основных направлений организации противодымной защиты зданий.

Список источников

1. К вопросу расчета параметров системы противодымной защиты зданий повышенной этажности коридорного типа / Е. Л. Баринаова, В. М. Есин, С. П. Калмыков, В. Н. Иванов // Ройтмановские чтения: Сборник материалов XI научно-практической конференции, Москва, 21 марта 2023 года / Под редакцией Д.А. Самошина. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2023. – С. 95-98. – EDN KBPPCH.

2. Козлов, Т. А. Совершенствование методов расчета и проектирования систем противодымной вентиляции / Т. А. Козлов // Парадигмальные установки естественных и гуманитарных наук: междисциплинарный аспект: Материалы XVI Международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 30 декабря 2021 года. Том Часть 2. – Ростов-на-Дону: ЮЖНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (ИУБиП); ООО "Издательство ВВМ", 2021. – С. 19-21. – EDN GDSFBB.

3. Сарванян, К. Г. Исследование методических основ физически обоснованного способа расчета требуемого воздухообмена противодымной вентиляции / К. Г. Сарванян //

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ МОЛОДЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ: сборник статей III Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 23 мая 2022 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2022. – С. 81-86. – EDN KKWVFN.

4. Голубева, С. И. Расчет параметров и подбор оборудования систем противодымной вентиляции в зданиях различного функционального назначения: Практикум к расчетно-графической работе по дисциплине «Противодымная вентиляция зданий и сооружений» / С. И. Голубева; Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2021. – 68 с. – ISBN 978-5-9948-4092-4. – EDN HNEWLI.

5. Солнцев, Н. Д. Оценка эффективности системы вытяжной противодымной вентиляции при расположении клапанов дымоудаления ниже верхнего уровня дверного проема / Н. Д. Солнцев, А. А. Копылов, Н. М. Никитин // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2023. – № 2(29). – С. 24-36. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.84.12.017. – EDN OFGWDZ.

ГСНТИ 81.92.05, 87.33.02

УДК 614.849

ББК 68.9

Константин Юрьевич КИРИЧЕНКО¹, Андрей Дмитриевич ИЩЕНКО²

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (Konstantin.01@mail.ru, SPIN: 8762-4815, ID: 769330)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (Adinko@mail.ru, SPIN: 4379-6230, ID: 3334661)

Логистическое обеспечение мобильной группировки подразделений пожарной охраны

Аннотация. В статье представлена информация о логистическом обеспечении материально-техническим имуществом мобильной группировки подразделений пожарной охраны при реагировании на тушение крупных пожаров и ликвидацию чрезвычайных ситуаций от мест дислокации до участка выполняемых работ. Предложены варианты усовершенствования процесса погрузочных и разгрузочных работ для мобильной группировки на различных этапах следования и выполнения оперативно-тактических задач силами и средствами территориального пожарно-спасательного гарнизона.

Ключевые слова: логистика, тушение крупных пожаров, чрезвычайная ситуация, мобильная группировка

Konstantin Yuryevich KIRICHENKO¹, Andrew Dmitrievich ISHCENKO²

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia (Konstantin.01@mail.ru, SPIN: 8762-4815, ID: 769330)

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia (Adinko@mail.ru, SPIN: 4379-6230, ID: 3334661)

Logistics support for the mobile grouping of fire protection units

Abstract. The article provides information on the logistical support of the material and technical property of the mobile grouping of fire protection units in response to the extinguishing of large fires and the elimination of emergency situations from the locations to the site of the work

performed. Options for improving the process of loading and unloading operations for mobile groups at various stages of following and performing operational and tactical tasks by the forces and means of the territorial fire and rescue garrison are proposed.

Key words: logistics, extinguishing large fires, emergency situation, mobile grouping

В состав основной аэромобильной группировки МЧС России (АМГ) входят спасательные воинские формирования, региональные поисково-спасательные отряды, специализированные пожарно-спасательные части, различные учебные заведения системы МЧС России, а также территориальные подразделения ФПС ГПС МЧС России. Порядок привлечения, которых установлен нормативно-правовыми актами по выполнению задач при ликвидации чрезвычайной ситуации (ЧС) природного и техногенного характера связанных с тушением пожаров, проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) на месте сосредоточения соответствующей АМГ.

Первоочередной задачей АМГ считается осуществление сбора личного состава привлекаемых подразделений, второй – подготовка и сбор материального имущества, в зависимости от реализации оперативных задач и планируемых видов работ. Подготовка необходимого материального имущества к транспортировке различными видами транспорта и организация взаимодействия с различными структурами, привлекаемыми для содействия АМГ при ликвидации ЧС федерального уровня. При осуществлении действий связанных с организацией работ по ликвидации ЧС или тушения крупных пожаров территориального значения на уровне субъекта РФ (соседних субъектов) алгоритм действий в общих чертах соответствует выше представленному уровню реагирования на ЧС, но имеются и свои особенности. Последовательность действий устанавливается в зависимости от маршрута следования, способа доставки сил и средств, масштабов сосредоточения на промежуточных пунктах во время маршрута доставки и территории ЧС. Соединив все задачи, мы получим простое понятие «логистическое обеспечение мобильной группировки» [1].

Мобильная группировка (МГ), включающая в себя силы и средства территориальных подразделений пожарной охраны для тушения крупных пожаров и ликвидации ЧС регионального уровня большей частью ориентирована на транспортировку материального имущества автомобильным транспортом.

Логистика является неразделимой частью организации и осуществления процессов управления силами и средствами МГ на всех этапах приведения в готовность, концентрации при помощи транспортной логистики и выполнения работ подразделений с учётом меняющейся обстановки, и оперативных задач в условиях фактического обеспечения техническими средствами и транспортом для доставки к месту тушения крупного пожара или ликвидации ЧС. Логистическая концепция обеспечения МГ учитывает управление материальными потоками с целью их оптимизации по критериям минимальной траты времени и средств при транспортировке в течение всего периода выполнения работ.

Исследования по вопросу эффективного применения личного состава для погрузки-разгрузки материального имущества МГ (физическое состояние), значительно уменьшается ещё до начала выполнения основных видов работ по тушению пожара или ликвидации ЧС, вырисовывают потребность построения модели более продуктивного использования численности личного состава и материально-технического оборудования при подготовке к транспортировке и обслуживанию как на территории пункта временного базирования, так и за его пределами по месту решения оперативных задач тактической группой на выделенном участке тушения крупного пожара или проведения аварийно-спасательных работ [4-5].

Концепция логистической модели, разработанная в рамках проводимого исследования по комплектованию и размещению МТО имеет возможность создать условия для эффективной реализации под заранее планируемые работы, с учётом рисков возникновения ЧС характерных для конкретной территории субъекта Российской Федерации. Наполнение укладок под разные виды АСДНР, даёт возможность уменьшить время на сбор МГ в месте постоянной дислокации, под конкретную оперативно-тактическую задачу [3].

При наличии в подразделении МТО с большими габаритами и весом предлагается осуществлять транспортировку при использовании блок-модулей, представляющих из себя составную конструктивную модель, выполненную в различных исполнениях для размещения оборудования согласно функциональному назначению. Блок-модули как правило имеющие кузов-каркас прицепы, либо транспортируются на прицепах, оснащение которых позволяет погрузить на себя или выгружать крупногабаритное оборудование и материальное обеспечение, так и размещать ранее описанные укладки. Причём такая форма размещения оборудования позволяет самостоятельно доставлять модули к месту погрузки на другие виды наземного, воздушного и водного транспорта без промежуточных погрузочно-разгрузочных работ, что также сокращает время доставки. Разрабатываемые блок-модули должны предусматривать перевозку их авиационным транспортом не только на борту грузового самолёта, но и на подвеске вертолёта, для доставки в трудно доступные территории. При использовании блок-модулей на месте выполнения задач тактической группой на выделенном участке по тушению пожаров или проведения аварийно-спасательных работ добавляется возможность оперативной и удобной транспортировки различными видами автомобильной техники и хранения материального имущества. Использование таких блок-модулей ещё предоставляет возможность хранения оборудования и укомплектованных упаковок в местах постоянной дислокации, что даёт возможность сократить использование складских помещений в подразделении или освободить площади, приспособленные для хранения различного МТО [2].

Данная логистическая модель повышает оперативность реагирования за счет заблаговременного размещения МТО, а также мобильность при логистическом обеспечении во время проведения маршрута следования как наземными, водными, так и авиационным транспортом. Дополнительно ко всему сказанному, появляется возможность увеличить срок службы различного материального имущества во время работы подразделений МГ и продолжить его эксплуатацию по возвращении к постоянному месту дислокации, что также даст возможность сократить расходование финансовых средств каждым подразделением и территориальным органом управления пожарной охраны. Вместе с тем проработка выше перечисленных действий, в логистической модели, применения сил и средств МГ позволяет обеспечить:

- усовершенствование управленческих ресурсов;
- увеличение производительности ряда трудовых функций;
- сокращение количества транспортных потерь;
- уменьшение временных потерь;
- мобильность применения технического оборудования;
- сохранение физических сил личного состава;
- сокращение расходования материальных ресурсов.

Такая организация деятельности подразделений, входящих в состав МГ позволит равномерно распределить нагрузку на личный состав, оперативно реагировать на различные виды происшествий, как в составе пожарно-спасательного гарнизона, так и при привлечении на более крупные происшествия.

Список источников

1. Кириченко К.Ю., Ищенко А.Д. Оптимизация управления логистикой аэромобильных группировок МЧС России / Материалы седьмого научного семинара Социально-экономические аспекты принятия управленческих решений. М.: Академия ГПС МЧС России, 2023. С. 238-244.
2. Ищенко А.Д., Алешков М.В., Киселев Д.В., Кириченко К.Ю., Соковнин А.И., Жуков А.О., Коротаев А.А. Специализированные подразделения пожарной охраны / Монография. М.: Академия ГПС МЧС России, 2017. - 172 с.
3. Жуков А.О., Киселёв Д.В. Проблемы управления логистикой аэромобильных подразделений МЧС России при реагировании на чрезвычайные ситуации / Материалы VII Международной научно-практической конференции Транспорт России: проблемы и перспективы - 2017 СПб.: ИПТ РАН. – Санкт-Петербург, 2017. С. 56-59.

4. Ищенко А.Д., Жуков А.О. Особенности хранения аварийно-спасательного оборудования аэромобильных группировок МЧС России / Материалы VI Международной научно-практической конференции Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации. М.: Академия ГПС МЧС России, 2018. С. 331-333.

5. Харисов Г.Х., Мирзянц А.В. Самоспасание людей с высоты при пожаре / Безопасность жизнедеятельности. 2020. №12. С.43-48.

ГСНТИ 55.01.92

УДК 614.843.8

ББК 30ц

**Михаил Валерьевич ИЛЕМЕНОВ¹, Сергей Михайлович РТИЩЕВ²,
Владимир Николаевич КОЗЫРЕВ³, Денис Александрович МИНАЙЛОВ⁴,
Андрей Иванович ЕРМОЛАЕВ⁵**

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия (ilemenov_mv@vniipo.ru, SPIN 8958-2671, ID 696788)

² ФГБУ ВНИИПО МЧС России (rtischev_sm@vniipo.ru, SPIN 4677-6430, ID 954861)

³ ФГБУ ВНИИПО МЧС России (kozyrev_vn@vniipo.ru, SPIN 5937-6213, ID 952614)

⁴ ФГБУ ВНИИПО МЧС России (minailov_da@vniipo.ru, SPIN 4230-4789, ID 1128904)

⁵ ФГБУ ВНИИПО МЧС России (ermolaev_ai@vniipo.ru, SPIN 2852-7642, ID 955543)

Совершенствование технических требований и методов испытаний пеносмесителей, применяемых для рукавных линий

Аннотация. В статье приведен принцип работы и указаны преимущества эжекторных пеносмесителей, применяемых для рукавных линий с целью получения водного раствора пенообразователя. Обоснована актуальность разработки межгосударственного стандарта на пеносмесители, применяемые для рукавных линий. Рассмотрены актуализированные и дополненные технические требования, а также уточненные и дополненные методы испытаний по проверке таких показателей как прочность и герметичность пеносмесителя, диапазон расхода раствора и дозирование пенообразователя, установленной безотказной наработки пеносмесителя.

Ключевые слова: пеносмеситель, эжекторный пеносмеситель, дозирование пенообразователя, расход раствора пенообразователя, пеносмеситель с регулируемым дозированием

**Mikhail Valerievich ILEMENOV¹, Sergey Mikhailovich RTISHCHEV²,
Vladimir Nikolaevich KOZYREV³, Denis Alexandrovich MINAILOV⁴,
Andrei Ivanovich ERMOLAEV⁵**

¹ All-Russian Order of the Badge of Honor, Research Institute of Fire Defense of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief (FGBU VNIPO EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow Region, Russia (ilemenov_mv@vniipo.ru, SPIN 8958-2671, ID 696788)

² FGBU VNIPO EMERCOM of Russia (rtischev_sm@vniipo.ru, SPIN 4677-6430, ID 954861)

³ FGBU VNIPO EMERCOM of Russia (kozyrev_vn@vniipo.ru, SPIN 5937-6213, ID 952614)

⁴ FGBU VNIPO EMERCOM of Russia (minailov_da@vniipo.ru, SPIN 4230-4789, ID 1128904)

⁵ FGBU VNIPO EMERCOM of Russia (ermolaev_ai@vniipo.ru, SPIN 2852-7642, ID 955543)

Improvement of technical requirements and test methods of foam mixers used for bag lines

Abstract. The article presents the principle of operation and the advantages of ejector foam mixers used for bag lines in order to obtain an aqueous solution of the foaming agent. The relevance of the development of an interstate standard for foam mixers used for bag lines is substantiated. Updated and supplemented technical requirements are considered, as well as refined and supplemented test methods for checking such indicators as the strength and tightness of the foam mixer, the range of solution consumption and dosing of the foaming agent, the established trouble-free operation of the foam mixer.

Key words: foam mixer, ejector foam mixer, foaming agent dosing, foaming agent solution consumption, foam mixer with adjustable dosing

Основными и наиболее распространенными средствами пожаротушения являются вода и воздушно-механическая пена. Применение пены при тушении пожаров в некоторых случаях позволяет получить более высокие результаты, чем использование обычной воды. Эффективность пожаротушения во многом зависит от средств подачи огнетушащих веществ. Одним из устройств для получения необходимого количества водного раствора пенообразователя является пеносмеситель.

Для получения водного раствора пенообразователя в рукавных линиях применяются пеносмесители эжекторного типа [1]. Внешний вид эжекторного пеносмесителя с нерегулируемым дозированием представлен на рисунке.



Рисунок – Внешний вид эжекторного пеносмесителя с нерегулируемым дозированием

Эжекторные пеносмесители входят в обязательный комплект поставки основных пожарных автомобилей.

Принцип работы эжекторного пеносмесителя довольно простой: вода под давлением попадает в сопло, а оттуда в горловину диффузора, в которую за счет эжекции поступает пенообразующее вещество (пенообразователь), и происходит процесс смешения с образованием раствора пенообразователя определенной концентрации [2].

Затем раствор пенообразователя по пожарным рукавам подается к концевым приборам подачи пены – воздушно-пенным стволам и генераторам пены средней кратности.

Преимуществами применения пеносмесителей при тушении пожаров являются: увеличение в объеме тушащего вещества, уменьшение расхода воды, экономное расходование пенообразователя, относительно небольшой вес, простота эксплуатации и обслуживания.

При значительном увеличении объема огнетушащего вещества снижается количество задействованной техники на пожаре.

Технические требования и методы их проверки отражены в действующем стандарте ГОСТ Р 53252-2009¹, который явился основой для разработки проекта межгосударственного стандарта ГОСТ «Техника пожарная. Эжекторные пеносмесители для рукавных линий. Общие технические требования. Методы испытаний» (далее – проект стандарта). Актуальность разработки межгосударственного стандарта заключается в необходимости обеспечения единства технической политики применительно к объектам стандартизации на территории Евразийского экономического союза (ЕАЭС) и повышения пожарной безопасности объектов за счет совершенствования технических требований и приведения их к соответствующему современному уровню развития технических средств.

В разработанном проекте стандарта уточнена область применения и классификация пеносмесителей, переработаны и дополнены технические требования и методы их проверки с учетом уровня развития техники, материалов и приборной базы.

Таким образом, в названии и области определения проекта стандарта указаны эжекторные пеносмесители для рукавных линий.

Приведена классификация пеносмесителей в зависимости от их номинального диаметра без указания с какими оборудованием он может работать, чтобы не ограничивать возможности его применения.

В качестве диапазона рабочего давления установлен диапазон давления на входе в пеносмеситель.

Расширен диапазон дозирования до 1 % дозирования для пеносмесителей с регулируемым дозированием [3].

Уточнены условия, при которых действительны значения показателей – «Дозирование пенообразователя, %» и «Диапазон расхода раствора пенообразователя, л•с⁻¹». Такими условиями является уровень пенообразователя не ниже минус 0,3 м от оси пеносмесителя (нижний уровень) и не выше 2,0 м от оси пеносмесителя (верхний уровень).

Расширена возможность для типов и номинальных диаметров пеносмесителей, не указанных в проекте стандарта, по принятию за норматив значений показателей назначения в соответствии с конструкторской документации на такие пеносмесители.

Введено дополнительное требование к управлению дозированием для конструкций пеносмесителей с регулируемым дозированием. Такие пеносмесители должны иметь органы управления дозированием, позволяющие производить регулирование дозирования по заданным нормативным значениям данного показателя.

В проекте стандарта указан вид климатического исполнения пеносмесителей УХЛ категория размещения 1.1 по ГОСТ 15150². При этом в соответствии с требованиями ГОСТ 15150 установлен диапазон рабочих температур пеносмесителя от минус 60 °С до 40 °С.

Уточнены требования к поставляемым материалам и изделиям. Относительно литых деталей пеносмесителей указано, что они должны изготавливаться из алюминиевых сплавов по ГОСТ 1583³. При этом проект стандарта допускает применение других материалов с механическими и антикоррозионными свойствами, удовлетворяющими условиям эксплуатации, не ухудшающими качества и надежности пеносмесителей.

Также введено дополнительное требование к обработке поверхностей деталей пеносмесителей, указывающее на то, чтобы острые углы и кромки на них были притуплены.

Уточнено и расширено требование к пожарным соединительным головкам, входящим в конструкцию пеносмесителей. Установлено, что пожарные соединительные головки пеносмесителей должны соответствовать обязательным требованиям и климатическому исполнению пеносмесителя.

¹ ГОСТ Р 53252-2009. Техника пожарная. Пеносмесители. Общие технические требования. Методы испытаний

² ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

³ ГОСТ 1583-93. Сплавы алюминиевые литейные. Технические условия

Уточнены и дополнены методы испытаний по проверке таких показателей назначения, как прочность и герметичность пеносмесителя, диапазон расхода раствора и дозирование пенообразователя, а также показателя надежности – установленной безотказной наработки.

В указанных методах испытаний установлены величины гидравлического давления с допусками: при проверке прочности и герметичности – $(1,5P_p + 0,1)$ МПа, $(1,5P_p + 1)$ кгс·см⁻²; при проверке установленной безотказной наработке – $(1,0 + 0,1)$ МПа, $(10 + 0,1)$ кгс·см⁻².

В метод проверки диапазона расхода раствора и дозирования пенообразователя включены дополнения по процедуре испытаний.

Таким образом, в данном методе испытаний установлено, что с помощью насоса испытательного стенда создают на входе в пеносмеситель минимальное рабочее давление, указанное в качестве нормативного значения для конкретного пеносмесителя. При этом давлении осуществляют подачу воды в течение не менее 30 с. Через каждые 5 – 10 с фиксируют давление на входе в пеносмеситель и выходе из него и расходы на расходомерных устройствах. Далее процедуру повторяют при максимальном рабочем давлении, указанном в качестве нормативного значения для данного пеносмесителя.

При этом установлено, что проверять диапазон расхода раствора и дозирование пеносмесителя допускается объемным методом, осуществляя подачу раствора в мерную емкость и фиксируя количество затраченного пенообразователя, подаваемого в пеносмеситель из мерного бака [4].

Дозирование определяют как отношение среднего расхода пенообразователя (второе расходомерное устройство) к среднему расходу водного раствора пенообразователя (первое расходомерное устройство) за время подачи, выраженное в процентах.

Для пеносмесителей с нерегулируемым дозированием – полученные при испытаниях значения должны входить в допустимый диапазон $(6 \pm 1,2)$ %.

Для пеносмесителей с регулируемым дозированием – отклонение полученных при испытаниях значений должно составлять не более ± 20 % от установленной величины дозирования.

Соблюдение указанных выше требований и положений, изложенных в проекте межгосударственного стандарта ГОСТ «Техника пожарная. Эжекторные пеносмесители для рукавных линий. Общие технические требования. Методы испытаний» позволит обеспечить соблюдение требований Технического регламента ТР ЕАЭС 043/2017¹, повысить технический уровень и качество выпускаемой продукции, а также нормативный уровень безопасности и производительности работ на пожаре, и как следствие этого способствовать снижению материальных потерь.

Список источников

1. Терещенков В.В. Справочник руководителя тушения пожара. Тактические возможности пожарных подразделений/ – М.: Пожжкнига, 2004. – 256 с., ил.
2. Сафонов С.К. Пожарно-спасательная техника и оборудование: учеб. пособие/ – Ульяновск: УВАУ ГА, 2004. – 135с.
3. Турсенев, С. А. Применение пеносмесителей типа ПС-1 и их аналогов для локальной подачи пены низкой и средней кратности при тушении пожаров / С. А. Турсенев, Е. И. Дашкевич, А. Е. Ураков // Научно-аналитический журнал "Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России". – 2023. – № 2. – С. 36-44. – EDN PQRNDC.
4. Патент № 2443445 С1 Российская Федерация, МПК А62С 99/00, G01F 23/00. Стенд для проверки пеносмесителя : № 2010129586/12 : заявл. 19.07.2010 : опубл. 27.02.2012 / О. С. Кочетов, М. О. Стареева. – EDN WCGERQ.

¹ Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043/2017)

Дмитрий Алексеевич КОЛЕРОВ¹, Герман Евгеньевич КОСЕНКО²

¹ФГБОУ «Санкт-Петербургский университет Государственной пожарной службы МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева», Санкт-Петербург, Россия (dima11rus@inbox.ru, SPIN 4520-5394, ID: 1093167)

²ФГБОУ «Санкт-Петербургский университет Государственной пожарной службы МЧС России им. Героя Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева», Санкт-Петербург, Россия (germankosenko@mail.ru)

О подходе к выбору материалов для современной боевой одежды пожарного

Аннотация. В статье вскрыта актуальная проблема, связанная с отсутствием методик выбора материалов для боевой одежды пожарного в подразделения пожарной охраны. Для её решения предложен подход, основанный на методе анализа иерархий. Приведён пример расчёта основных показателей материалов для боевой одежды пожарного и сделан вывод о возможности внедрения данного метода для оптимизации подбора современного пожарно-спасательного вооружения и средств индивидуальной защиты.

Ключевые слова: боевая одежда пожарного, БОП, современная боевая одежда пожарного материалы, выбор материалов.

Dmitry A. KOLEROV¹, German E. KOSENKO²

¹Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Saint Petersburg, Russia

²Saint-Petersburg University of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Saint Petersburg, Russia

About the approach to the selection of materials for modern firefighter combat clothing

Abstract. The article reveals an urgent problem related to the lack of methods for selecting materials for firefighter combat clothing in fire protection units. To solve it, an approach based on the method of hierarchy analysis is proposed. An example of calculating the main indicators of materials for FCC is given and a conclusion is made about the possibility of implementing this method to optimize the selection of modern fire and rescue weapons and personal protective equipment.

Key words: firefighter combat clothing, BOP, modern firefighter combat clothing materials, choice of materials.

На сегодняшний день боевая одежда пожарного (БОП) является неотъемлемой частью экипировки сотрудника пожарной охраны. От правильности её выбора и качества материалов зависит жизнь и здоровье людей, поэтому правильный выбор материалов является актуальной задачей.

Материалы, используемые для изготовления БОП и готовое изделие испытывают только на первоначальном этапе¹, то есть до начала процесса эксплуатации [1]. Однако при

¹ГОСТ Р 53264—2019. Техника пожарная. Одежда пожарного специальная защитная. Общие технические требования. Методы испытаний

её использовании возможно воздействие различных факторов, которые снижают защитные показатели изделия, что может привести к негативным последствиям. Поэтому первоначальному выбору материалов, применяемых для изготовления БОП, следует уделять наибольшее внимание.

В связи с развитием научно-технического прогресса, наблюдается тенденция роста разновидностей материалов, применяемых для изготовления БОП, каждый из которых обладает определенными преимуществами и недостатками. Выбор материалов зависит от множества параметров, такие как: стойкость к тепловым потокам, теплопроводность, устойчивость к открытому пламени и воздушно-газовой среде и др. Кроме того, природно – климатические особенности региона, в которых будет эксплуатировать БОП должны учитываться при выборе материалов [2]. Стоит обратить внимание, что на вооружении подразделений пожарной охраны находятся различные модели БОП, от правильности их выбора зависит успешность выполнения боевых задач, а также на тактические возможности личного состава.

В связи с изобилием характеристик материалов затруднен выбор параметров, на которые стоит обращать внимание в первую очередь при выборе БОП [3]. Для решения этой задачи предлагается использовать метод анализа иерархий (МАИ), который позволяет лицу, принимающему решение, отыскать альтернативу, которая наилучшим образом подойдет под климатические особенности и другие требования, предъявляемые к БОП.

Анализ процесса принятия решений в методе анализа иерархий начинается с построения иерархической структуры, которая содержит цель, критерии, альтернативы и факторы, которые оказывают влияние на выбор.

В предлагаемой постановке задачи необходимо решить задачу оптимального распределения свойств материалов для боевой одежды пожарного между трех значимых показателей: стоимости (С), массы изделия (М) и износостойкости (И). Эти показатели составляют третий, или низший, уровень иерархии. Целями, относительно которых оцениваются эти свойства, являются вклад в эксплуатационные характеристики и эргономику (Э), вклад в экономическую составляющую, а точнее соответствие бюджету, выделенному на покупку БОП (Ц), и вклад в низкий вес изделия (В). Цели составляют второй уровень иерархии. Общая цель — качественная и доступная боевая одежда пожарного — первый уровень иерархии.

Построим матрицу парных сравнений трех целей: Ц, Э и В в соответствии с их воздействием на общую цель — БОП. Умышленно навязывая согласованность создаваемой матрицы, мы по первой строке находим все остальные ее элементы. В соответствии с таблицей 1 имеем:

Таблица 1 – Матрица коэффициентов

БОП	Ц	Э	В
Ц	1	3	7
Э	1/3	1	7/3
В	1/7	3/7	1

$$\lambda_{\max} = 3.00, \text{ ИС} = 0.0$$

Цена имеет сильное превосходство перед эксплуатационными характеристиками и эргономикой (5) и слабое перед весом изделия (3). Числа во 2-й и 3-й строках выбраны так, чтобы полученная матрица сравнений была обратно-симметричной и согласованной.

Столбец приоритетов, имеет вид:

$$W = \begin{pmatrix} 0.68 \\ 0.23 \\ 0.09 \end{pmatrix}.$$

Следовательно, в соответствии со сравнением по поставленным целям цена получает приоритет 0,68, эксплуатационные характеристики и эргономика — 0,23 и вес — 0,09 (рис. 1).

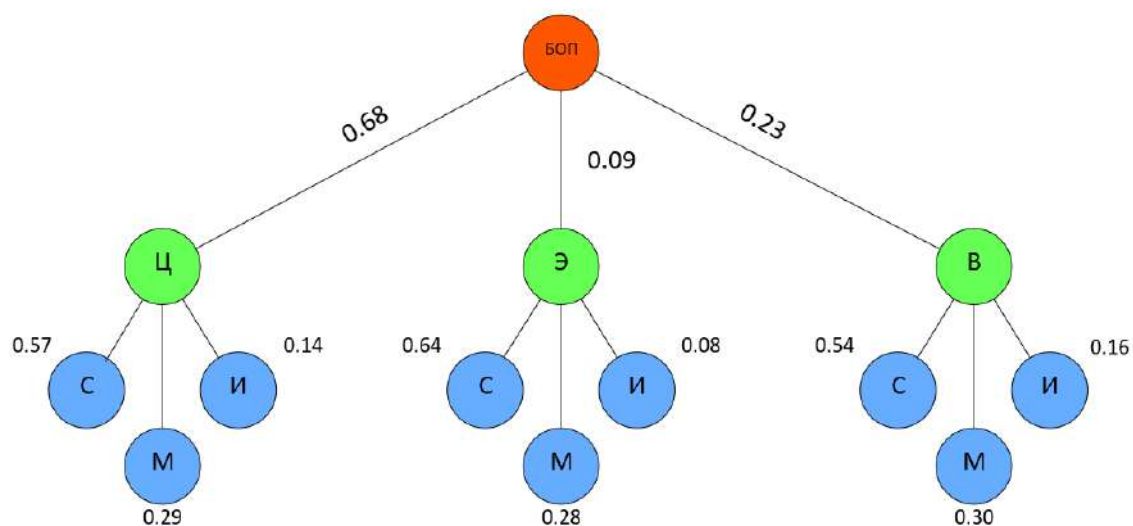


Рис.1 – Граф МАИ

Проведем теперь оценку относительной важности каждого потребителя с точки зрения цены, эксплуатационных характеристик и эргономики и веса (составляющих второй уровень иерархии).

Соответствующие матрицы попарных сравнений, отражённые в таблицах 2, 3 и 4, индексы согласованности и столбцы приоритетов имеют следующий вид:

Таблица 2 – Матрица попарных сравнений.

БОП	С	М	И
С	1	2	4
М	1/2	1	2
И	1/4	1/2	1

$$\lambda_{\max} = 3.00, \text{ ИС}=0.0, \begin{pmatrix} 0.57 \\ 0.29 \\ 0.14 \end{pmatrix}$$

Таблица 3 – Матрица попарных сравнений.

БОП	С	М	И
С	1	3	8
М	1/3	1	4
И	1/8	1/5	1

$$\lambda_{\max} = 3.01, \text{ ИС}=0.01, \begin{pmatrix} 0.64 \\ 0.28 \\ 0.08 \end{pmatrix},$$

Таблица 4 – Матрица попарных сравнений.

БОП	С	М	И
С	1	2	3
М	1/2	1	2
И	1/3	1/2	1

$$\lambda_{\max} = 3.01, \text{ ИС}=0.01, \begin{pmatrix} 0.54 \\ 0.30 \\ 0.16 \end{pmatrix}$$

Запишем полученные столбцы в виде матрицы. Получим:

$$\begin{pmatrix} 0.57 & 0.64 & 0.54 \\ 0.29 & 0.28 & 0.30 \\ 0.14 & 0.08 & 0.16 \end{pmatrix}.$$

Умножая эту матрицу на столбец W , находим искомый столбец приоритетов третьего уровня иерархии, представляющего потребителей боевой одежды пожарного C , M и I (взвешенный согласно их общему влиянию):

$$\begin{pmatrix} 0.58 \\ 0.29 \\ 0.13 \end{pmatrix}.$$

Итак, на основе вышеприведённых расчётов, можно сделать вывод, что на цену следует выделить 58% свойств материалов, на массу – 29% и на износостойкость – 13%. Данный подход может позволить оптимизировать процесс подбора не только боевой одежды пожарного, но и любого другого пожарно-спасательного имущества и средств индивидуальной защиты, что впоследствии может привести к снижению уровня травматизма и погибших среди личного состава, а также качественному выполнению боевых задач [4].

Полученные результаты рекомендуется применять при выборе материалов для БОП. Выбранные параметры для расчётов могут изменяться, исходя из требований, однако сохранится общий механизм расчёта коэффициентов.

Список источников

1. Оценка термостойкости текстильных материалов боевой одежды пожарного методом синхронного термического анализа / О. В. Беззапонная, И. В. Бизин, Е. В. Головина [и др.] // Техносферная безопасность. 2021. № 4(33). С. 101-112.
2. Исследования боевой одежды пожарного, предназначенной для эксплуатации в условиях Крайнего Севера и Арктической зоны / В. И. Логинов, К. Э. Архиреев, Е. Д. Михайлова, А. К. Некрасов // Безопасность труда в промышленности. 2020. № 11. С. 44-50.
3. Лукьянов А. С., Асташов С. П. Анализ испытаний пакета материалов для боевой одежды пожарного // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. 2020. № 1(47). С. 179-190.
4. Шумай С. М., Лукьянов А. С., Асташов С. П. Подбор и оценка свойств пакета материалов для боевой одежды пожарного // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. 2020. № 1(47). С. 150-171.

ГСНТИ 31.01.11

УДК 614.844.6

ББК 35.10-9

**Алексей Викторович СМЕРНОВ¹, Владимир Анатольевич СУЛИМЕНКО²,
Станислав Николаевич КОРОЛЕВ³, Илья Николаевич НОВИКОВ⁴,
Андрей Сергеевич СЕРЕНКОВ⁵**

¹ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (badcasper@gmail.com, SPIN 5844-6240, ID: 767575)

²ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (sulimenko39@yandex.ru, SPIN-код 2350-8022, ID: 445282)

³ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (stas_korolev_1996@mail.ru, SPIN-код 3318-7226, ID: 1212074)

⁴ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (novikov.9898@mail.ru, SPIN-код 9092-6152, ID: 1204408)

⁵ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (as5686@mail.ru, SPIN-код: 1604-6138, ID: 766723)

Комбинированные составы пожаротушения

Аннотация. В статье поднимается вопрос о видах, составе, вариативности, целях применения пожаротушения комбинированных огнетушащих составов, повышения их огнетушащей способности при совмещении огнетушащих веществ, обладающих различными механизмами огнетушащего действия.

Осуществляли анализ научных работ по направлению совершенствования огнетушащей эффективности комбинированных составов, провели сравнительную оценку огнетушащей способности промышленно выпускаемых огнетушащих веществ, изучили известные патенты на комбинированные огнетушащие составы и научные труды российских и зарубежных исследователей по данному направлению. На основе анализа научных работ определили перспективные направления совершенствования огнетушащей эффективности комбинированных составов и установили оптимальные концентрации веществ, применяемых в качестве добавок, для совершенствования свойств новых комбинированных огнетушащих составов.

Проведенное исследование применения комбинированных огнетушащих составов в будущем при интеграции данного типа тушения на предприятия химической, нефтехимической, нефтегазоперерабатывающей промышленности, предприятий по производству электроники и ряда других объектов, может способствовать уменьшению времени тушения, минимизации распространения пожара, обеспечения сохранения материальных ценностей и сохранения жизни людей.

Ключевые слова: огнетушащий состав, комбинированный состав, установка пожаротушения, объемное тушение, патент, средство тушения

**Alexey V. SMIRNOV¹, Vladimir A. SULIMENKO², Stanislav N. KOROLEV²,
Ilya N. NOVIKOV¹, Andrey S. SERENKOV²**

¹All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia

²State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Combined Fire Extinguishing Compositions

Abstract. This article addresses the types, composition, variability, and purposes of using combined fire extinguishing compositions to enhance their fire suppression capabilities by combining fire-extinguishing substances with different extinguishing mechanisms.

A thorough analysis of scientific works aimed at improving the fire suppression efficiency of combined compositions was conducted. A comparative assessment of the fire extinguishing capabilities of industrially produced extinguishing substances was carried out. Known patents for combined fire extinguishing compositions and scientific works by Russian and foreign researchers in this field were studied. Based on the analysis of scientific research, prospective directions for improving the fire suppression efficiency of combined compositions were determined, and optimal concentrations of substances used as additives to enhance the properties of new combined fire extinguishing compositions were established.

The conducted research on the application of combined fire extinguishing compositions in the future, in the integration of this type of firefighting in chemical, petrochemical, oil and gas processing industries, electronics manufacturing facilities, and various other objects, may contribute to reducing extinguishing time, minimizing the spread of fire, ensuring the preservation of material assets, and saving lives.

Keywords: fire extinguishing composition, combined composition, firefighting system, volumetric extinguishing, patent, extinguishing agent

Введение

В Российской Федерации и по всему миру существует значительное количество объектов, подверженных риску возгорания, требующих особых и эффективных средств для тушения пожаров. Промышленные предприятия, такие как химические, нефтехимические, нефтегазоперерабатывающие и электронные заводы, представляют собой особый класс объектов, где эффективное пожаротушение имеет критическое значение для сохранности оборудования, собственности и безопасности работников.

Однако, наряду с современными методами тушения, такими как водяные, пенные, газовые, аэрозольные и порошковые системы, исследователи и инженеры стремятся к созданию более передовых и высокоэффективных средств тушения, которые способны справляться с различными видами пожаров, включая тлеющие материалы и риски повторного возгорания.

Разработка комбинированных огнетушащих составов является наиболее перспективным подходом для повышения эффективности пожаротушения. Эти составы объединяют свойства различных классов огнетушащих средств, что позволяет увеличить их эффективность применения. Один компонент состава дополняет огнетушащую способность другого, а также обеспечивает более эффективную доставку огнетушащего вещества в очаг пожара.

Особенно важно совмещение огнетушащих веществ, обладающих различными механизмами действия, так как это создает синергетический эффект. Комбинации веществ, обладающих ингибирующим и охлаждающим воздействием на цепные реакции окисления в зоне пламенного горения, обеспечивают значительное повышение огнетушащей способности при взаимном дополнении одного компонента состава огнетушащей способностью другого.

Такие комбинированные составы находят широкое применение в системах автоматического пожаротушения и модульных системах безопасности на промышленных объектах. Они обеспечивают не только более быстрое тушение, но и уменьшают риск возникновения новых очагов возгорания, например, от нагретых элементов строительных конструкций или оборудования.

Важным актуальным направлением исследований в области огнетушения является создание комбинированных составов с различными механизмами действия, которые способны эффективно справляться с различными типами пожаров. Для этого исследования проводятся как национальными, так и международными учеными и инженерами, включая ученых, таких как Баратов А.Н., Вогман Л.П., Исавнин Н.В., Краснянский М.Е., Добриков В.В., Корольченко Д.А., а также Ewing C.T., Rosser W., Lee T.G., Бухтояров Д.В., Сабинин О.Ю., Кунин А.В., Лапшин Д.Н., Бобрышева С.Н., и многих других.

Анализ составов комбинированного пожаротушения

Комбинированное пожаротушение представляет собой тушение пожара, который не может быть эффективно ликвидирован одним видом огнетушащего вещества, при помощи огнетушащих веществ, обладающих различными механизмами воздействия на зону горения.

При комбинированном пожаротушении возможно использование следующих комбинаций видов огнетушащих веществ, применяемых одновременно: порошок – пена средней кратности; порошок – пена низкой кратности; порошок – распылённая вода; газ – пена средней кратности; газ – пена низкой кратности; газ – распылённая вода; газ – газ; порошок – газ[1].

В настоящее время, некоторые огнетушащие вещества, включая огнетушащие порошки, не обладают полной универсальностью в тушении пожаров и ликвидации аварийных ситуаций. Среди недостатков огнетушащих порошков можно выделить следующие: огнетушащая способность в отношении тлеющих материалов недостаточно

эффективна, не всегда препятствуют повторному возгоранию горючих материалов, особенно от нагретых элементов оборудования или строительных конструкций, низкая сорбционная способность к горючим жидкостям, тенденция к скоплению и слеживанию при статичном нахождении.

Одной из возможных комбинаций, устраняющий недостатки применения огнетушащих порошков, является комбинация огнетушащего порошка с микрокапсулами хладона, которые обладают высокой ингибирующей способностью горения. Это позволяет существенно повысить огнетушащую эффективность порошков. Эксперименты показали, что комбинации огнетушащих составов, состоящих из 90% хладона и 10% ингибиторов горения (СНД) по массе, могут увеличить эффективность тушения пожаров в 2-2,5 раза.

Еще одной возможной комбинацией являются водогалогенуглеводородные эмульсии, которые сочетают в себе свойства воды, галогенов и углеводородов. Также эффективны комбинации воздушно-механической пены с бромхладонами, а также газожидкостные смеси хладонов 114В2 (жидкость) и 13В1 (газ) [2].

Другим эффективным способом комбинированного тушения пожаров является механическое смешивание различных видов огнетушащих веществ при помощи инъекционных устройств. Это позволяет получить эффективные средства для объемного и поверхностного тушения пожаров. Комбинирование рабочего газа, такого как CO₂ или N₂, с хладонами, порошком и водой, путем одновременной или раздельной подачи, также способствует повышению огнетушащей эффективности [3-4].

Наиболее востребованными в настоящее время на территории Российской Федерации считаются комбинации на основе хладонов, пенообразователей и порошка. Использование таких комбинаций сильно повышает эффективность объемного тушения пожаров. Например, замена воздуха на инертный газ (хладон) в пенообразующем составе снижает интенсивность подачи вещества в 7 раз и делает его пригодным для использования на различных горючих жидкостях [5-6].

Из изложенного выше следует, что основные комбинации видов огнетушащих средств, используемых в комбинированных составах пожаротушения, представляют собой основные огнетушащие вещества, широко применяемые по отдельности, такие как газ, вода, хладон, пена и порошок. Однако это не все огнетушащие вещества, используемые в пожаротушении на данный момент, например, остались без должного внимания комбинации огнетушащих составов с применением огнетушащего аэрозоля.

Особенности применения комбинированных составов пожаротушения

Из практики видно, что перспективным путем повышения эффективности тушения пожара является одновременное применение различных огнетушащих составов, которое позволяет сочетать различные свойства огнетушащих веществ. Комбинированные составы включают в себя различные комбинации огнетушащих веществ, которые могут быть использованы для различных типов пожаров и условий. В свете последних исследований и практического опыта, комбинированные огнетушащие составы становятся перспективным подходом для повышения эффективности тушения пожаров [7].

Применение комбинированных составов имеет ряд преимуществ. Огнетушащее действие водогалогенуглеводородных эмульсий отличается от огнетушащего действия воды тем, что соли, выпадая из растворов, образуют на поверхности горящего вещества изолирующие пленки, что приводит к изолированию зоны горения. Кроме того, при разложении солей выделяются инертные газы, обладающие флегматизирующим эффектом в зоне горения [8-9].

Огнетушащие составы выбирают с учетом условий горения, огнетушащих свойств данных составов, а также условий горения, химических свойств пожарной нагрузки. Применение комбинированных составов позволяет существенно повысить показатели эффективности тушения и успешно применяться для тушения неоднородной пожарной нагрузки.

Комбинированные порошковые составы типа СИ, включают в себя гало и углеводородные ингибиторы. Эти составы представляют собой сочетание порошковой основы, обладающей сорбционной способностью, с веществом, оказывающим ингибирующее воздействие на высокотемпературное окисление.

Один из подходов — использование микрокапсулированных огнегасящих агентов. Однако некоторые комбинированные составы могут иметь свои ограничения. Например, комбинированные порошковые составы, такие как СИ-2, имеют слабиную в постепенном улетучивании ингибирующего компонента из порошка, что затрудняет их хранение и требует использования герметичной тары [10].

Несмотря на токсичность, йодистый метил, как йодсодержащее вещество, является одним из наиболее эффективных ингибиторов горения, что делает его привлекательным для рационального выбора компонентов комбинированных огнетушащих составов.

Однако проблемой этого комбинированного состава также является постепенное улетучивание ингибирующего компонента из порошка. Для восстановления его свойств необходимо добавить насыщающий агент до получения исходной массы порошка (согласно Патенту Российской Федерации №2389525).

При анализе различных составов для комбинированного тушения пожара можно выделить несколько факторов, которые влияют на их применимость. Некоторые из известных комбинированных огнетушащих веществ могут быть дорогими, неэффективными или не экологически безопасными из-за своего состава. Однако, существуют перспективные направления, которые можно рассмотреть для разработки более эффективных комбинированных составов.

Заключение

Применение комбинированных составов пожаротушения представляет собой перспективное направление для обеспечения пожарной безопасности на объектах защиты, где хранятся легковоспламеняющиеся и горючие жидкости, а также в промышленных секторах, таких как химическая, нефтехимическая, нефтегазоперерабатывающая промышленность, и производство электроники. Несомненно, эффективное пожаротушение на таких объектах имеет важное значение для обеспечения безопасности и минимизации потерь.

Однако, несмотря на потенциальные преимущества комбинированных составов, их широкое применение до сих пор остается ограниченным. Существует недостаток научных данных и практического опыта, подтверждающего эффективность таких составов в условиях реального пожара. Важным заключением, вследствие анализа рассмотренных комбинированных составов пожаротушения, является отсутствие однозначно доказанных комбинированных огнетушащих составов, которые смогли бы продемонстрировать высокую эффективность в борьбе с различными видами пожаров, без неблагоприятных последствий, оказывающих воздействие на экологическую обстановку и здоровье людей в зоне тушения пожара.

Следует также отметить, что совмещение различных механизмов действия огнетушащих веществ, таких как ингибирующее и охлаждающее воздействие, предоставляет значительный потенциал для повышения эффективности пожаротушения. Этот синергетический эффект может быть ключевым фактором при разработке будущих систем пожаротушения на основе комбинированных составов. Для полноценного применения на практике, данная теория требует активных исследований и разработок для безопасного и эффективного обеспечения пожарной безопасности на объектах защиты с особыми рисками.

Список источников

1. А.Н. Баратов, Е.Н. Иванов. Пожаротушение на предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности. Издание 2-е, переработанное. - М.: издательство «Химия», Москва 1979.- 8 с.

2. А.Н. Баратов, И.Н. Исавнина, Е.В. Тимофеев. Гомогенно-гетерогенный состав для объемного пожаротушения//Крупные пожары: предупреждение и тушение. Материалы XVI научно-практической конференции, ч. II: Сборник научных трудов. - М.: ВНИИПО, Балашиха 2001, - 14 с.
3. А.Н. Баратов. Горение-Пожар-Взрыв-Безопасность. - М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, Балашиха 2004, - 46 с.
4. А.Н. Баратов, Н.П. Копылов, С.Г. Цариченко, В.Я. Киселев, Е.В. Курбатов, Н.И. Силаева, А.П. Евдаков, В.Д. Коротков, Д.Ю. Мышак, В.Г. Кулаков, А.Е. Мешалкин. Комбинированный состав для объемного пожаротушения. Патент № 2156630 от 27.09.2000 г.
5. Копылов С.Н., Здор В.Л., Порошин А.А. Системный подход к проектированию средств пожарной сигнализации // Safety & Fire Technology. Москва 2013. № 2. – 5 с.
6. Лобов А.А., Поляков Р.Ю., Хаустов С.Н. Применение современных средств пожаротушения для объемного тушения пожаров различного класса // Воронежский институт ГПС МЧС России. Воронеж 2014. - 8 с.
7. Тайсумов Х.А. Огнетушитель углекислотный комбинированный // ФГБУ ВО АГПС МЧС России, Москва 2016 - 9 с.
8. Батов Д. В. Получение и некоторые физико-химические свойства микроэмульсий вода - пав - галогенуглеводород, пригодных для создания комбинированных огнетушащих средств // Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН. Иваново 2018. - 7 с.
9. Батов Д.В., Антонова О.А., Мочалова Т.А., Строкина О.Е. Исследование термохимических характеристик микроэмульсий вода - ПАВ - ингибитор горения (2-иодгептафторпропан) при стандартных условиях с целью создания комбинированных огнетушащих средств // Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН, Иваново 2020. — № 8 (298). — 54 с.
10. Кузнецов С.М., Гребенюк А.Н. Современные подходы к токсиколого-гигиенической оценке средств объемного пожаротушения // ФГБУВОУ ВО «Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова». Санкт-Петербург 2017 - 226 с.

ГСНТИ 84.01.80
УДК 614.842.47
ББК 30ц

**Владимир Леонидович ЗДОР¹, Алексей Александрович ПОРОШИН²,
Наталья Викторовна СЕМЕНЕНКО³, Вера Владимировна КОРОЛЕВА⁴,
Евгений Александрович ЗАПЛАТОВ⁵**

1. ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (zdor_vl@list.ru, SPIN 4668-5232, ID: 544448)
2. ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (poroshinjob@mail.ru, SPIN-код 9448-9492)
3. ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (nata.semenenko.74@mail.ru, SPIN-код 2367-6470, ID: 1130903)
4. ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (vera.koroleva87@mail.ru, SPIN-код: 5121-5547, ID: 1123986)
5. ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (zaplatov57@mail.ru, SPIN-код 5934-1880, ID: 1098532)

Особенности применения актуализированных требований к размещению и монтажу пожарных извещателей

Аннотация. Предметом статьи является анализ требований к размещению и монтажу пожарных извещателей на объектах защиты, изложенных в актуализированных нормативных

документах по пожарной безопасности. Цель статьи — показать и проанализировать основные отличия вновь введенных требований к размещению и монтажу пожарных извещателей, отразить достоинства и отдельные недостатки актуализированных требований, отметить проблемные вопросы, возникающие у пользователей свода правил при проектировании систем пожарной сигнализации. Статья предназначена для работников проектных организаций, лиц, ответственных за пожарную безопасность объектов и разработчиков нормативных документов.

Ключевые слова: пожарный извещатель, радиус зоны контроля пожарного извещателя, пожарные извещатели кумулятивного действия, конвективная колонка, потолочные балки

**Vladimir L. ZDOR, Aleksey A. POROSHIN, Natalya V. SEMENENKO,
Vera V. KOROLEVA, Evgeniy A. ZAPLATOV**

All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia

Features of Applying Updated Requirements for the Placement and Installation of Fire Detectors

Abstract. This article analyzes the requirements for the placement and installation of fire detectors in protected facilities as outlined in updated regulatory documents on fire safety. The aim of the article is to demonstrate and analyze the main differences introduced in the newly implemented requirements for the placement and installation of fire detectors, highlight the advantages and certain drawbacks of the updated requirements, and address problematic issues that arise for users of the code of rules during the design of fire alarm systems. The article is intended for employees of design organizations, individuals responsible for the fire safety of facilities, and developers of regulatory documents.

Keywords: fire detector, fire detector control zone radius, cumulative-action fire detectors, convective column, ceiling beams

Известно, что одним из основополагающих параметров, оказывающих существенное влияние на эффективность обнаружения пожарными извещателями факторов пожара, является их размещение в условиях объекта защиты. До 01.03.2021 г. размещение пожарных извещателей регламентировалось положениями свода правил СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» (далее — СП 5). С 01.03.2021 г. взамен СП 5 в части требований к проектированию систем пожарной сигнализации был введен актуализированный свод правил СП 484.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования» (далее — СП 484), раздел 6.6 которого посвящен вопросам размещения и монтажа пожарных извещателей.

В соответствии с п. 13.3.4 СП 5 с целью сохранения пожарными извещателями положения и ориентации в пространстве, в том числе в условиях пожара, их монтаж должен был осуществляться на несущих строительных конструкциях. Положение данного пункта вызывало большое количество вопросов о допустимости монтажа извещателей на плиты фальшпотолка типа «Армстронг», которые являются самонесущими конструкциями, т. е. конструкциями, воспринимающими нагрузку только от собственного веса (см. ГОСТ 30247.1-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции»). С целью выполнения требования к монтажу извещателей на несущих строительных конструкциях в помещениях, оборудованных

фальшпотолком типа «Армстронг», монтажные организации вынуждены были монтировать извещатели только к ребрам жесткости подвесного потолка несмотря на то, что ряд производителей выпускал специальные монтажные комплекты для монтажа извещателей непосредственно на плиты. В п. 6.6.11 СП 484 монтаж извещателей на плиты подвесного потолка признан допустимым, но при условии выполнения п. 6.6.12 к минимальному расстоянию между чувствительной зоной извещателя и плоскостью подвесного потолка.

Положениями СП 5 регламентировалось максимальное расстояние между двумя точечными тепловыми и дымовыми пожарными извещателями в зависимости от высоты перекрытия, располагаемыми в больших помещениях по перпендикулярной сетке размещения. В СП 484 значения данных расстояний не приводятся, но указаны радиусы зоны контроля извещателя. По сути, при условии обеспечения контроля каждой точки помещения точечным пожарным извещателем значения радиуса зоны контроля и максимального расстояния между извещателями взаимосвязаны следующим выражением

$$L = \sqrt{2}R \quad (1)$$

что иллюстрируется на рисунке 1.

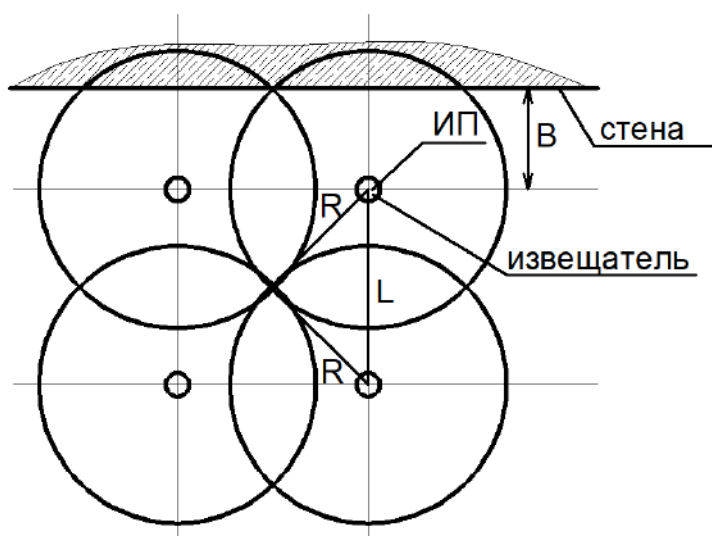


Рисунок 1 – Размещение точечных пожарных извещателей

Сравнение требований СП 5 и СП 484 для тепловых и дымовых точечных пожарных извещателей приведено в таблицах 1 и 2.

Таблица 1– Размещение точечных дымовых пожарных извещателей

Высота помещения, м	Максимальное расстояние между извещателями по СП 5, м	Радиус зоны контроля по СП 484, м	Максимальное расстояние между извещателями по СП 484, м
До 3,5	9,0	6,4	9,0
Св. 3,5 до 6,0	8,5	6,05	8,5
Св. 6,0 до 10,0	8,0	5,70	8,0
Св. 10,0 до 12,0	7,5	5,35	7,5

Таблица 2 – Размещение точечных тепловых пожарных извещателей

Высота помещения, м	Максимальное расстояние между извещателями по СП 5, м	Радиус зоны контроля по СП 484, м	Максимальное расстояние между извещателями по СП 484, м
До 3,5	5,0	3,55	5,0
Св. 3,5 до 6,0	4,5	3,20	4,5
Св. 6,0 до 9,0	4,0	2,85	4,0

Данные, представленные в таблицах, наглядно иллюстрируют отсутствие изменения требований к максимальному расстоянию между извещателями. Максимальное расстояние между извещателем и стеной B для выполнения условия контроля каждой точки помещения двумя извещателями должно составлять не более половины L (см. рис. 1), что также почти соответствует требованиям СП 5, а вот положение СП 5 о недопустимости превышения указанных величин требованиям технических условий и паспортов на извещатели было исключено.

Исключение этого положения оправдано. Радиус зоны контроля извещателя определяется экспериментально по времени обнаружения извещателем пожара при горении некоторого стандартного очага и, в первую очередь, зависит от скорости распространения факторов пожара в припотолочной зоне. Влияние параметров извещателя на радиус зоны контроля с учетом нормирования требований к порогу срабатывания дымового извещателя и инерционности срабатывания теплового извещателя, весьма незначительно.

Как и в СП 5, высота размещения точечных тепловых и дымовых пожарных извещателей в соответствии с таблицами 1 и 2 СП 484 ограничивается значениями 9 м и 12 м соответственно. Данное ограничение вызвано параметрами раскрытия конвективной колонки, создаваемой очагом пожара, на определенной высоте, что иллюстрируется на рисунке 2.

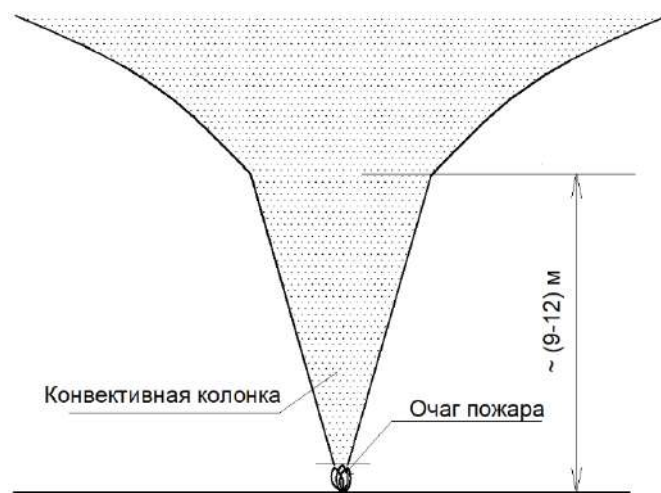


Рисунок 2 – Раскрытие конвективной колонки

До указанных высот $[(9 \div 12) \text{ м}]$ параметры среды в конвективной колонке характеризуются высокой температурой и концентрацией дыма. По мере удаления от очага пожара (источника энергии) скорость движения воздушных масс в вертикальном направлении снижается, горячий задымленный воздух смешивается с более холодными и свободными от дыма воздушными слоями, что приводит к снижению его температуры и уровня задымленности. В связи с этим, применение точечных извещателей на больших высотах становится не эффективным.

Отметим, что указанные значения высоты раскрытия конвективной колонки (получены экспериментально) справедливы для некоторого стандартного очага пожара в условиях помещения с детерминированными параметрами окружающей среды. В реальности высота раскрытия конвективной колонки зависит от энергии очага пожара (типа и массы горючей нагрузки) и характеристик окружающей среды (температура, влажность, давление, наличие принудительных или естественных воздушных потоков и т. д.).

Эффективность применения точечных извещателей на больших высотах частично компенсируется в линейных и многоточечных извещателях кумулятивного типа (как в дымовых, так и в тепловых), позволяющих контролировать значение воздействующего параметра не в точке, а в нескольких точках или на протяжении некоторой линии, и суммировать их в процессе контроля и/или обработки.

Кумулятивный эффект наглядно иллюстрируется применением линейного дымового пожарного извещателя. При размещении его луча на высоте, предшествующей раскрытию конвективной колонки, луч проходит через сильно задымленную область, но длина пути луча в задымленной зоне невелика. На высотах после раскрытия конвективной колонки, степень задымленности ниже, но длина пути луча увеличивается, а значит снижение мощности оптического сигнала, создаваемое задымленной средой и контролируемое извещателем, в первом и втором рассмотренном варианте размещения линейного дымового извещателя становится сопоставимым. Данное свойство кумулятивности учтено в требованиях к максимальной высоте размещения линейных дымовых извещателей, составляющей в соответствии с п. 6.6.18 СП 484 21 м.

Аналогичным эффектом обладают аспирационные дымовые пожарные извещатели. Здесь эффект кумулятивности возникает за счет увеличения количества воздухозаборных отверстий, попадающих в задымленную среду, с ростом высоты размещения воздухозаборных труб. Указанное свойство аспирационных извещателей также учитывается положениями СП 484 (п. 6.6.23, таблица 3). Максимальная высота установки воздухозаборных отверстий для аспирационных извещателей класса А составляет 30 м, а класса В – 18 м.

К сожалению, в положениях СП 484 не учтены свойства кумулятивности линейных и многоточечных тепловых пожарных извещателей. В п. 6.6.17 СП 484 указывается, что требования к размещению чувствительных элементов линейных (многоточечных) тепловых извещателей аналогичны требованиям к размещению точечных тепловых извещателей, т. е. предельная высота размещения чувствительных элементов линейных (многоточечных) тепловых извещателей ограничена на уровне 9 м.

Справедливости ради следует отметить, что далеко не все линейные (многоточечные) тепловые извещатели обеспечивают эффект кумулятивности. Возьмем несколько традиционных вариантов построения чувствительного элемента линейного или многоточечного извещателя.

Простейший чувствительный элемент теплового линейного извещателя может быть построен на основе термокабеля, состоящего из двух свитых проводников, разделенных изолирующим слоем. При этом материал изоляции разрушается при воздействии определенной температуры (температура срабатывания такого извещателя), проводники замыкаются, что служит основанием для формирования системой пожарной сигнализации (далее — СПС) сигнала «Пожар». Такой тип чувствительного элемента не обеспечивает кумулятивный эффект, т. к. для срабатывания извещателя необходимо нагреть участок термокабеля до значения температуры срабатывания.

С целью достижения кумулятивного эффекта реализуется аналогичная рассмотренной конструкция термокабеля, но материал изоляции не разрушается под воздействием температуры, а постепенно теряет изолирующие свойства, т. е. с ростом температуры снижается сопротивление (повышается проводимость) изоляции. Блок обработки такого извещателя представляет собой, по сути, омметр, формирующий тревожный сигнал при достижении сопротивления утечки между проводами термокабеля некоторого порогового значения. Заметим, что указанное значение сопротивления может быть достигнуто как при локальном нагреве небольшого участка термокабеля до высокой температуры, так и при нагреве протяженного участка этого термокабеля до умеренной температуры. Извещатель, построенный на основе такого термокабеля, не обладает конкретной температурой срабатывания, но может быть в отличие от точечных тепловых извещателей применен для защиты помещений высотой более 9 м.

Аналогичный кумулятивный эффект проявляется в многоточечном тепловом извещателе, чувствительным элементом которого являются дискретно расположенные последовательно соединенные термпары, генерирующие при нагреве определенную ЭДС, величина которой зависит от скорости роста температуры. Действительно, при расположении чувствительного элемента на высоте, предшествующей раскрытию

конвективной колонки, ЭДС, генерируемая каждой термопарой будет больше, чем аналогичная ЭДС, генерируемая термопарами, располагаемыми выше уровня раскрытия конвективной колонки, но количество термопар в верхнем уровне, попавших под поток теплого воздуха, будет больше.

Дополнительными функциональными возможностями обладает многоточечный тепловой пожарный извещатель, построенный на базе кабельной линии связи с установленными в ней чувствительными к температуре микрочипами. Данное техническое решение в случае применения адресуемых микрочипов позволяет не только обеспечить кумулятивный эффект, но и определить место возникновения возгорания, а при определенном математическом анализе принимаемых от микрочипов информационных сигналов в блоке обработки извещателя оценить темпы и направление распространения пожара, а также снизить вероятность ложного формирования сигнала о пожаре.

Учитывая разные принципы построения линейных (многоточечных) тепловых извещателей, реализующих кумулятивный эффект, нормировать конкретную допустимую высоту установки расположения термочувствительных элементов представляется нецелесообразным, но узаконить допустимость принятия проектной организацией решений по применению кумулятивных линейных (многоточечных) тепловых извещателей для защиты помещений высотой более 9 м на основе, например, результатов испытаний, следует.

В п. 13.3.10 СП 5 указывалось, что при установке точечных дымовых пожарных извещателей в помещениях шириной менее 3 м или под фальшполом или над фальшпотолком и в других пространствах высотой менее 1,7 м максимальные расстояния между дымовыми извещателями и извещателями и стеной допускается увеличивать в 1,5 раза. В отношении пространств за фальшполом или над фальшпотолком и в других пространствах высотой менее 1,7 м данное требование в СП 484 сохранено, а в отношении помещений шириной менее 3 м (как правило, коридоры) исключено. Учитывая, что скорость распространения факторов пожара в припотолочном пространстве вдоль узких коридоров выше в результате влияния стен, и зона контроля извещателя перестает иметь форму круга, представляется целесообразным вернуть положение о допустимости увеличения в 1,5 раза максимального расстояния между извещателями в узких коридорах (ширина не более 3 м) при плановом внесении изменений в СП 484.

В отношении требований к размещению линейных дымовых извещателей в СП 5 была допущена ошибка, в отношении которой, как ни странно, от пользователей свода правил практически не поступало вопросов. Ошибка заключалась в противоречии между пп. 13.5.1 и 13.5.5. В соответствии с п. 13.5.1 оптическая ось извещателя должна проходить на расстоянии не менее 0,1 м и не более 0,6 м от уровня перекрытия. В п. 13.5.5 регламентировалось минимальное расстояние 0,5 м от оптической оси извещателя до окружающих предметов, чтобы не допустить переотражения луча от этих предметов. Но ведь перекрытие тоже может рассматриваться как некий окружающий предмет, значит в соответствии с п. 13.3.5 расстояние от оптической оси до перекрытия не может быть менее 0,5 м. Как в таком случае интерпретировать минимальное расстояние до перекрытия 0,1 м, указанное в п. 13.5.1?

Требование п. 13.5.5 было основано на предположении, что радиус луча в зоне расположения приемника извещателя (место максимального расширения луча) не превысит 0,5 м. В реальности, максимальный радиус луча для двухкомпонентного линейного извещателя в зоне расположения приемника составит

$$R = L \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2)$$

где R – максимальный радиус луча, L – расстояние между приемником и передатчиком (длина оптического пути), α – угол расходимости луча, указанный производителем.

В СП 484 (п. 6.6.18) минимальное допустимое расстояние до перекрытия было еще больше сокращено (25 мм). Можно ли располагать луч извещателя столь близко к перекрытию?

Приведем простой пример. Возьмем помещение длиной 30 м. Установим извещатель так, чтобы расстояние от луча до перекрытия составляло 25 мм. Чтобы оптический луч извещателя не переотражался от перекрытия, радиус луча в зоне расположения приемника извещателя должен быть не более 25 мм. Для указанных условий угол расходимости луча должен составить не более 0,0004 рад., что практически не реально.

В соответствии с вышеизложенным требование к минимальному расстоянию между лучом и перекрытием должно быть пересмотрено.

Значительным упрощением для проектировщиков явилось появление в положениях СП 484 требования к размещению линейных дымовых извещателей при расстоянии между оптическим лучом и перекрытием более 0,6 м. Положения п. 6.6.18 СП 484 ограничивают максимальное расстояние между перекрытием и оптическим лучом на уровне 0,6 м. Данное требование обусловлено длительностью процесса заполнения дымом припотолочного пространства. В условиях пожара слой задымленного воздуха, достигнув перекрытия, распространяется по горизонтали и постепенно увеличивает свою высоту (рисунок 3). Удаление оптического луча от перекрытия приводит к значительному увеличению времени обнаружения возгорания, возникшего между линиями проекции оптических лучей на плоскость пола, т. к. извещатель, оптический луч которого расположен ближе к перекрытию, подвергнется воздействию задымленной среды раньше, чем более низко расположенный извещатель.

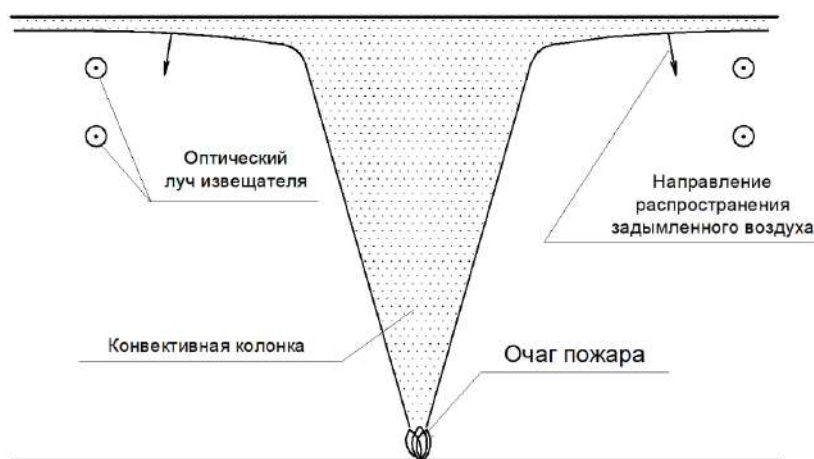


Рисунок 3 – Распространение задымленного воздуха от очага пожара

Однако нередко на объектах защиты выдержать нормированное расстояние от перекрытия до оптического луча не представляется возможным, например, в случае наличия под перекрытием строительных ферм и конструкций, вентиляционных коробов или иного инженерного оборудования.

В СП 5 размещение оптического луча извещателей ниже 0,6 м от уровня перекрытия допускалось в случае, если время обнаружения оказывалось достаточным для выполнения задач противопожарной защиты. Указанное время обнаружения должно было быть подтверждено расчетом, однако никакой расчетной методики не приводилось.

Положения п. 6.6.18 СП 484 опираются на угол раскрытия конвективной колонки, создаваемой источником пожара. В соответствии с экспериментальными данными данный угол составляет, как правило, порядка 15° . А это значит, что радиус конвективной колонки на высоте H составит приблизительно $0,26H$, и если выдержать расстояние между оптическими лучами не более $25\% H$, где H — высота размещения оптической оси извещателя, где бы не располагался очаг пожара, задымленный воздух, еще не достигнув перекрытия, пройдет через луч извещателя.

Технической ошибкой следует считать таблицу 3 СП 484, регламентирующую радиус зоны контроля воздухозаборного отверстия аспирационного пожарного извещателя. Если в таблице 13.6 СП 5 указывалось максимальное расстояние между воздухозаборными отверстиями в зависимости от высоты установки воздухозаборных труб и класса извещателя

по чувствительности, то исходя из данных, приведенных в таблице 3 СП 484, радиус контроля воздухозаборного отверстия аспирационного извещателя от высоты установки воздухозаборных труб не зависит, что, безусловно, ошибочно. Указывается только класс извещателя и высота контролируемого помещения, а не высота установки воздухозаборных труб. По сути, таблица 3 отражает возможность применения того или иного класса извещателей в зависимости от высоты помещения.

В целом, как таблица 13.6 СП 5, так и таблица 3 СП 484 не содержат достаточной информации о максимальном расстоянии между воздухозаборными отверстиями (радиусе зоны контроля). Например, по данным таблиц невозможно оценить максимальное расстояние между воздухозаборными отверстиями (радиус зоны контроля) для аспирационного извещателя класса А, установленного в помещении высотой 15 м.

В соответствии с вышеизложенным требования к размещению аспирационных извещателей требуют переработки.

Отдельной темой следует считать вопрос о размещении точечных пожарных извещателей в помещениях с наличием в припотолочной зоне балок, венткоробов и иных инженерных и технологических конструкций, выступающих от перекрытия и препятствующих распространению факторов пожара в припотолочной зоне.. Требования, изложенные по этому вопросу в СП 484 (пп. 6.6.36, 6.6.38), претерпели значительные изменения по сравнению с аналогичными требованиями СП 5 (пп. 13.3.6, 13.3.8) и были сформулированы на основе положений британского стандарта BS 5839-1 “Fire detection and fire alarm systems for buildings” — Part 1: Code of practice for system design, installation, commissioning and maintenance.

К сожалению, новые требования в некоторых случаях ставят проектные организации в тупик в связи с тем, что выполнить их не представляется возможным. Попробуйте, например, разместить тепловые точечные извещатели в помещении высотой до 3 м с балками, имеющими ширину 0,7 м и высоту 0,35 м. В соответствии с п. 6.6.36 извещатели должны быть расположены на расстоянии не менее 0,5 м от балки. Размещая извещатели с двух сторон балки получим расстояние между ними 1,7 м, а по требованиям п. 6.6.38 (таблица 4) данное расстояние должно быть не более 1,5 м. И как быть? На подобного рода вопрос СП 484 ответа не дают.

Определенное недоумение у проектировщиков вызывает сравнение требований СП 484 к размещению извещателей в помещениях с продольными (линейными) балками (таблица 4) и с продольными и поперечными балками (таблица 5). Интуитивно кажется, что большее препятствие к распространению тепловых задымленных потоков в помещениях оказывает наличие продольных и поперечных балок, чем только продольных. Однако приведенные в таблицах 4 и 5 максимальные расстояния между извещателями для помещений с продольными и поперечными балками практически вдвое превосходят указанное расстояние для помещений с наличием только продольных балок. Тем не менее такое, кажущееся на первый взгляд противоречие требований, в большинстве случаев объяснимо. Дело в том, что время обнаружения пожара дымовыми (тепловыми) пожарными извещателями, неразрывно связано с создаваемой очагом пожара концентрацией дыма (температурой) в месте установки извещателя, которые в помещениях с наличием только продольных балок растут медленнее, чем при наличии продольных и поперечных балок в результате свободного распространения в помещении с отсутствием поперечных балок задымленного нагретого воздуха вдоль продольных балок. Однако, данное рассуждение является справедливым только в случае, когда нагретый задымленный воздух в обязательном порядке попадет в отсек потолка, образованный продольными и поперечными балками, в котором установлен пожарный извещатель.

Для примера, возьмем помещение высотой 3,0 м, в котором продольные и поперечные балки высотой 31 см (более 10 % высоты помещения) и шириной 20 см образуют ячеистую структуру с квадратной конфигурацией и стороной квадрата равной 1,5 м (рисунок 4). Разместим в нем дымовые извещатели в центре каждого второго отсека. Расстояние между

извещателями окажется равным 3,4 м, что в полной мере удовлетворяет требованиям таблицы 5 (не более 4,5 м). А теперь представим, что источник возгорания возник на полу в середине проекции любого из отсеков, в котором нет пожарного извещателя.

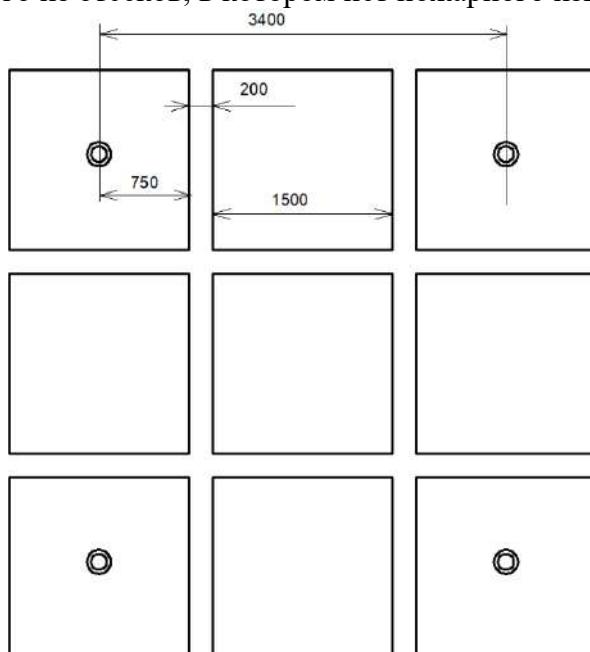


Рисунок 4 – Потолок помещения с продольными и поперечными балками

Диаметр конвективной колонки на высоте 2,69 м (нижняя плоскость балок), составит около 1,3 м, т. е. весь дым будет поступать в отсек потолка, не оборудованный извещателем. До тех пор, пока этот отсек не заполнится дымом, и дым не перетечет в отсек с пожарным извещателем, пожар обнаружен не будет, т. е. время обнаружения возгорания будет недопустимо большим. Очевидно, для таких случаев должно быть сформулировано требование об обязательности установки пожарных извещателей в каждом отсеке, образованном продольными и поперечными балками.

Вышеизложенный пример показывает, что требования п. 6.6.38 СП 484 требуют дополнительного осмысления и корректировки.

Охватить все возможные варианты конфигурации припотолочной зоны в рамках свода правил, безусловно, не представляется возможным, что нередко является причиной принятия не оптимального решения по размещению пожарных извещателей при проектировании. Так, например, в п. 6.6.36 отсутствует информация о минимальном расстоянии от извещателей до выступающих от перекрытия строительных конструкций или инженерного оборудования для случаев наклонного потолка (односкатные и двухскатные крыши), не определено размещение извещателей при наличии в припотолочной зоне инженерных конструкций, не прилегающих к потолку вплотную (присутствует зазор между перекрытием и верхней частью конструкций), не учтены особенности распространения тепловых и дымовых потоков от очага пожара в помещении с неутепленным потолком, заключающиеся в возможной стратификации (зависании) дыма в пространстве помещения в холодное время года, не рассмотрен случай защиты узких коридоров шириной менее 1,0 м (выполнить требование п. 6.6.36 к минимальному расстоянию между извещателем и стеной не представляется возможным), а также многие иные возможные случаи.

В этой связи хотелось бы иметь в положениях свода правил или иного нормативного документа некоторую ремарку, содержание которой позволяет проектной организации на законном основании определять собственные схемы размещения извещателей для защиты объектов, параметры которых не соответствуют рассмотренным в положениях сводов правил. Речь идет не о специальных технических условиях, а об оптимизации проектных решений с целью повышения эффективности обнаружения пожара. Естественно, что ответственность за правильность принятия таких проектных решений целиком и полностью

возлагается на проектную организацию. Целесообразно указанную правильность принятия проектных решений подтверждать не только теоретическими заключениями, но и натурными испытаниями.

Список источников

1. Здор В.Л., Порошин А.А., Семенов Н.В., Сурков С.А. Дополнительные функции автономных извещателей // Актуальные вопросы пожарной безопасности, выпуск 2, Балашиха 2023 – 8 с.
2. Здор В.Л., Попонин К.А., Сурков С.А., Семенов Н.В. Как разместить пожарные извещатели на объекте малых размеров // Актуальные вопросы пожарной безопасности, выпуск 1, Балашиха 2019 – 6 с.
3. Копылов С.Н., Здор В.Л., Порошин А.А. Системный подход к проектированию средств пожарной сигнализации // Safety & Fire Technology. Москва 2013. № 2. – 5 с.
4. Неплохов И. Г. Расстановка пожарных извещателей: новые требования // Технологии защиты, выпуск 2, 2020 – 6 с.

ГСНТИ 81.92.17

УДК 614.84

ББК 35.10н68

**Андрей Александрович ГРУЗДОВ¹, Игорь Васильевич КОРШУНОВ²,
Александр Владимирович СМАГИН³**

¹ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (andreygruzdov@yandex.ru, SPIN-код: 5370-5844)

²ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (1523714@mail.ru, SPIN 4744-1914, ID: 763354)

³ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (smaginav@inbox.ru, SPIN 2606-6984, ID: 579860)

Алгоритм оценки возможности спасения людей при пожаре в жилых многоквартирных зданиях повышенной этажности

Аннотация. В статье предложен алгоритм, позволяющий оценить возможность спасения людей при пожаре в жилых многоквартирных домах повышенной этажности с использованием средств защиты органов дыхания и зрения человека. Алгоритм представлен в таблице, первоначальное заполнение которой при проведении учений и занятий покажет проблемные места, на которые необходимо обратить особое внимание при проведения спасательной операции при реальном пожаре.

Ключевые слова: спасательная операция, тушение пожара, возможность спасения, многоквартирный дом повышенной этажности, средства защиты органов дыхания и зрения человека

Andrei A. GRUZDOV, Igor V. KORSHUNOV, Aleksandr V. SMAGIN
State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Algorithm allowing to estimate chances of saving people in case of fire in high-rise blocks of flats

Annotation. The article offers the algorithm allowing to estimate chances of saving people in case of fire in high-rise blocks of flats with the use of personal respiratory and vision organs protection equipment. The algorithm is presented in a table, the initial filling of which during

exercises and classes will show problem areas that need to be paid special attention to when conducting a rescue operation in a real fire

Key words: rescue operation, fire fighting, chances of saving life, high-rise blocks of flats, personal respiratory and vision organs protection equipment

В современных жилых многоквартирных домах повышенной этажности могут проживать более 3000 человек, из них в одном подъезде такого жилого дома может быть до 1000 человек. На разных этажах, в том числе расположенных достаточно высоко, многоквартирного жилого дома могут находиться люди не только разного возраста, но и разных групп мобильности. Данное обстоятельство затруднит эвакуацию в минимально кратчайшее время и, очень возможно, что в случае возникновения пожара пожарно-спасательным подразделениям необходимо будет применять различные средства и методы, организуя спасательную операцию.

При проведении спасательной операции пожарным необходимо в кратчайшие сроки осуществить взаимодействие с управляющей организацией и охраной (консьержем, при налчии) данного многоквартирного жилого дома для установления количества возможного числа людей, находящихся в здании, а также определить возможность использования внутренних средств связи для руководства и проведением эвакуации людей.

Существует необходимость уточнения информации по количеству и расположению квартир, в которых зарегистрированы и проживают люди с ограниченными возможностями для передвижения, детей, которые могут находиться в квартире без взрослых (школьники). Поскольку системы оповещения о пожаре порой неэффективны (граждане пренебрегают её работой), не срабатывают по техническим причинам или срабатывают со значительной задержкой по времени, когда пожар уже «набрал силу», то возможны случаи, когда в зоне воздействия опасных для человека факторов пожара (в помещениях, на этажах, в лестничных клетках) оказывается большое количество людей, разного возраста, физического и психологического состояния.

Для того чтобы сократить время на принятие решения по спасению людей на пожаре, разработан алгоритм, позволяющий оценить возможность спасения людей при пожаре в жилых многоквартирных домах повышенной этажности силами пожарно-спасательных подразделений. Алгоритм представлен в виде таблицы с ключевыми контрольными условиями (таблица 1).

Зачем нужен алгоритм и какой смысл он несет?

Алгоритм это таблица, где сформулирован набор ключевых контрольных условий, выполнение или невыполнение которых влияет на эффективность проведения спасательной операции.

В данной таблице использована эмпирическая шкала для каждого контрольного условия. Для более точного определения возможности спасения людей при пожаре в жилых многоквартирных домах повышенной этажности силами пожарно-спасательных подразделений, в том числе с использованием средств защиты органов дыхания и зрения человека, в ячейках таблицы расставляются значения от 0 до 1, где 0 - это полное несоответствие, невыполнение, отсутствие контрольных условий, а 1 - полное их соответствие, выполнение, присутствие.

Выставление того или иного показателя основывается на опыте руководителя тушения пожара, конструктивных особенностей здания, наличия сил и средств на пожаре, общих данных о многоквартирном жилом доме (количество этажей, квартир, планировка, наличие данных по количеству проживающих людей, людей находящихся на момент пожара). Все показатели суммируются, а их сумма наглядно демонстрирует возможность спасения людей при пожаре.

При условии, когда сумма всех контрольных показателей будет максимально возможного значения, то можно судить о наличии идеальных условий для проведения спасательной операции и тушения пожара. И наоборот, при условии, что каждый показатель

будет равен «0» или стремиться к нему, то можно судить о наличии сложной обстановки на пожаре и весьма сложных условиях для проведения спасательной операции по спасению людей и тушения пожара в целом, что, в свою очередь, позволяет руководителю тушения пожара на этапе составления алгоритма увидеть проблему и наметить пути её решения. Данное обстоятельство и является практическим смыслом разрабатываемого алгоритма.

Таблица 1 – Алгоритм оценки возможности спасения людей при пожаре в жилых многоквартирных зданиях повышенной этажности

Ключевое контрольное условие	Оценка
ОЦЕНКА КОНТРОЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОБЛЕМ СПАСЕТЕЛЕЙ	
1. Местонахождение пострадавших	
2. Доступность к пострадавшим	
3. Интенсивность и время воздействия опасных факторов пожара на пострадавших	
4. Наличие сил и средств спасения, возможность их применения	
5. Возможность применения различных способов спасения пострадавших	
6. Безопасность спасения пострадавших	
7. Наличие и доступность эвакуационных путей	
ОЦЕНКА КОНТРОЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОБЛЕМ ПОСТРАДАВШИХ	
1. Длительность и интенсивность воздействия опасных факторов пожара на пострадавших	
2. Возможность спасения пострадавших	
3. Отсутствие дополнительных угроз	
ОЦЕНКА КОНТРОЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОБЛЕМ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СПАСАТЕЛЬНОЙ ОПЕРАЦИИ	
1. Применение средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в достаточном количестве	
2. Применение спасательного оборудования	
3. Привлечение дополнительных сил и средств	
ОЦЕНКА КОНТРОЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОБЛЕМ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СПАСАТЕЛЬНОЙ ОПЕРАЦИИ	
1. Условия поиска пострадавших	
2. Оценка состояния пострадавших (первичная)	
3. Эвакуация пострадавших за минимальное время (самостоятельно группами в сопровождении пожарных спасателей, пожарными спасателями на носилках, при помощи иных средств спасения)	
4. Оценка состояния пострадавших (квалифицированная оценка состояния медицинскими работниками)	
5. Оказание медицинской помощи пострадавшим при необходимости	
ОБЩАЯ ОЦЕНКА	

Так же данную таблицу можно использовать для каждого этажа многоквартирного жилого дома. Расширенная таблица с алгоритмом, позволяющим оценить возможность спасения людей при пожаре в жилых многоквартирных домах повышенной этажности,

демонстрирует наглядно, на каком этаже присутствуют сложные условия для проведения спасательной операции, и существует необходимость привлечения дополнительных сил и средств, а на каком этаже сложились благоприятные условия для проведения спасательной операции (таблица 2).

Таблица 2 – Алгоритм оценки возможности спасения людей при пожаре в жилых многоквартирных зданиях повышенной этажности для каждого этажа

КЛЮЧЕВОЕ КОНТРОЛЬНОЕ УСЛОВИЕ Этаж	Оценка									Ито го
	1	2	3	...	...	23	24	25		
ОЦЕНКА КОНТРОЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОБЛЕМ СПАСЕТЕЛЕЙ										
1. Местонахождение пострадавших										
2. Доступность к пострадавшим										
3. Интенсивность и время воздействия опасных факторов пожара на пострадавших										
4. Наличие сил и средств спасения, возможность их применения										
5. Возможность применения различных способов спасения пострадавших										
6. Безопасность спасения пострадавших										
7. Наличие и доступность эвакуационных путей										
ОЦЕНКА КОНТРОЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОБЛЕМ ПОСТРАДАВШИХ										
1. Длительность и интенсивность воздействия опасных факторов пожара на пострадавших										
2. Возможность спасения пострадавших										
3. Отсутствие дополнительных угроз										
ОЦЕНКА КОНТРОЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОБЛЕМ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ СПАСАТЕЛЬНОЙ ОПЕРАЦИИ										
1. Применение средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в достаточном количестве										
2. Применение спасательного оборудования										
3. Привлечение дополнительных сил и средств										
ОЦЕНКА КОНТРОЛЬНЫХ УСЛОВИЙ ПРОБЛЕМ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СПАСАТЕЛЬНОЙ ОПЕРАЦИИ										
1. Условия поиска пострадавших										
2. Оценка состояния пострадавших (первичная)										
3. Эвакуация пострадавших за минимальное время (самостоятельно группами в сопровождении пожарных спасателей, пожарными спасателями на носилках, при помощи иных средств спасения)										
ОБЩАЯ ОЦЕНКА										

При пользовании данным алгоритмом необходимо понимать, что контрольные условия всегда можно добавить или убрать в зависимости от конкретных условий и характеристик объекта.

Сбор данных для заполнения таблицы алгоритма целесообразно в момент пожарно-тактических учений и занятий на объекте. Полученный алгоритм, отображающий

вероятности спасения людей с каждого этажа дома, может быть учтен при составлении документов оперативного планирования (планы тушения пожара), а также руководителем тушения пожара и лицами, работающими в штабе пожаротушения (при наличии), для принятия своевременных грамотных управленческих решений.

Для более наглядного понимания условий систему оценивания обстановки можно представить по четырём бальной системе («отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно») для каждого блока алгоритма, где оценка «отлично» будет при выполнении от 100 до 91 % контрольных условий, оценка «хорошо» при выполнении от 90 до 81 % контрольных условий, оценка «удовлетворительно» при выполнении от 80 до 71 % контрольных условий, оценка «неудовлетворительно» при выполнении менее 70 % контрольных условий. Выставление оценок по каждому блоку наглядно с точки зрения понимания проблемных мест на конкретном объекте.

Как отмечалось выше по тексту, получаемые в таблице алгоритма значения могут изменяться в зависимости от таких условий, как: наличие (отсутствие) в гарнизоне пожарной охраны специальной пожарной техники (автолестница, автомобиль коленчатый подъемник, автомобиль газодымозащитной службы, автомобиль дымоудаления и т.д.), установка в доме систем пожарной автоматики более высокого технического уровня и её работоспособность, смена численности и состояния жильцов на конкретных этажах дома (дети могут вырасти, больные могут выздороветь или). Таким образом, алгоритм будет требовать периодической корректировки.

Важно отметить, что, в общем плане, алгоритмы похожих объектов будут достаточно идентичными. Следовательно, разработав алгоритм для одного здания, его можно будет применить и для целой серии похожих зданий, с высокой долей совпадений по ряду параметров.

Разработка описываемых в статье алгоритмов в перспективе может быть реализована для любых объектов.

Список источников

1. Корольченко А.Я., Динь Конг Хынг, Ляпин А.В. Пожарная защита высотных зданий // Пожаровзрывобезопасность, 2012, том 21, №3.
2. Ройтман В.М. Обеспечение безопасности людей при пожаре в высотных зданиях // Алгоритм безопасности. № 4 2006 С. 46-51.
3. Кирюханцев Е.Е. Высотные здания с точки зрения пожарной безопасности // Грани безопасности. 2005 №3 (33). С. 26-28.
4. Коршунов И.В., Понурко П.В. К вопросу о способах увеличения времени пребывания газодымозащитников в непригодной для дыхания среде. М. : Академия ГПС МЧС России, 2019. 311 с.
5. Валова В. Ю. Способы обеспечения пожарной безопасности высотных зданий / В. Ю. Валова, Н. В. Меркулова. - Молодой ученый. - 2016. - № 5 (109). - С. 21-23.
6. Конюков А.Г. Пожарная безопасность многоквартирных высотных жилых зданий: методические указания Н.: Изд-во ННГАСУ, 2011 14 с.
7. Виноградов Д.В. Пожарная безопасность высотных зданий и подземных автостоянок: Учебн. пос. М.: МГСУ, 2010 32 с.
8. Корольченко А.Я. Динь Конг Хынг. Эвакуация людей из высотных зданий при пожарах//Вестник МГСУ. №10. 2012.С. 206-212.
9. Климушин Н.Г., Новиков В.Н. «Противопожарная защита зданий повышенной этажности». - М.: Стройиздат, 1979. - 142 с.

ГСНТИ 82.33.17
УДК 614.841.1, 614.849
ББК 30вб

**Владимир Михайлович ЛАВРУЩЕВ¹, Михаил Михайлович ДАНИЛОВ²,
Алексей Николаевич ДЕНИСОВ³**

¹ ГУ МЧС России по Тульской области, Тула, Россия (vtvlav@mail.ru)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mdagps@yandex.ru, SPIN 1539-8110, ID: 853796)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dan_aleks@mail.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

Моделирование оценки обеспечения деятельности по тушению пожара с участием должностных лиц оперативной группы

Аннотация. Рассматривается традиционная деятельность надзорных органов Главного управления МЧС России по Тульской области направлена на снижение количества пожаров, социальных последствий от них, повышение уровня противопожарной защиты объектов. Формализуется предложение, по оценке деятельности должностных лиц оперативной группы сотрудников управления надзорной деятельности и профилактической работы

Ключевые слова: надзорная деятельность, оперативная группа, штаб, оценка, взаимодействие

Vladimir M. LAVRUSHEV¹, Mikhail M. DANILOV², Aleksey N. DENISOV³

¹ Main Directorate of EMERCOM for the Tula Region, Tula, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Modelling the evaluation of firefighting support involving task force officials

Abstract. The traditional activity of supervisory bodies of the Main Department of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the Tula region is considered, aimed at reducing the number of fires, social consequences from them, increasing the level of fire protection of objects. The proposal is formalised, to assess the performance of officials of the task force of employees of the Department of supervisory activities and preventive work

Key words: oversight activities, task force, headquarters, evaluation, co-operation

Основной целью государственной политики в области обеспечения пожарной безопасности в стране является защита жизни, здоровья, имущества граждан и юридических лиц, а также государственного и муниципального имущества от пожаров. В данной деятельности особое место занимают пожарно-спасательные подразделения, которые являются структурным звеном комплексной системы обеспечения пожарной безопасности.

Под влиянием веяний времени все более широко применимы новые технологии в управлении пожарной охраной и иначе смотрятся черты, присущие интуитивному принятию стратегических решений. На стратегическом уровне управления решения принимаются с учетом целей пожарной охраны. Для реализации принято ограничить начальную область

применения результатов работы в рамках исследования параметров функционирования ГУ МЧС России по Тульской области.

Согласно данным^{1 2 3} и [1,2] в Российской Федерации имеется устойчивая динамика по снижению числа пожаров, однако последствия от их возникновения несут значительные людские и материальные потери. Большое значение играет готовность, а также принятие решений при организации деятельности подразделений [3].

Традиционно деятельность надзорных органов Главного управления МЧС России по Тульской области направлена на снижение количества пожаров, социальных последствий от них, повышение уровня противопожарной защиты объектов и культуры пожаробезопасного поведения населения области. С целью объективного, качественного и всестороннего расследования пожаров дознаватели управления надзорной деятельности и профилактической работы выезжают на поступившие сообщения, на особом контроле работа с личным составом.

Эффективные действия подразделений пожарной охраны, участвующих в тушении пожара затруднительны без применения инструментария функционирования оперативного штаба на месте пожара. Руководитель тушения пожара (далее – РТП) проводит мероприятия (схема мероприятий представлена на рисунке).

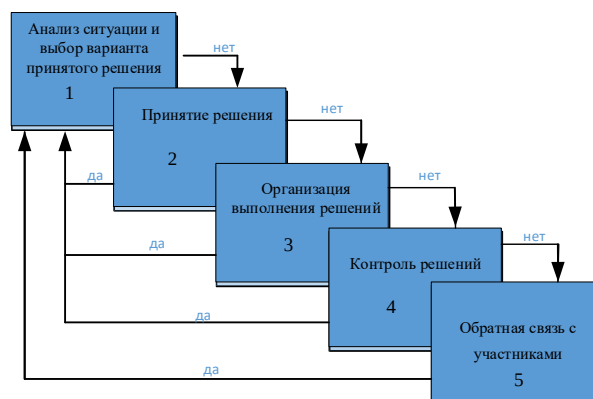


Рисунок – Схема мероприятий

Данная схема показывает, что технология принятия решений включает методы и процедуры анализа ситуации, формулирования проблем, организация выполнения принятия решения и контроль исполнения, и возможность привлечения сотрудников ФГПН к организации в качестве должностных лиц оперативной группы.

В настоящее время в условиях перевода и оптимизации экономических, социальных, а также проблемно-ориентированных систем на европейские стандарты высокую актуальность приобретают вопросы, связанные с организацией штаба пожаротушения (далее – ШПТ), т.к. это приводит к увеличению используемых задействованных ресурсов подразделений пожарной охраны. Этим обуславливается формализация ситуационного процесса управления подразделениями пожарной охраны и иными формированиями при организации ШПТ.

Чтобы оценить, какие силы и средства необходимо привлечь для тушения данного пожара, руководитель тушения пожара (далее – РТП) должен знать тактические возможности подразделений и формирований (в т. ч. и приспособленной для пожаротушения техники). Ведь каждый, даже простой, пожар, своеобразен и требует использования тактических возможностей [4-7]. Как распорядиться техникой и людьми с учетом

¹ Пожары и пожарная безопасность в 2018 году : Статистический сборник. – Москва : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2019. – 125 с. – EDN НКBYDT.

² Пожары и пожарная безопасность в 2019 году : Статистический сборник. – Москва : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2020. – 80 с. – EDN OWTJJB.

³ Пожары и пожарная безопасность в 2020 году : Статистический сборник / П. В. Полехин, М. А. Чебуханов, А. А. Козлов [и др.]. – Балашиха : Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, 2021. – 111 с. – EDN MMJAMI.

особенностей данного пожара решает РТП исходя из поддержки [8] и теоретического обоснования условий [9].

Современный этап информатизации РТП характеризуется наращиванием информационных технологий по тактическим возможностям и реальному использованию их в практической деятельности при управлении пожарными подразделениями. Так, определение входных и выходных данных, обозначение имен переменных и констант, соответствующих данным, способствует вариативному выбору решения на начальном и последующих этапах.

Определение отношений между входными и выходными данными, выражение этих отношений с помощью основных структур приводит к сокращению времени принятия решения в выработке оптимального решения в организационной структуре всех взаимодействующих форм. В настоящее время пожары остаются одними из наиболее распространенных факторов риска для жизни и здоровья населения, сохранности общественного богатства. Динамика основных показателей обстановки с пожарами за последние годы сокращается на 3-5%, это не означает что обеспечении деятельности по тушению пожара с участием должностных лиц оперативной группы приостанавливается.

Проведем моделирование для формализации методики оценки эффективности оперативно-служебной деятельности сотрудника оперативной группы ГУ МЧС России по Тульской области и предусмотрим включение следующих коэффициентов:

$K_{\text{прис. пож.}}$ – *коэффициент самостоятельного присутствия при тушении пожаров*. Рассчитывается как произведение (множителей или сомножителей в зависимости от граничных условий) *самостоятельное присутствие* ($N_{\text{сам.присутствия}}$) *при тушении пожаров* на 100% в соотношении к общему количеству пожаров, потушенных ($N_{\text{потуш.пож.территрии}}$) подразделениями ФПС ГПС на охраняемой территории.

$$K_{\text{прис. пож.}} = \frac{N_{\text{сам.присутствия}} \cdot 100\%}{N_{\text{потуш.пож.территрии}}}$$

$K_{\text{ликв. пож.}}$ – *коэффициент участия в ликвидации пожара*. Рассчитывается как произведение (множителей или сомножителей в зависимости от граничных условий) *самостоятельное присутствие* ($N_{\text{сам.присутствия}}$) *при тушении пожаров* в субъекте на 100% в соотношении к участию в тушении пожара в качестве должностного лица оперативной группы ($N_{\text{туш.пож. одл}}$) подразделениями ФПС ГПС на охраняемой территории.

$$K_{\text{ликв. пож.}} = \frac{N_{\text{сам.присутствия}} \cdot 100\%}{N_{\text{туш.пож. одл}}}$$

$K_{\text{спас.}}$ – *коэффициент спасения людей (в том числе животных) на пожаре*. Рассчитывается как сумма коэффициентов (+ 0,5) за каждого спасенную единицу или (+ 0,35) за рекомендацию о спасении *спасения людей (в том числе животных) на пожаре*.

$K_{\text{пож./объек.}}$ – *коэффициент пожаров, произошедших на охраняемой территории (обслуживаемом районе)*. Рассчитывается как общая площадь пожаров в статистическом периоде на территории субъекта в соотношении к оценке площадям пожара статистического периода (возможно пожароопасного), в динамике площади возникновения и развития пожаров на обслуживаемой территории ($S_{\text{пож.обслуж.территории}}$).

Площадь пожара статистического периода, времени года предлагается использовать в следующих параметрах квартала одного календарного года:

$$S_{\text{ср}} = \frac{\sum S}{N_z}$$

где $S_{\text{ср}}$ – площадь пожара статистического периода, времени года, N_z – зафиксированное количество пожаров, $\sum S$ – суммарная площадь пожара.

$$K_{\text{пож./объек.}} = \frac{S_{\text{ср}} \cdot 100\%}{S_{\text{пож.обслуж.территории}}}$$

Основываясь на имеющихся данных о произошедших пожарах и параметрах, приведенных выше, также обоснована возможность проводить комплексный сравнительный

анализ составной части пожарной безопасности территорий исходя из статистического периода времени года.

$K_{\text{пж. территории}}$ – коэффициент территории. Рассчитывается как (+ 1) за каждый пожар, произошедший на охраняемой территории *без самостоятельного присутствия при тушении пожаров или разбора действий при тушении данного пожара.*

$K_{\text{г.п}}$ – коэффициент гибели на пожарах, произошедших на охраняемой территории. Рассчитывается как (+ 10) за каждую погибшую единицу на пожаре в охраняемом районе.

$K_{\text{тр.п}}$ – коэффициент травмирования на пожарах произошедших на охраняемой территории. Рассчитывается как (+ 7) за каждую единицу на охраняемой территории.

На основании вышеизложенного допущение на охраняемой территории гибели или травматизма является негативным фактором и отражается на общей оценке оперативно-служебной деятельности (отрицательный коэффициент) оперативного должностного лица оперативной группы.

$K_{\text{привл доп сил}}$ – коэффициент привлечения дополнительных сил для тушения пожаров на охраняемом объекте. Рассчитывается как (– 0,5), если при тушении пожара для РТП от должностного лица оперативной группы поступила рекомендация к привлечения дополнительных сил территориального (местного) пожарно-спасательного гарнизона и (– 0,8) если рекомендация касается привлечения единицы территориальной подсистемы РСЧС.

Также, подразделениями ФПС ГПС ведется работ с документами предварительного планирования действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ при тушении пожара. Анализируются наиболее вероятные варианты возникновения пожаров, разрабатываются соответствующие схемы расстановки сил и средств и подачи огнетушащих веществ на горящий объект. В этой связи высока поддержки принятия решений кроме действий и роли первого РТП. Правильное принятие решений на первоначальной стадии возникновения пожара позволит в кратчайшие сроки локализовать и ликвидировать пожар, не дав ему распространиться до критических размеров. Данный коэффициент позволяет дать такую оценку готовности пожарно-спасательного подразделения ФПС ГПС без привлечения дополнительных сил территориального (местного) пожарно-спасательного гарнизона ликвидировать возможные пожары на охраняемой территории.

$K_{\text{упп}}$ – коэффициент участия в предварительном планировании действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ при тушении пожара. Рассчитывается как (+ 0,1) за каждый случай в предварительном планировании действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ при тушении п пожара или при несении изменений в корректировку документов предварительного планирования, (– 0,2) за каждый случай неучастия в подготовке предварительного планировании действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ при тушении пожара.

$K_{\text{уч.актив}}$ – коэффициент участия в конкурсах соревнованиях, смотрах-конкурсах касаемых действий (предварительных действий) по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ при тушении пожара. Рассчитывается как:

$$K_{\text{уч.актив}} = 1 - \frac{N_{\text{занятое место}}}{N_{\text{общ участников}}} \cdot 100\%,$$

$N_{\text{занятое место}}$ – занятое место в проводимом конкурсе, соревновании, смотр-конкурсе касаемого действий (предварительных действий) по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ при тушении пожара;

$N_{\text{общ участников}}$ – общее количество участников в конкурсе соревновании, смотр-конкурсе касаемого действий (предварительных действий) по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ при тушении пожара.

Так же профессиональная подготовка личного состава, подразделения ФПС ГПС участвуют в общегарнизонных мероприятиях: учениях, тренировках, а также в соревнованиях и смотр-конкурсах повышает уровень готовности подразделений к выполнению задач по предназначению и влияет на качество действий при достижении основной задачи [4].

Смоделируем оценку эффективности оперативно-служебной деятельности должностного лица оперативной группы на территории ГУ МЧС России по Тульской области региона рассчитывается через коэффициент полезного действия должностного лица оперативной группы (КПДОДЛ), рассчитывается по формуле.

$$\text{КПДОДЛ} = K_{\text{прис. пож.}} + K_{\text{ликв. пож.}} + K_{\text{спас.}} + K_{\text{пож./объект.}} + K_{\text{пож. территории.}} + K_{\text{г.п.}} + K_{\text{тр.п.}} + K_{\text{привл. доп. сил}} + K_{\text{упп}} + K_{\text{уч.актив}}$$

$K_{\text{прис. пож.}}$ – коэффициент самостоятельного присутствия при тушении пожаров.

$K_{\text{ликв. пож.}}$ – коэффициент участия в ликвидации пожара.

$K_{\text{спас.}}$ – коэффициент спасения людей (в том числе животных) на пожаре.

$K_{\text{пож./объект.}}$ – коэффициент пожаров, произошедших на охраняемой территории (обслуживаемом районе).

$K_{\text{пож. территории.}}$ – коэффициент за каждый пожар, произошедший на охраняемой территории без самостоятельного присутствия при тушении пожаров или разбора действий при тушении данного пожара.

$K_{\text{г.п.}}$ – коэффициент гибели на пожарах, произошедших на охраняемой территории.

$K_{\text{тр.п.}}$ – коэффициент травмирования на пожарах произошедших на охраняемой территории.

$K_{\text{привл. доп. сил}}$ – коэффициент привлечения дополнительных сил для тушения пожаров на охраняемом объекте.

$K_{\text{упп}}$ – коэффициент участия в предварительном планировании действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ при тушении пожара.

$K_{\text{уч.актив}}$ – коэффициент участия в конкурсах соревнованиях, смотрах-конкурсах касовых действий (предварительных действий) по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ при тушении пожара.

Основу предлагаемой методики составляет расчет коэффициента полезного действия должностного лица оперативной группы. Для расчёта коэффициента полезного действия предложены и обоснованы предлагаемые критерии. Данная методика позволяет: исключить субъективную оценку, анализировать динамику различных направлений, совершенствовать деятельность. Разработанная методика оценки оперативно-служебной деятельности должностного лица оперативной группы позволяя своевременно выявлять недостатки по различным направлениям деятельности и принимать соответствующие управленческие решения.

Взятые на контроль показатели влияют на: подготовку комплекса мероприятий, (направленных на совершенствование деятельности и профессиональной подготовки должностного лица оперативной группы), совершенствование навыков, определение приоритетных направлений тактической подготовки, повышение качества проверок.

Разработанный оценка деятельности пожарно-спасательных подразделений рассчитан на поддержку принятия управленческих решений руководящим составом территориального органа МЧС, либо иным управленческим аппаратом, благодаря простоте его использования и деятельности включающей изучение и анализ количественных параметров и их сопоставление с учетом коэффициентов значимости. Рациональное использование разработанной методики без каких-либо существенных затрат позволит достичь следующих серьезных преимуществ: снижение численного количества проверяющих при проведении оценки деятельности пожарно-спасательных подразделений, сокращение времени проверочных мероприятий, исключение субъективного отношения проверяющего лица при проведении проверочного мероприятия, обеспечение оценки путем сопоставления показателей, оперативное объективное вычленение проблемных направлений в оперативно-служебной деятельности пожарно-спасательных подразделений ГПС для последующего принятия управленческих решений, направленных на их корректировку.

Список источников

1. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году : Статистика пожаров и их последствий. Статистический сборник / В. С. Гончаренко, Т. А. Чечетина, В. И. Сибирко [и др.]. – Балашиха : Всероссийский ордена "Знак Почета" научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. – 114 с. – EDN LVXFQJ.
2. Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Железногорск, 22 апреля 2022 года. – Железногорск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирская пожарно-спасательная академия" Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий", 2022. – 557 с. – EDN RCJDOE.
3. А.П. Абрамов, Разработка и применение моделей поддержки управленческих решений при тушении пожаров на основе прецедентного подхода: Автореф. дисс. ... канд. тех. наук - М., 2004. – 16 с.
4. Приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 16.10.2017 № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» (Зарегистрирован 20.02.2018 № 50100) // Официальный интернет-портал правовой информации: сайт. - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201802210017> (дата обращения: 28.08.2023).
5. Данилов М.М. Оценка принятия решения руководителем тушения пожара на основе функции полезности / Денисов А.Н. // Материалы международной научно-практической конференции «Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации», - М: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 115 с. Стр. 124 – 128.
6. Данилов М.М. Алгоритм оценки принятия решения при ведении оперативно-тактических действий / Денисов А.Н. // Материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов «Проблемы техносферной безопасности 2012». - М: Академия ГПС МЧС России, 2012. - 259 с. Стр. 197-199.
7. Данилов М.М. Некоторые аспекты принятия решений при управлении процессом тушения пожара / Денисов А.Н., Опарин Д.Е. // Актуальные проблемы обеспечения безопасности в РФ. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции (30 мая 2012 года). В 2 частях. - Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2012. Ч.1. - 184 с. Стр. 143-145.
8. Данилов, М. М. Поддержка управления при обеспечении деятельности по тушению пожара с участием должностных лиц оперативной группы / М. М. Данилов, А. Н. Денисов, В. М. Лаврущев // Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, в 2 ч., Москва, 17–18 марта 2022 года. Том Часть 1. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. – С. 128-133. – EDN PWIDDB.
9. Данилов, М. М. Порядок проверки, обслуживания имущества и оборудования оперативной группы ГУ МЧС России по Тульской области / М. М. Данилов, А. Н. Денисов, В. М. Лаврущев // Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации : Сборник материалов Дней науки с международным участием, посвященных 90-летию Гражданской обороны России. В 2-х частях, Екатеринбург, 30 мая – 03 2022 года / Редколлегия М.В. Елфимова, О.Ю. Демченко, О.В. Беззапонная [и др.]. Том Часть 1. – Екатеринбург: Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, 2022. – С. 96-101. – EDN ZANGMU.

ГСНТИ 624.8
УДК 614.842.62, 696.1
ББК 68.9, 30.123

Виталий Петрович МАЛЫЙ¹, Сергей Олегович КУРТОВ², Олег Сергеевич МАЛЮТИН³

¹ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», Железногорск Красноярского края, Россия (E-Mail: (sietmen@yandex.ru, SPIN 7174-4994, ID: 679668)

²ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», Железногорск Красноярского края, Россия (E-Mail: kurtovsergej1983@yandex.ru, SPIN 9689-4190, ID: 1147319)

³ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», Железногорск Красноярского края, Россия (E-Mail: obsidian-pb@mail.ru, SPIN 1702-3927, ID: 822608)

Разработка концепции проекта экспериментально-исследовательской установки для измерения гидравлических параметров элементов тракта подачи воды к месту пожара

Аннотация. В статье описаны результаты исследований, связанных с разработкой концепции проекта экспериментально-исследовательской установки для проверки создаваемых усовершенствованных технических средств и методик расчета параметров подачи воды к месту пожара. Рассмотрена актуальность поставленной проблемы для современного пожаротушения, предложены конкретные пути дальнейшего совершенствования методов и устройств подачи воды к месту пожара с использованием экспериментальной установки, предполагаемой к созданию по разработанному Проекту.

Ключевые слова: водоснабжение на пожаре, насосно-рукавные системы, гидравлические и термические характеристики элементов НРС, приборы измерения расхода, давления и температуры.

Vitaly P. MALYY, Sergey O. KURTOV, Oleg S. MALYUTIN

Siberian Fire and Rescue Academy of the State Fire and Rescue Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia (EMERGCOR), Zheleznogorsk

Development of a concept of an experimental research plant for measuring the hydraulic parameters of the elements of the water supply path to the fire site

Abstract. The article describes the results of the development of the project of an experimental research installation for testing the created improved technical means and methods for calculating the parameters of water supply to the fire site. The relevance of the problem for modern firefighting is considered, the results of the patent search of LDCs are presented, specific ways of further improvement of methods and devices for supplying water to the fire site using the experimental installation proposed for creation according to the developed Project are proposed.

Key words: water supply on fire, pump-hose systems, hydraulic and thermal characteristics of LDC elements, measuring devices for flow, pressure and temperature.

Введение. Для обеспечения успеха боевых действий и снижения материального ущерба, причиненного пожаром, чрезвычайно важно [1 - 3], иметь возможность доставки к месту пожара воды в требуемом количестве и с заданными гидротермическими и механоэнергетическими параметрами.

Научным коллективом ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия (далее – Академия) созданы довольно многочисленные расчетно-теоретические разработки по прогнозированию расходов, давлений и температур подаваемой к месту пожара воды в

различных местах насосно-рукавных систем любой сложности. К сожалению, до настоящего времени у исследователей Академии отсутствует возможность проверить точность (пригодность, работоспособность) создаваемых расчетных моделей (методик), в том числе, широко известной компьютерной модели ГраФис-Тактик-НРС [5], предназначенной для компьютерного моделирования боевых действий по тушению пожаров.

Анализ разрабатываемых научно-инженерных тем и содержания публикаций, осуществляемых научными работниками МЧС вообще и Академии, в частности, показывает, что острота необходимости создания и интенсивного использования экспериментально-исследовательской установки НРС из года в год неуклонно растет, что и доказывает актуальность данной работы.

Устранению обозначенной выше проблемы должна способствовать утверждённая Руководством Академии научно-практическая работа «Разработка проекта экспериментально-исследовательской установки НРС», некоторые результаты которой приведены в этой статье.

КОНЦЕПЦИЯ. На первом этапе разработки Концепции Проекта было определено Целеполагание, приведенное на рис. 1



Рисунок 1 – Целеполагание Проекта

Далее был определён тип Проекта:

- 1 По сферам деятельности – *технический*.
- 2 По составу, структуре и предметной области – *монопроект*.
- 3 По характеру предметной области –
 - а) *научно-исследовательский*;
 - б) *учебно-образовательный*.
- 4 По длительности – *краткосрочный* (до 3-х лет).
- 5 В зависимости от места выполнения – *внутренний*.

Сформулирована основная **идея Проекта**:

Важнейшим условием успешного тушения пожаров является обеспечение бесперебойной подачи огнетушащих веществ в требуемых для локализации и ликвидации пожара количествах. При тушении подавляющего большинства пожаров, происходящих в городах и сельской местности, в качестве огнетушащего вещества используется вода.

Подача воды от мобильных средств пожаротушения к приборам подачи осуществляется при помощи напорных пожарных рукавов. Забор воды из водоисточников осуществляется при помощи всасывающих и напорно-всасывающих рукавов. Требуемый для перемещения воды по рукавам напор H (Дж/Н) создается при помощи пожарных насосов. Пожарный насос, пожарные рукава, различного рода рукавная арматура и приборы подачи огнетушащих веществ, будучи соединенными вместе и запущенными в работу, представляют собой единую открытую гидравлическую систему. Такие системы называют насосно-рукавными системами.

Эффективное и рациональное составление насосно-рукавных систем и их использование при тушении пожаров являются гарантией решения задачи обеспечения боевых позиций требуемым количеством огнетушащих веществ (ОТВ).

Для этого от личного состава пожарных подразделений требуется глубокое (на уровне интуиции) понимание законов работы НРС, характера перемещения воды и того, каким образом можно его менять с целью обеспечения наибольших расходов воды и наибольших расстояний и высот её подачи.

Работы по совершенствованию насосно-рукавных систем и принципов работы с ними непрерывно, весьма настойчиво и интенсивно ведутся работниками различных организаций МЧС. Не может оставаться в стороне и Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России.

Оперативное решение задачи обеспечения сотрудников и учащихся Академии инструментами (средствами), которые позволили бы углубленно изучать природу гидравлических и тепловых процессов, протекающих в насосно-рукавных системах и их отдельных элементах, является важным условием совершенствования научно-технической деятельности и образовательного процесса в Академии.

При составлении схемы предлагаемой к созданию «Установки для измерения гидравлических параметров элементов тракта подачи ОТВ к месту пожара» учтены оригинальные (запатентованные) разработки российских и зарубежных исследователей [6,7,9].

На рисунке ниже представлена разработанная авторами статьи предварительная схема измерительной «Установки для измерения гидравлических параметров элементов тракта подачи ОТВ к месту пожара».

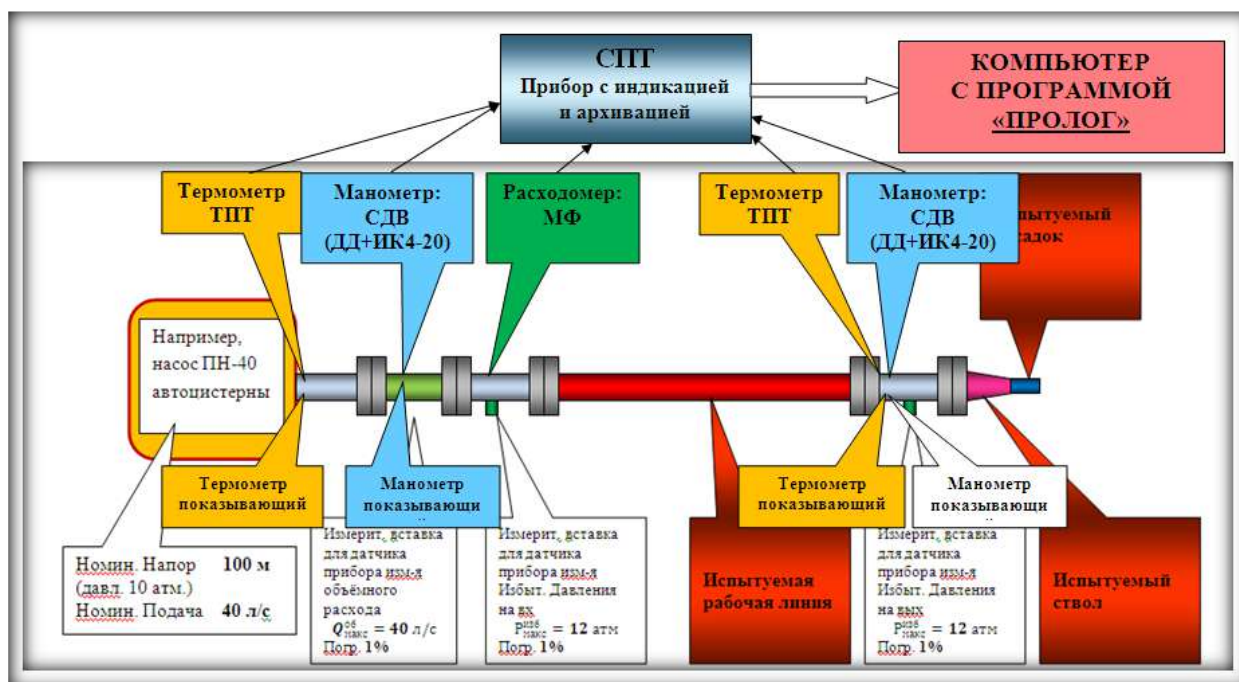


Рисунок 2 – Схема применения измерительных вставок для использования в экспериментально-измерительной установке (Установке) НРС

Такая схема Установки, по нашему убеждению, позволит проводить многочисленные научно-экспериментальные исследовательские работы по разработке и испытанию систем и элементов тракта подачи ОТВ к месту пожара, а также использовать многочисленные возможности Установки для совершенствования образовательного процесса в Академии.

Важно было определить заинтересованных лиц, их интересы и проблемы (см. Табл.)

Таблица. Заинтересованные в проекте лица, их интересы и проблемы

Представители целевой аудитории		
1 Руководство МЧС и Академии (СПСА)	ИНТЕРЕС	- иметь современную экспериментально-исследовательскую Установку для организации научных и инженерных исследований и испытаний элементов тракта подачи ОТВ к месту пожара.
	ПРОБЛЕМА	- в настоящее время у Руководства нет возможности предоставить научно-экспериментальную базу для организации научных и инженерных исследований и испытаний предполагаемых к разработке в Академии элементов тракта подачи ОТВ к месту пожара.
2 Преподавательский состав Академии	ИНТЕРЕС	- получить научно-экспериментальную базу для проверки результатов проведения собственных научных исследований и инженерных разработок элементов тракта подачи ОТВ к месту пожара; - получить научно-экспериментальную базу для обучения курсантов, студентов и слушателей Академии навыкам и компетенциям проведения реальной научно-исследовательской работы.
	ПРОБЛЕМА	- в настоящее время у преподавателей отсутствует возможность проводить экспериментальную проверку и испытания разрабатываемых систем и устройств подачи ОТВ к месту пожара. По этой же причине у преподавателей отсутствует возможность проводить привитие навыков проведения реальной научно-исследовательской работы, связанной с разработкой систем и элементов тракта подачи ОТВ к месту пожара.
3 Переменный состав Академии (курсанты, студенты, слушатели, магистранты, адъюнкты, аспиранты, соискатели)	ИНТЕРЕС	- получить в процессе обучения доступ к проведению реальных научно-исследовательских работ, в том числе, в процессе работы в научных кружках и при выполнении выпускных квалификационных работ.
	ПРОБЛЕМА	- в настоящее время у обучающихся отсутствует возможность проводить экспериментальную проверку и испытания разрабатываемых систем и устройств подачи ОТВ к месту пожара. По этой же причине у них отсутствует возможность получить навыки проведения реальной научно-исследовательской работы, связанной с разработкой систем и элементов тракта подачи ОТВ к месту пожара.

Цель проекта. Цель Проекта: обеспечить удовлетворение научно-исследовательских потребностей представителей коллектива Академии в области изучения гидравлических процессов, протекающих в насосно-рукавных системах, за счет создания в составе Академии современной экспериментально-исследовательской базы по измерению параметров элементов насосно-рукавных систем.

Критерии достижения цели. 1. Существенное увеличение количества и качества проводимых в Академии научно-инженерных исследований по разработке новых и испытанию существующих элементов насосно-рукавных систем. 2. Повышение

актуальности и качества производимой научной продукции (статьи в высокорейтинговых изданиях, доклады на авторитетных научных конференциях, отчеты о НИР и т.д.).

Цикл использования Установки. Пользователь из числа сотрудников и обучаемых Академии использует созданную Установку для измерения гидравлических параметров разработанной им системы или элемента тракта подачи ОТВ к месту пожара, получает подтверждение или опровержение полученных расчетных значений параметров, получает таким образом возможность развивать выбранное им направление исследований, привлекать коллег и обучаемых к использованию Установки для достижения заявленных целей.

Задачи проекта. 1. Обеспечить персонал Академии научно- и учебно-экспериментальной базой при проведении исследовательской работы по разработке систем или элементов насосно-рукавных систем. 2. Существенно увеличить количество и качество проводимых в Академии научно-инженерных исследований по разработке новых и испытанию существующих систем и элементов тракта подачи ОТВ к месту пожара. 3. Повысить актуальность и качество научной продукции (статьи в высокорейтинговых изданиях, доклады на авторитетных научных конференциях, Отчеты о НИР и т.д.). 4. Привить устойчивые навыки и компетенции, обучающимся в части проведения научно-экспериментальных работ вообще и в области разработки новых и испытания существующих систем и элементов тракта подачи ОТВ к месту пожара, в частности.

Ключевые свойства продукта. 1. Высокая степень доступности, эффективности и современности уровня проведения научно-экспериментальных исследований систем и элементов тракта подачи ОТВ к месту пожара для всех категорий коллектива Академии. 2. Высокая востребованность и актуальность исследований по теме «Разработка новых и испытание существующих систем и элементов тракта подачи ОТВ к месту пожара».

Мероприятия и работы. 1. Обеспечение мотивированности представителей всех категорий Академии в использовании вновь созданной «Установки» (доклады о преимуществах и возможностях Установки, организация конкурсов на лучшую разработку, участие в которых требует использование Установки и т.д.). 2. Размещение информации о высоких научно-исследовательских возможностях созданной Установки. 3. Создание научно-методического обеспечения по использованию Установки.

Степень технической реализуемости идеи. Степень технической реализуемости идеи создания в Академии «Установки» высока, так как известны прецеденты (сходные установки – прототипы), например, в АГЗ ГПС МЧС России.

Укрупненные финансовые условия воплощения идеи. Финансовые ресурсы (инвестиции) на закупку оборудования для реализации заявляемого проекта («Установки») составляют от 150 до 300 тыс. руб.

Объект исследования – Насосно-рукавные системы.

Предмет исследования – Гидравлические параметры движения воды в насосно-рукавных системах до и после проводимых исследователями Академии модернизаций.

Основной путь реализации идеи. Установка создается на базе мощностей Академии. Использование Установки планируется в рамках научной деятельности Академии с целью получения актуальных параметров современных элементов насосно-рукавных систем – пожарных рукавов и пожарных стволов с кольцевыми распыляющими насадками. Использование Установки в учебных целях планируется в рамках выполнения лабораторных работ при изучении дисциплины «Гидравлика и противопожарное водоснабжение». Давление воды в элементах Установки должно создаваться при помощи насоса пожарного автомобиля либо от водопроводной сети холодного (противопожарного) водоснабжения Академии – в зависимости от конкретных задач проводимых экспериментов. Установка должна быть смонтирована на переносной базе, что позволит монтировать его с учетом различных условий подачи воды (перепады высот, отрицательные температуры окружающей среды и т.д.).

Установление общего плана управления проектом. Общее управление ходом реализации проекта возлагается на кафедру Физики, математики и информационных технологий. Для реализации проекта составляется календарный план.

По итогам реализации проекта должен быть составлен отчет, содержащий сведения о проведенной работе и полученном результате.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Выполнен анализ научной деятельности в Академии. Показано, что для дальнейшего развития научной деятельности целесообразно (актуально) создать экспериментально-исследовательскую Установку для измерения гидравлических параметров элементов тракта подачи воды к месту пожара.

2. Для разработки и реализации Проекта Установки разработана Концепция Проекта.

3. Показано, что разработанная Концепция может быть использована и другими вузами МЧС при составлении планов развития НИР и по совершенствованию практики обучения курсантов, студентов и слушателей.

Список источников

1 Терехнев В.В. Расчет параметров развития и тушения пожаров (Методика. Примеры. Задания) – Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2012. – 460 с.

2 Абросимов, Ю. Г. Гидравлика и противопожарное водоснабжение: учебник / Ю. Г. Абросимов, А. И. Иванов. — М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. — 422 с.

3 Безбородько, М. Д. Пожарная техника: учебн. / М. В. Алешков [и др.]; под ред. М. Д. Безбородько. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. – 437с.

4 Алешков, М. В. Повышение работоспособности напорных рукавных линий при тушении пожаров в условиях низких температур: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01 / Алешков Михаил Владимирович. — М., 1990. — 293с.

5 Малютин О.С. Компьютерное моделирование сложных насосно-рукавных систем. / Сборник статей по материалам VIII Всероссийской научно-практической конференции «Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций». 2018. С. 68-75.

6 Двоенко О.В. Измерительный комплекс для оценки интенсивности охлаждения элементов пожарной техники и огнетушащих веществ в напорных рукавных линиях при работе в условиях низких температур окружающей среды / О. В. Двоенко // Материалы международной научно-практической конференция “Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации” М.: Академия ГПС МЧС России, 2012. — С.328

7 Ольховский, И.А. Инновационные технологии пожаротушения на объектах энергетики при экстремальных метеорологических условиях / И.А. Ольховский, М.В. Алешков // материалы международной научно-практической конференция “Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации” 20.03.2012 г.

8 Отчет о НИР. О.С. Малютин, Н.В. Мартинович.– Отчет о работе в рамках научного состязания – «Обоснование перспективного облика и основных характеристик пожарной насосно-рукавной техники и технологии» / Рук.: Зам. начальника ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России по научной работе – начальник НТЦ канд. техн. наук подполковник вн. службы А.Н. Батуро . – 2020г.

9 Сыцбура, Т. Исследование гидравлических сопротивлений в пожарных напорных рукавах из синтетических материалов и области их применения: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01 / Сыцбура Тадэуш. — М., 1977. —236 с.

ГСНТИ 20.53

УДК 614.84

ББК 32

Юрий Викторович МАРКИН¹, Александр Геннадьевич РОЖКОВ²

¹ ФГБУ "Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России" (федеральный центр науки и высоких технологий), Москва, Россия (yuri.markin@gmail.com, SPIN 8117-2517, ID: 1132960)

² ООО «ЛИТЕЛ», Москва, Россия (alex@li-tel.ru, SPIN 3029-7339, ID: 1167513)

Система телеметрии на службе спасения

Аннотация. В данном материале рассматриваются преимущества использования современных систем телеметрии, которые планируют заменить существующие сигнальные устройства. Эти системы могут существенно улучшить уровень безопасности при проведении операций по спасению людей и тушению пожаров, а также повысить эффективность работы пожарных команд.

Ключевые слова: Дрегер, МЧС, ЛИТЕЛ, информационные системы, носимая электроника, пожарные телеметрические системы.

Yuri V. MARKIN¹, Aleksandr G. ROZHKOV²

¹ Federal State Budgetary Institution "All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergency Situations of the Ministry of Emergency Situations of Russia" (Federal Center for Science and High Technologies), Moscow, Russia

² «LITEL» LLC, Moscow, Russia

Telemetry system in the rescue service

Abstract. This paper discusses the benefits of using modern telemetry systems that are planning to replace existing signaling devices. These systems can significantly improve safety in rescue and firefighting operations, as well as increase the efficiency of fire brigades.

Key words: Drager, fire telemetry systems, information systems, LITEL, Ministry of Emergency Situations, wearable electronics.

Непрерывное, активное развитие информационных технологий позволяет расширять сферы их применения. Это неудивительно, поскольку информационные технологии придают жизни человека больший комфорт, удобство и обеспечивают максимальную безопасность. Сегодня трудно представить себе жизнь без них, так как они тесно вошли в нашу повседневность и их отсутствие уже по факту невозможно.

Одной из областей, где информационные технологии применяются, является пожарная охрана. В этой сфере жизнь гражданских лиц, которые оказались в беде, зависит не только от самих пострадавших, но и от грамотно и профессионально подготовленного кадрового состава пожарно-спасательных служб, которые будут принимать участие в спасении людей.

Согласно мировой и российской статистике, более 80% всех травм и смертей, как среди граждан, так и среди пожарных, происходят при тушении пожаров в жилых зданиях. Это очень высокий показатель, особенно в сравнении с большинством европейских стран. К сожалению, в России показатель гибели при пожарах в жилых домах в 3,5 раза превышает среднюю статистику Европы. Исходя из этого, данную проблему призвана решить система телеметрии.

Система телеметрии позволяет отслеживать расположение и состояние каждого бойца газодымозащитной службы (ГДЗС) в реальном времени. Она также собирает данные, которые помогают улучшить тактику спасательных операций и принятие обоснованных решений. Поэтому сбор данных от каждого бойца через систему телеметрии становится важным источником информации для принятия решений информационными системами. Данные, собранные системой телеметрии, надежны и актуальны, и они имеют большой потенциал для предотвращения травматизма сотрудников МЧС России и ускорения принятия решений командиром во время спасательных операций. Однако, самым ценным ресурсом, требующим качественной заботы и сохранения, являются сотрудники МЧС России. Воспитание, обучение и подготовка квалифицированных профессиональных кадров является сложной и дорогостоящей задачей.

Проведенный анализ статистики травматизма и гибели кадрового состава звеньев ГДЗС за период с 2017 по 2021 гг. позволил сделать несколько выводов. Во-первых, сотрудник ГДЗС не всегда может правильно оценить риски и угрозы своему здоровью при выполнении боевых задач по спасению пострадавших. Во-вторых, вероятность успешного исхода в случае несчастного случая с участником звена ГДЗС нелинейно обратно пропорциональна времени эвакуации пострадавшего бойца. В-третьих, обеспеченность личного состава персональными системами предупреждения травматизма крайне низкая. Наконец, современный уровень развития техники и технологий позволяет создать персональную систему предупреждения травматизма, которая сократит количество несчастных случаев и время поиска пострадавшего бойца, не отвлекая его от выполнения основных задач по устранению ЧС.

Для сбора статистических данных использовались открытые источники сети Интернет, а также официальный сайт МЧС России.

Программно-аппаратный комплекс (АПК) «Система Телеметрии «ЛИТЕЛ-СТ», Маяк спасателя и Dräger PSS Merlin.

Сигнальное устройство - «Маяк спасателя» российской разработки 2011 года обеспечивает:

1. передачу сигнала тревоги при неподвижности бойца в течении 45 секунд;
2. передачу сигналов «SOS» и «На выход»;
3. передачу показаний давления в дыхательном аппарате со сжатым воздухом (ДАСВ);
4. световую и звуковую сигнализацию пострадавшего.

Сигнальное устройство - Dräger PSS Merlin (Германия), 2015 года выпуска дополнительно обеспечивает:

5. радиопоиск пострадавшего бойца;
6. беспроводной головной дисплей для визуализации принятых команд;
7. контроль показателей окружающей среды;
8. дополнительные ретрансляторы для расширения радиуса действия.

АПК «Система Телеметрии «ЛИТЕЛ-СТ» дополнительно к предыдущему обеспечивает:

9. непрерывный контроль местоположения бойцов и построение их траектории движения как на открытой местности, так и в закрытых помещениях независимо от наличия ГЛОНАСС/GPS или GSM-связи с передачей данных на пост безопасности (ПБ) и на сервер;

10.улучшенный радиопоиск пострадавшего бойца;

11.увеличенный радиус связи с автоматическим контролем связи, уведомление о потере связи;

12.мониторинг физиологических показателей бойца и моментальное реагирование на инциденты;

13.контроль соблюдения техники безопасности (на этапе разведки и далее);

14.сбор данных для обоснования риска по вводу дополнительных сил;

15.встроенный «чёрный ящик»;

16.обмен унифицированными командами управления со звеном ГДЗС, спасательной группой, сбор данных для обоснования принятия руководителем ЧС решений и вводе дополнительных сил по поиску пострадавших спасателей;

17.непрерывный сбор и накопление данных и их передача во внешнюю систему онлайн аналитики и принятия решений;

18.интеграция с внешними информационными системами (пример: КИСУС г. Москвы);

19.интеграция с имеющимися системами охранно-пожарной сигнализации в целях резервного канала позиционирования внутри помещений;

20.накопление данных для улучшения нормативной базы, обучения курсантов и бойцов на реальных данных с мест ЧС.

Современная система телеметрии имеет большую перспективу и может быть очень полезной для пожарно-спасательных подразделений. Она не только помогает спасать жизни,

но и собирает ценную информацию, которая может быть использована в исследованиях и для совершенствования борьбы с пожарами. Система может быть применена при ликвидации чрезвычайных ситуаций в различных местностях, включая города, сельскую местность, пересеченную местность, лесные массивы, горные районы и в условиях ограниченной видимости. В будущем, на основе этого решения, возможно разработать модули для тушения пожаров в токсичных и радиоактивных средах.

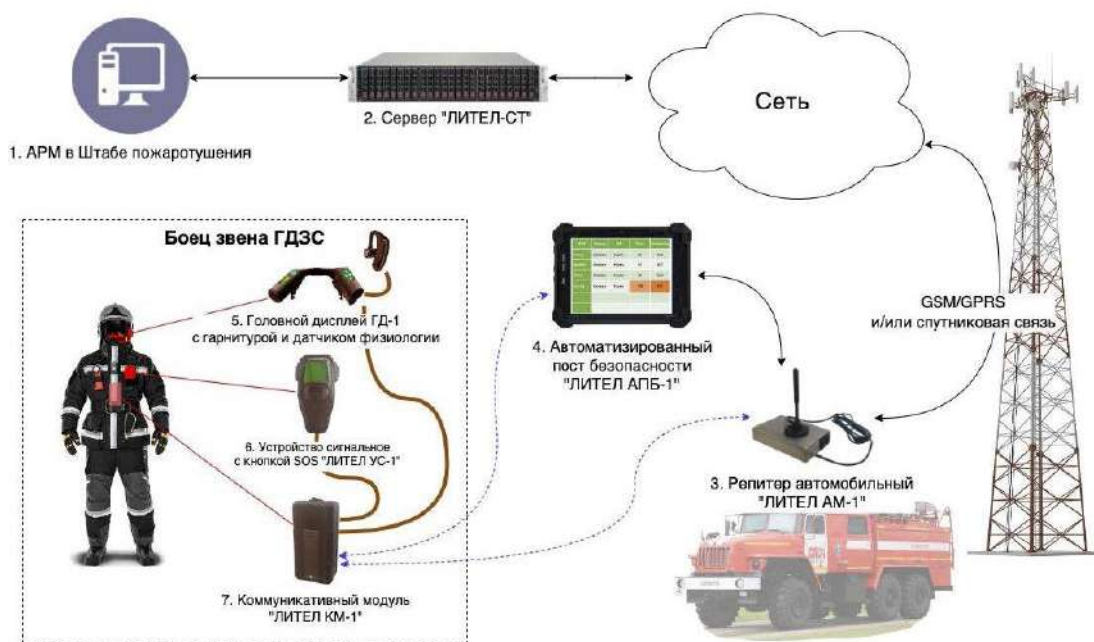


Рисунок 1 – Макет системы телеметрии ЛИТЕЛ-СТ

Список источников

1. Гринченко, Б.Б. Экспериментальное исследование расхода воздуха при использовании спасательных устройств // Современные проблемы гражданской защиты / учредитель ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». - Иваново. -2019-. №3(32), С.33-41. ISSN: 2658-6223, eLIBRARY ID: 40562288.
2. Хабибулин, Р.Ш. Автоматизированные системы в процессе прогнозирования, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Фондовая лекция. Москва, 2015. – URL: <https://cyberpedia.su/11x1815.html> (дата обращения 11.08.2023). – Текст: электронный.
3. Nikolai Brushlinsky, Marty Ahrens, Sergei Sokolov, Peter Wagner. Мировая пожарная статистика КТИФ №26, Москва, 2021

ГСНТИ 614.8
УДК 614.843
ББК 30н

**Владимир Алексеевич МЕЖЕНОВ¹, Алексей Николаевич ЛЕБЕДЕВ²,
Дмитрий Игоревич БАРМИН³**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mezhenov2016@mail.ru, SPIN 3283-3774, ID: 1052357)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dragee2721@mail.ru, SPIN 6402-0470, ID: 1107195)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (barmin_777@mail.ru, SPIN 2633-7000, ID: 1020624)

Влияние защитной завесы на дальность подачи сплошной струи ручного пожарного ствола

Аннотация. В статье рассмотрены ручные пожарные стволы с функцией формирования сплошной и распыленной струи. Выявлен эффект того, что при одновременной работе сплошной струи и защитной завесы, дальность сплошной струи увеличивается. В работе сделаны предположения, что данный эффект может возникать из-за создания минимального гидравлического сопротивления в насадке ствола за счет того, что существуют разные полости выхода огнетушащих веществ, также данный эффект возможен из-за создания области разряжения между струей защитной завесы и сплошной струей.

Ключевые слова: ручной пожарный ствол, защитная завеса, сплошная струя, дальность подачи.

Vladimir A. MEZHENOV¹, Aleksey N. LEBEDEV¹, Dmitry I. BARMIN¹

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

The effect of the protective curtain on the delivery range of a continuous jet of a manual fire nozzle

Abstract. The article discusses manual fire nozzles with the function of forming a continuous and sprayed jet. The effect of the fact that with the simultaneous operation of a continuous jet and a protective curtain, the range of the continuous jet increases. The paper suggests that this effect may occur due to the creation of minimal hydraulic resistance in the barrel nozzle due to the fact that there are different exit cavities of extinguishing agents or this effect is possible due to the creation of a discharge area between the protective curtain jet and a continuous jet.

Keywords: manual fire nozzle, protective curtain, continuous jet, feed range.

Ручные пожарные стволы¹ в зависимости от функциональных возможностей могут быть: формирующие сплошную струю, распылители, с защитной завесой, универсальные, комбинированные. В данной статье будут рассмотрены стволы с формированием защитной завесы.

Ручные пожарные стволы, дополнительно формируют водяную завесу для защиты ствольщика от теплового излучения. В Российской Федерации высокой популярностью пользуются пожарные ручные стволы производства компании «ОРТ», которые одновременно формируют сплошную струю огнетушащих веществ и защитную завесу. Кроме компании «ОРТ» данную технологию также пытаются внедрить другие отечественные предприятия. Данная технология очень эффективна для применения пожарными при тушении, так как обеспечивает одновременно подачу огнетушащих веществ (далее – ОТВ) и защиту ствольщика от теплового потока.



Рисунок 1 – Защитная завеса и сплошная струя (ствол ОРТ-50)

¹ ГОСТ Р 53331-2009 Техника пожарная. Стволы пожарные ручные. Общие технические требования. Методы испытаний

Проведенные практические испытания показывают, что дальность подачи сплошной струи увеличивается при одновременной работе защитной завесы. Данные наблюдения были замечены при практическом применении стволов типа ОРТ. В целом для решения задачи по полету ОТВ вдоль линии горизонта можно воспользоваться следующим уравнением [1]:

$$L = \frac{V^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \quad (1)$$

где: L – дальность полета, м; V – скорость выхода ОТВ, м/с; g – ускорение свободного падения, м/с².

По уравнению (1) возможно определить дальность полета без учета сил сопротивления воздуха, хотя на сегодняшний день оценка дальности полета ОТВ с учетом сопротивления воздуха проводилась в ряде работ [2]. Но даже с учетом сил сопротивления воздуха, если внимательно рассмотреть формулу (1), следует сказать, что дальность подачи огнетушащих веществ зависит в первую очередь от скорости выхода ОТВ (V) из сопла пожарного ствола.

При этом, как было указано выше, дальность подачи сплошной струи при одновременной работе защитной завесы больше, нежели при подаче только сплошной струи. То есть, когда ствол работает в режиме «сплошная струя+защитная завеса», скорость выхода ОТВ сплошной струй выше, нежели, чем при подаче только сплошной струи.

Можно сделать выводы, что при работе ствола в режиме «сплошная струя+защитная завеса» в полости ствола или на выходе из насадка создаются физические эффекты, позволяющие обеспечить наибольшие скоростные характеристики сплошной струи. Предположительно данный эффект может возникать из-за создания минимального гидравлического сопротивления в насадке ствола за счет того, что существуют разные полости выхода ОТВ. Также данный эффект возможен из-за создания области разряжения между струей защитной завесы и сплошной струей.

Для более точного обоснования создания данного эффекта требуется проведение ряда экспериментальных исследований, также требуется численное моделирование течения жидкости в полости стволов, образующих одновременно сплошную струю и защитную завесу.

Список источников

1. Горбань Ю.И., Синельникова Е.А., Танклевский Л.Т. Защита объектов стартового комплекса пожарными роботами / Военный инженер. Фонд содействия развитию Военного института (инженерно-технического) «ВИТУ».
2. Меженев В.А., Ольховский И.А., Лебедев А.Н., Щетнёв К.П. Баллистика струй из универсальных насадков ствольной пожарной техники / Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2021. № 3, с 37-43.

ГСНТИ 82.33.17

УДК 614.847.9

ББК 30н

**Владимир Викторович МИТРИШКИН¹, Михаил Михайлович ДАНИЛОВ²,
Алексей Николаевич ДЕНИСОВ³**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (vladimir.mitrischkin2009@yandex.ru)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mdagps@yandex.ru, SPIN1539-8110, ID: 853796)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dan_aleks@mail.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

Ключевой аспект решения боевой задачи в условиях недостаточной видимости – средства освещения на пожаре

Аннотация. Пожары в ночное время являются серьезной проблемой, приводящей к гибели людей и потере материальных ресурсов. В публикации рассматриваются вопросы применения средств освещения на пожаре и их роль в обеспечении безопасности и увеличении эффективности применения сил и средств пожарно-спасательных подразделений пожарной охраны. Приведены результаты практической отработки действий по тушению в условиях недостаточной видимости, и оценка фактического влияния средств освещения на пожаре в условиях недостаточной видимости. Обоснован коэффициент освещенности, характеризующий скорость и безопасность выполнения боевых действий на месте пожара

Ключевые слова: недостаточная видимость, средства освещения, дальность видимости, освещение места пожара, коэффициент освещенности

Vladimir V. MITRISHKIN¹, Mikhail M. DANILOV², Aleksey N. DENISOV³

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

A key aspect of dealing with the combat mission in low visibility conditions is the means of lighting on fire

Abstract. Fires at night are a serious problem resulting in loss of life and material resources. The publication deals with the use of lighting equipment at fires and their role in ensuring safety and increasing the efficiency of firefighting and rescue units of the fire service. The results of practical training of extinguishing actions in conditions of low visibility and assessment of the actual impact of lighting means on the fire in conditions of low visibility are given. The coefficient of illumination characterising the speed and safety of combat operations at the fire scene is substantiated

Keywords: insufficient visibility, means of illumination, range of visibility, fire scene illumination, illuminance factor

Актуальность и сложность вопроса обеспечения пожарной безопасности в современном мире бесспорна. Пожары представляют собой одно из разрушительных явлений, постоянно сопровождающих развитие человеческой цивилизации. С давних времен они причиняют значительный, порой невосполнимый ущерб живой природе и обществу, его достоянию, материальным и духовным ценностям.

Давно замечено, что ночью яркое пламя рядом с темными предметами или кромешной тьмой еще не охваченных огнем помещений, где уже отключено электричество, создает сильный контраст освещенности. Чтобы не искать впотьмах очаг возгорания, пожарным требуется специальный источник света.

Сначала прожекторы заимствовали в армии, на флоте и железной дороге. Одни (дальнего действия) фокусировали лучи в узком пучке, обеспечивая небольшое, но очень яркое пятно. Другие же (ближнего действия) достаточно хорошо освещали предметы на малом расстоянии в широкой зоне. Их называли прожекторами заливающего света (ПЗС). Особенностью обоих типов было круглое световое пятно. И если первые не годились из-за чрезмерной концентрации лучистого потока, то вторые, хотя и подходили, но слишком уж рассеивали свет.

Таким образом, уже в первой половине XX века были внедрены технические решения по организации освещения мест пожара, однако, явление носило локальный характер ввиду достаточной специфичности применяемого оборудования, то есть, вопрос оснащения средствами освещения стал остро на протяжении развития пожарной охраны в целом. Стоит отметить, что даже на сегодняшний день далеко не все подразделения пожарной охраны оснащены необходимыми мобильными и носимыми средствами освещения, что ставит вопрос о достаточности ресурсного обеспечения сил пожарной охраны требуемым оборудованием.

Оперативное управление пожарно-спасательными подразделениями определяет архитектуру и основы организации тушения пожаров и проведения связанных с ними первоочередных аварийно-спасательных работ. Выполнение требований устава является обязательным для всего личного состава пожарной охраны и иных привлечённых к тушению пожаров сил [1].

Но для оценки и дальнейшего прогноза условий пожаротушения РТП требуется наличие полной картины сложившейся текущей ситуации. Только в таком случае РТП сможет правильно рассчитывать требуемые ресурсы привлекаемых сил и средств, параметры локализации пожара [2]. Для того, чтобы получать всю необходимую информацию, РТП проводит анализ ситуации с привлечением экспертов (оперативный штаб на месте пожара), который в свою очередь может получить информацию путем анализа данных разведки [3].

В любом случае, для обеспечения безопасности формируется тенденция учета индивидуальных особенностей объектов ведения боевых действий по тушению пожара, что подразумевает под собой постоянный мониторинг за объектом в том числе и в ночное время. Это требует не только тщательного анализа применимости требований нормативной базы, но и математического моделирования пожаров конкретных объектов и ситуаций, складывающихся в ходе развития пожара. В настоящее время используются различные методы модельных описаний [4]. Однако они не всегда позволяют оптимальным образом оценить пожарную опасность объектов в соответствии с [5] при ведении действий по тушению пожара подразделениями пожарной охраны, особенно в ночное время. Кроме того, в подобных условиях могут применяться и современные технологии робототехники [6,7]. Таким образом, ресурсное обоснование безопасности для решения задач в профессиональной деятельности при тушении пожаров в условиях недостаточной видимости играет ключевую роль в успешном тушении.

Организация освещения осуществляется по указанию РТП в условиях недостаточной видимости, в том числе при сильном задымлении.

Для освещения места вызова (пожара) используется имеющееся на вооружении пожарной охраны осветительное оборудование специальных пожарных автомобилей, а также другие штатные средства, предназначенные для этих целей.

На месте вызова (пожара) по указанию РТП могут дополнительно применяться осветительные средства предприятий.

Для организации освещения применяют: электрические генераторы, осветительное оборудование, переносное осветительное оборудование (рисунок 1).

Для освещения помещений при изучении обстановки пожара применяют ручные электрические фонари. Если этого освещения недостаточно, применяют прожекторы с питанием от электросилового оборудования или генератора, установленного на мобильном средстве пожаротушения.

В первую очередь освещаются пути эвакуации людей. Взрывоопасные помещения освещаются снаружи через окна, ввод прожекторов в эти помещения допускается только в тех случаях, если в них происходит горение. В сильно задымленных и больших по площади помещениях следует устанавливать прожекторы большой мощности. В отдельных случаях в больших помещениях рекомендуется устанавливать прожекторы как ориентиры для работающих там людей.



Рисунок 1 - Электроосветительное и электросиловое оборудование

Для оценки роли средств освещения на пожаре приведем статистические данные, характеризующие интенсивность их применения на примере г.о. Чапаевск и г.о. Новокуйбышевск Новокуйбышевского местного пожарно-спасательного гарнизона за 2021 год, как наиболее полно отражающего характерную картину.

За 2021 год по г.о. Чапаевск и г.о. Новокуйбышевск зарегистрировано 687 пожаров, из них 357 (51,97%) произошло днём и 330 (48,03%) ночью. Наспределение пожаров по основным объектам представлено на рисунке 2.

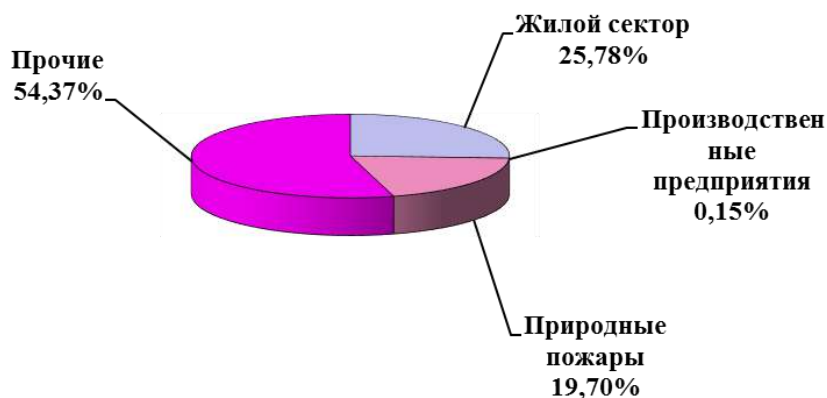


Рисунок 2 - Распределение пожаров по основным видам объектов

В среднем, в течение 2021 года ежедневно происходило 1,9 пожара.

По рангам пожары распределились следующим образом:

пожар № 1 – 641 раз (АППГ – 669 раз) уменьшение на 4,19 %; пожар 1-БИС – 36 раз (АППГ – 46 раз) уменьшение на 21,76 %; пожар № 2 – 0 (АППГ – 2 раза) уменьшение в 2 раза; пожар № 3 – 0 (АППГ – 0); пожар № 4 – 0 (АППГ – 0).

По месяцам за 2021 год ситуация с погибшими и пострадавшими в г.о. Самара и районе сложилась следующим образом (таблица 1):

Таблица 1 - Обстановка с погибшими и пострадавшими

ПОГИБШИЕ				ПОСТРАДАВШИЕ			
Период	Мужчины	Женщины	Итого	Период	Мужчины	Женщины	Итого
Январь	3	2	5	Январь	6	2	8
Февраль	4	3	7	Февраль	3	4	7
Март	3	1	4	Март	5	1	6
Апрель	0	1	1	Апрель	0	2	2
Май	2	0	2	Май	7	4	11
Июнь	2	0	2	Июнь	2	2	4
Июль	1	0	1	Июль	4	0	4
Август	0	0	0	Август	1	1	2
Сентябрь	0	3	3	Сентябрь	4	1	5
Октябрь	5	3	8	Октябрь	4	0	4
Ноябрь	2	3	5	Ноябрь	4	1	5
Декабрь	1	3	4	Декабрь	5	1	6
Всего	23	19	42	Всего	45	19	64

По дням недели и времени суток ситуация по погибшим и пострадавшим складывалась следующим образом (таблица 2):

Таблица 2 - Обстановка с погибшими и пострадавшими в зависимости от времени суток

ПОГИБШИЕ				ПОСТРАДАВШИЕ			
Период	Мужчины	Женщины	Итого	Период	Мужчины	Женщины	Итого
Понедельник	1	1	2	Понедельник	6	2	8
Вторник	5	2	7	Вторник	5	3	8
Среда	2	2	4	Среда	6	2	8
Четверг	5	3	8	Четверг	4	1	5
Пятница	4	4	8	Пятница	7	2	9
Суббота	3	3	6	Суббота	10	5	15
Воскресенье	3	4	7	Воскресенье	7	4	11
ИТОГО	23	19	42	ИТОГО	45	19	64
День	9	7	16	День	35	14	49
Ночь	14	12	26	Ночь	10	5	15

За 2017-2021 годы в ряде случаев средства освещения применялись при тушении пожара. При этом в ночное время они применялись гораздо более часто.

Сводная таблица применения мобильных средств освещения на пожаре будет выглядеть следующим образом (таблица 3).

Таблица 3 – Сводная таблица применения мобильных средств освещения на пожарах в Новокуйбышевском местном пожарно-спасательном гарнизоне пожарной охраны по месяцам за 2017-2021 гг.

Месяц	Среднее количество пожаров днем	Среднее количество применений мобильных средств освещения	Среднее количество пожаров ночью	Среднее количество применений мобильных средств освещения	Среднее количество применений всего
январь	15,6	-	11,6	1,9	1,9
февраль	17	1	11	-	1
март	15,6	-	11,4	-	-
апрель	20	-	16,4	-	-
май	20	-	17,2	0,9	0,9
июнь	17,4	-	15,6	-	-
июль	18,8	-	17,8	1,1	1,1
август	20,2	-	17	-	-
сентябрь	22,4	-	17	0,9	0,9
октябрь	19,6	-	16,4	-	-
ноябрь	20,6	1	17	1,7	2,7
декабрь	21	0,7	19,4	2,1	2,8

Учитывая данные по применению носимых и возимых средств освещения на пожаре, следует учесть тот факт, что средства освещения являются ключевыми при осуществлении боевых действий на пожаре, поскольку основной объем информации, получаемый личным составом, это визуальный, соответственно, в случае отсутствия визуальной информации у пожарных, осуществляющих непосредственно боевые действия по тушению пожаров. Качество осуществления боевых действий снизится кратно. Таким образом возникает необходимость добавления коэффициента освещенности, характеризующего скорость и безопасность выполнения боевых действий на месте пожара в модели боевых действий при тушении пожара.

Значение коэффициента освещенности, в модели боевых действий, подтверждается моделированием в теплотымокамере, при проведении эксперимента пожарным заклеивались панорамные маски для имитации нулевой видимости. Результаты эксперимента приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты эксперимента в теплотымокамере подразделений Новокуйбышевского местного пожарно-спасательного гарнизона.

Наименование подразделения, участвующего в эксперименте	Скорость выполнения задания по поиску и спасению пострадавшего (открытая панорамная маска), сек.	Скорость выполнения задания по поиску и спасению пострадавшего (заклеенная панорамная маска), сек.	Примечание
10-ПСЧ	172	477	
89-ПСЧ	198	398	
66-ПСЧ	188	428	
40-ПСЧ	193	422	
ДПК «Служба спасения»	271	622	

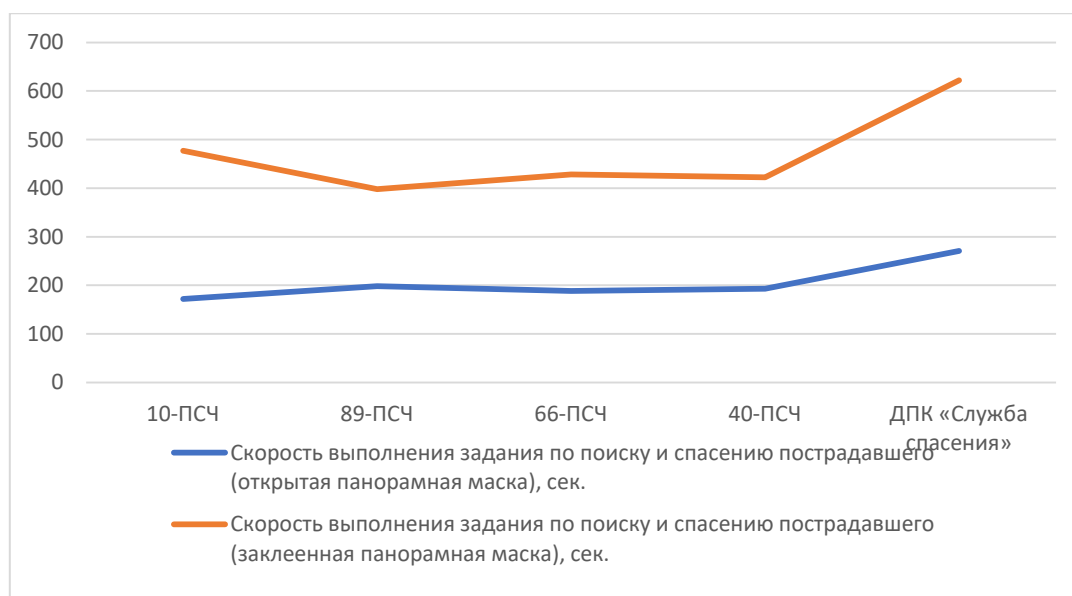


Рисунок 3 – График результатов эксперимента в теплодымокамере подразделений Новокуйбышевского местного пожарно-спасательного гарнизона

По результатам эксперимента обоснован коэффициент освещенности и можно сделать вывод о том, что скорость выполнения одного и того же задания выше в 2-3 раза практически у всех участвующих подразделений. Даже подразделение ДПК, не имеющее обширной практики в тушении пожаров, как федеральные пожарно-спасательные подразделения, показало схожие результаты. Это говорит о том, что наличие освещения на пожаре повышает результативность действий пожарно-спасательных подразделений и является существенным критерием успешности действий подразделений на пожаре. Таким образом, недостаток освещения на пожаре, равно как и его отсутствие, кратно снижает потенциальные возможности участвующих в боевых действиях подразделений, что не может не отражаться на успехе решения общей боевой задачи. Обоснован коэффициент освещенности, характеризующий скорость и безопасность выполнения боевых действий на месте пожара.

Список источников

1. Термины МЧС. Боевой устав пожарной охраны. Режим доступа <https://www.mchs.gov.ru/ministerstvo/o-ministerstve/terminy-mchs-rossii/term/981>
2. Приказ МЧС России от 16.10.2017 N 444 (ред. от 28.02.2020) «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» (Зарегистрировано в Минюсте России 20.02.2018 N 50100).
3. Управление альтернативами выбора принятия опорных решений в тактике тушения пожаров / Аникин С.Н., Данилов М.М., Денисов А.Н. // Computational Nanotechnology. 2020. Т. 7. № 4. С. 39-47
4. Кошмаров Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. - М.: Академия ГПС МВД России, 2000. 118 с.
5. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1).
6. Perumal K. A. P., Ali M. A. M., Yahya Z. H. Fire fighter robot with night vision camera //2019 IEEE 15th International Colloquium on Signal Processing & Its Applications (CSPA). – IEEE, 2019. – С. 270-274.
7. Peña P. F. et al. WILD HOPPER: A heavy-duty UAV for day and night firefighting operations //Heliyon. – 2022. – Т. 8. – №. 6.

ГСНТИ 614.8
УДК 614.845
ББК 38.96С55

**Александр Иванович ПИЧУГИН¹, Владимир Иванович СТАРЦЕВ²,
Дмитрий Генрихович МИЧУДО³, Николай Владимирович НАВЦЕНЯ⁴,
Павел Александрович КОЛОЗНИКОВ⁵**

¹ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (avto-vniipo@yandex.ru, SPIN 6980-6155, ID: 1097876)

²ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (vovafair@mail.ru, SPIN 9292-4280, ID: 1098389X)

³ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (dgm21@mail.ru, SPIN 8835-2656, ID: 953864)

⁴ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (navcenia@mail.ru, SPIN 1723-345, ID: 1095606)

⁵ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (koloznikov.pavel@bk.ru, SPIN 4166-2921, ID: 1095477)

О требованиях нормативных документов по оснащению пожарных автомобилей огнетушителями

Аннотация. Представлена информация о видах, типах и количестве огнетушителей, необходимых для оснащения пожарных автомобилей. Показана актуальность оснащения пожарных автомобилей огнетушителями.

Ключевые слова: огнетушители, пожарные автомобили, оснащение, нормативные документы, защита от возгорания.

Alexander I. Pichugin¹, Vladimir I. Startsev², Dmitry G. Michudo³, Nikolai V. Navtsenya⁴, Pavel A. Koloznikov⁵

¹FGBU "All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

²FGBU "All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

³FGBU "All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

⁴FGBU "All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

⁵FGBU "All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

About the requirements of regulatory documents on equipping fire trucks with fire extinguishers

Annotation. Information is provided on the types, types and quantity of fire extinguishers required to equip fire trucks. The relevance of equipping fire trucks with fire extinguishers is shown.

Key words: fire extinguishers, fire trucks, equipment, regulatory documents, fire protection.

Огнетушители являются наиболее массовым и доступным средством пожаротушения, в том числе и на транспортных средствах. Это отмечалось в работе [1]. В [2] представлена информация о некоторых моделях огнетушителей, данные по эффективности (модельных очагах) и предприятиях по их производству.

Одним из важных разделов межгосударственного стандарта ГОСТ 34350-2017 «Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний» является раздел, определяющий требования безопасности пожарного автомобиля (ПА). В нём определены требования как пассивной, так и активной пожарной безопасности: конструкция ПА, размещение топливопроводов, используемых материалов являются элементами пассивной пожарной безопасности; к активным можно отнести количество, тип и размещение огнетушителей.

Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» устанавливает для ПА требование об их оборудовании не менее чем двумя огнетушителями. При этом места их крепления должны находиться в легкодоступных зонах размещения пожарного оборудования; один из них должен находиться вблизи сиденья водителя, а второй в кузове (отсеках) ПА.

В ранее действующем ГОСТ Р 53328-2009 «Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний» отражалось, что тип и количество огнетушителей определяет заказчик, как и то, что шасси, поставляемое для производства ПА, должно быть укомплектовано огнетушителем.

В приказе МЧС России от 25.07.2006 № 425 «Об утверждении Норм табельной положенности пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования для основных и специальных пожарных автомобилей, изготавливаемых с 2006 года», а затем в изменении к этому приказу от 28.03.2014 № 142 «О внесении изменений в приказ МЧС России от 25.07.2006 № 425» отражены конкретные типы огнетушителей и их количество для комплектации ПА в зависимости от их типа и класса (допустимой полной массы).

Разработке этих нормативных документов предшествовала большая исследовательская работа сотрудников ФГБУ ВНИИПО МЧС России и других организаций.

Следует отметить, что к борьбе с пожарами на автотранспорте стали относиться более внимательно в 80-е годы прошлого века с началом освоения производства эффективных порошковых огнетушителей. Это вызвано и другой причиной – повышение (на тот период) скорости движения и интенсивности транспортных потоков приводило к возникновению дорожно-транспортных происшествий со значительным материальным ущербом и человеческими жертвами от пожаров. Пожары на автомобилях возникали и по другим причинам: неисправность автомобиля, его неправильная эксплуатация.

Учитывая актуальность проблемы повышения пожарной безопасности автотранспортных средств, ВНИИПО при участии представителей ГУПО МВД СССР, ГУГАИ МВД СССР, ВИПТШ МВД СССР, НАМИ и Минавтопрома разработали в 1986 г. рекомендации [3].

В них, с учётом проведённых экспериментов на различных категориях автотранспортных средств (легковые, грузовые, топливозаправщики, автобусы), были даны предложения по выбору типа и класса огнетушителей, отражены рекомендации по местам размещения и крепления, указаны основные приёмы и тактика применения при загорании автотранспорта.

В последующем, с учётом проведённых исследований, эти рекомендации послужили основой при разработке нормативных документов с отражением требований (рекомендаций) на колесные транспортные средства по их оснащению огнетушителями. Так, например, в СП 9.13130.2009 «Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации» задаётся минимальная огнетушащая способность огнетушителя для комплектации автотранспортных средств определённого класса.

Авторы данного материала считают, что разработчикам и изготовителям колесных транспортных средств, включая пожарные автомобили, было бы целесообразно в

руководство по их эксплуатации включить раздел по правилам применения огнетушителя при загорании автомобиля, так как информация на этикетке огнетушителя отражает только общий порядок его применения.

Выводы

1. Оснащение пожарных автомобилей огнетушителями продиктовано нормативными документами заказчика этой продукции, а эффективность тушения определяется знаниями и опытом их применения водителем.

Список источников

1. В.В. Пивоваров. Огнетушители/Итоги науки и техники. Пожарная охрана. Том 10. М. 1990, С.104-156.
2. М.В. Алешков. Переносные пожарные огнетушители/Противопожарные и аварийно-спасательные средства. Август-октябрь 2006, № 3, С.21-25.
3. Н.В. Исавнин, Н.В. Навценя, А.П. Болохов [и др.]. Использование огнетушителей на автотранспортных средствах (рекомендации) /М. ВНИИПО, 1981, 9 с.

ГСНТИ 614.8
УДК 614.846
ББК 38.96

**Александр Иванович ПИЧУГИН¹, Владимир Иванович СТАРЦЕВ²,
Дмитрий Генрихович МИЧУДО³, Николай Владимирович НАВЦЕНЯ⁴,
Павел Александрович КОЛОЗНИКОВ⁵**

¹ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (avto-vniipo@yandex.ru, SPIN 6980-6155, ID: 1097876)

²ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (vovafair@mail.ru, SPIN 9292-4280, ID: 1098389X)

³ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (dgm21@mail.ru, SPIN 8835-2656, ID: 953864)

⁴ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (navcenia@mail.ru, SPIN 1723-345, ID: 1095606)

⁵ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (koloznikov.pavel@bk.ru, SPIN 4166-2921, ID: 1095477)

Предложения по созданию модификаций бронированных пожарных автоцистерн с учётом освоения их базовых моделей

Аннотация. В статье представлена информация об актуальности создания основных пожарных автомобилей в бронированном исполнении для ликвидации пожаров в особо сложных условиях и при антитеррористических операциях. Рассмотрены варианты внешнего и скрытого бронирования. При скрытом бронировании возможны варианты создания пожарных автоцистерн с расширением их функциональных показателей.

Ключевые слова: пожарная автоцистерна бронированная, наружное бронирование, скрытое бронирование, степень бронирования, расширение назначения

Alexander I. Pichugin¹, Vladimir I. Startsev², Dmitry G. Michudo³, Nikolai V. Navtsenya⁴, Pavel A. Koloznikov⁵

¹FGBU "All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

²FGBU "All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

³FGBU "All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

⁴FGBU "All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

⁵FGBU "All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

Proposals for the creation of modifications of armored fire tankers, taking into account the development of their basic models

Annotation. The article provides information on the relevance of creating basic armored fire trucks for the elimination of fires in particularly difficult conditions and during anti-terrorist operations. The options of external and hidden booking are considered. With hidden booking, options for creating fire tankers with the expansion of their functional indicators are possible.

Key words: armored fire tanker truck, outdoor booking, hidden booking, degree of booking, destination extension

Для ликвидации пожаров в особо сложных условиях и в местах с повышенной опасностью для личного состава, в результате которых происходят разрушения и пожары различных объектов, ставит перед производителями пожарных автомобилей (ПА) и их заказчиками (пользователями) задачу по созданию специальной мобильной техники не только от защиты личного состава от теплового воздействия пожара, но и от поражающих факторов стрелкового оружия и боеприпасов фугасного и осколочного типа. Актуальность этой работы прослеживается и для личного состава пожарных расчётов при тушении пожаров на складах и хранилищах боеприпасов к стрелковому оружию.

Стала очевидной необходимость создания подобных пожарных автомобилей или их доработка с учётом поставленных специальных задач для отдельных пожарно-спасательных гарнизонов.

Данная мобильная техника может использоваться и в районах проведения антитеррористических операций.

Для ведения открытого боя бронированная автоцистерна не предназначена – она может использоваться (в случае особых условий применения) только для прикрытия личного состава, расположенного в бронированной кабине, а также для защиты бронёй наиболее ответственных элементов базового шасси. При этом предполагается, что АЦБ может использоваться при выезде к месту пожара с машинами прикрытия. Для этого цистерна должна быть оснащена лафетным стволом, управляемым из кабины, а насосная установка защищена от воздействия стрелкового оружия.

О некоторых проблемах создания и использования бронированных автомобилей представлена информация в работе [1].

Данный тип пожарного автомобиля со скрытым бронированием был включён в Типажи ПА с 2006 по 2020 гг, утвержденных руководством МЧС России.

Бронирование пожарных автомобилей должно проводиться с учётом требований ГОСТ Р 50963-96 «Защита броневая автомобилей. Общие технические требования», с использованием серийных пожарных автоцистерн тяжёлого класса типа Урал 5557 и Урал 4320 с салонным расположением пожарного насоса и с лафетным стволом с дистанционным управлением с наружным типом бронирования – первый этап работы.

Примером изготовления бронированного пожарного автомобиля может быть изготовление ОАО «Пожтехника» автомобиля пожарно-спасательного бронированного АПСБ-6,0-40-10 на шасси КамАЗ-63501 (8х8) для МО РФ (рис.1).



Рисунок 1 - Автомобиль пожарно - спасательный бронированный – АПСБ-6,0-40-10 на шасси КамАЗ-63501

В качестве шасси для производства пожарного автомобиля был использован четырёхосный КамАЗ-6351 с бронированной кабиной. Этот пожарный автомобиль создан для ликвидации пожаров в особо сложных условиях и проведения аварийно-спасательных и восстановительных работ в местах с повышенной опасностью, обеспечения защиты боевого расчёта. По заявлению предприятия-изготовителя этот пожарный автомобиль обшит противоосколочной бронёй со всех сторон. Важные компоненты: цистерны и насосный отсек имеют пятый класс защиты, как и кабина боевого расчёта; передний и задний отсеки – 2 класс бронирования по ГОСТ Р 50963-96 «Защита броневаля автомобилей. Общие технические требования».

Можно рассматривать два направления бронирования (ПА): локальное – для личного состава и общее – для всего ПА. При этом степень бронирования определяет заказчик. Основное внимание необходимо уделять бронированию кабины с личным составом. Об актуальности создания бронированных пожарных автомобилей представлена информация в работе [2]. Исполнителю работ необходимо провести согласование с предприятием-изготовителем пожарной автоцистерны о проводимых доработках пожарного автомобиля.

Для сохранения разрешенной массы для шасси автомобиля и исключения перегруза необходимо уменьшить вместимость цистерны для воды за счёт отдельных доработок, например, использовать надувные элементы для компенсации массы брони. При этом комплект навесных элементов бронирования АЦ и само бронирование необходимо проводить на специализированном предприятии.

Вторым этапом работ можно считать производство пожарной автоцистерны со скрытым бронированием. Примером данной продукции можно считать создание в 2007 г. пожарной автоцистерны АЦБ 5-40 на шасси Урал 5557 с участием ВНИИПО, ЗАО Корпорация «Защита» и Урало-Сибирской пожарно-технической компании (УСПТК) (рис.2).



Рисунок 2 - Автоцистерна пожарная бронированная (скрытое бронирование) АЦБ 5,0-40 на шасси Урал 5557

При этом броневая защита выполнялась для следующих элементов пожарной автоцистерны: топливного бака; аккумуляторных батарей; моторного отсека (верхняя, передняя боковые и нижняя стороны); защита кабины (крыши, стёкол, боковых вертикальных поверхностей).

При создании бронированных автоцистерн можно рассмотреть варианты расширения их функциональных возможностей с использованием дополнительного надбамперного ствола с дистанционным приводом (типа аэродромных автомобилей), применение отвала для очистки дорог от повреждений различных объектов (рис.3, 4).



Рисунок 3 - Надбамперная установка тушения со стволом с дистанционным управлением из кабины аэродромного пожарного автомобиля АА-15/60-100/3



Рисунок 4. Клин-отвал на пожарном автомобиле АПСБ-6,0-40-10

Выводы

1. Создание бронированных автоцистерн, возможно осуществить в двух основных вариантах: на серийных образцах АЦ с элементами наружного бронирования (при открытом бронировании) и на предприятии-изготовителе АЦ с элементами скрытого бронирования с привлечением специализированных предприятий.

2. Производство пожарных автомобилей с комбинированным вариантом бронирования: скрытое для салона и двигателя шасси, кузовных элементов (навесное) возможно на предприятиях-изготовителях пожарных автомобилей и специализированных предприятиях.

3. Объёмы производства бронированных автоцистерн и варианты бронирования будут зависеть от заказчика этой продукции.

Список источников

1. Д.М. Фонарев. Крепость на колесах/Межотраслевой тематический каталог «Система безопасности-2005» С.264-266.
2. Сосницкий В.В. Повышение уровня защищённости пожарной техники методом локального бронирования./Электронный научно-практический журнал «Трибуна учёного», 02/2021. С.1-8.

ГСНТИ 614.8

УДК 614.841

ББК 38.96

**Александр Иванович ПИЧУГИН¹, Владимир Иванович СТАРЦЕВ²,
Дмитрий Генрихович МИЧУДО³, Николай Владимирович НАВЦЕНЯ⁴,
Кирилл Юрьевич ЯКОВЕНКО⁵**

¹ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (avto-vniipo@yandex.ru, SPIN 6980-6155, ID: 1097876)

²ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (vovafair@mail.ru, SPIN 9292-4280, ID: 1098389X)

³ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (dgm21@mail.ru, SPIN 8835-2656, ID: 953864)

⁴ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (navcenia@mail.ru, SPIN 1723-345, ID: 1095606)

⁵ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (kirill1971@rambler.ru SPIN 4166-2921, ID: 1095479)

Нормативные документы на основные пожарные автомобили и о вносимых изменениях в межгосударственный стандарт ГОСТ 34350-2017 «Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний»

Аннотация. Рассмотрены нормативные документы по созданию основных пожарных автомобилей в современной России. Показано значение разработанного ранее межгосударственного стандарта, а также необходимость внесения в него изменений, уточняющих ряд требований с учётом производства и испытаний этой пожарной техники. Представлено содержание предложений по ряду изменений в данный стандарт.

Ключевые слова: основные пожарные автомобили, межгосударственный стандарт, технический регламент, свод правил, изменение.

**Alexander I. PICHUGIN¹, Vladimir I. STARTSEV², Dmitry G. MICHUDO³,
Nikolai V. NAVTSENYA⁴, Kirill Yurievich YAKOVENKO⁵**

¹FGBU "All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

²FGBU "All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

³FGBU "All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

⁴FGBU "All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

⁵FGBU "All-Russian Research Institute of Fire Protection of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

Regulatory documents for the main fire trucks and on amendments to the interstate standard GOST 34350-2017 «Fire fighting equipment. The main fire trucks. General technical requirements. Test methods»

Annotation. The normative documents on the creation of basic fire trucks in modern Russia are considered. The significance of the interstate standard developed earlier is shown, as well as the need to make changes to it, clarifying a number of requirements, taking into account the production and testing of this fire equipment. The content of proposals for a number of changes to this standard is presented

Key words: basic fire trucks, interstate standard, technical regulations, code of rules, change.

В начале существования современной России создание и регулирование нормативно-правовой базы в области производства и эксплуатации основных пожарных автомобилей (ОПА) определялось через нормы пожарной безопасности (НПБ). Так, с декабря 1997 г. были введены НПБ 163-97 «Пожарная техника. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний», которые распространялись на вновь создаваемые и модернизируемые [1].

В разделе 2 «Термины и определения» ГОСТ Р 53247 «Техника пожарная. Пожарные автомобили. Классификация, типы и обозначения» даётся термин и определение ОПА. Современные статистические данные [2] свидетельствуют, что весовая доля пожаров в России ликвидируется с их использованием.

Согласно ГОСТ Р 53247 «Техника пожарная. Пожарные автомобили. Классификация, типы и обозначения» к основным пожарным автомобилям, в зависимости от преимущественного использования и направлений оперативной деятельности, относятся пожарные автомобили общего и целевого применения. Там же даётся перечень этих пожарных автомобилей.

Национальный стандарт на ОПА ГОСТ Р 53328 «Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний» был разработан после принятия Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» определивший, что «Требования к конструкции, техническим характеристикам и иным параметрам пожарных автомобилей устанавливаются нормативными документами по пожарной безопасности».

К числу наиболее значимых показателей и требований, данных в национальном стандарте и определивших ход работ по созданию нового поколения ОПА, можно отнести:

- включение новых стандартов, терминов и их определений;
- отражение предельных основных параметров с учётом классификации ОПА;
- указание технических требований;
- отражение требований безопасности и охраны окружающей среды;
- указания по правилам приёмки и испытаниям;
- содержание требований по транспортированию, хранению, эксплуатации, гарантиям изготовителей.

Перечисленные требования являются важнейшими составляющими при создании линейки отечественных ОПА и определившими их технический уровень в зависимости от типа ОПА и его класса.

Важно отметить, что эффективность ОПА и технический уровень определялись и параметрами базового шасси, требования к которым отражались и ранее в нормативных документах на основные пожарные автомобили.

С начала 2015 г. вступил в силу Технический регламент ТР ТС 018/2011 «Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств». В нём отражены и требования к специальным транспортным средствам на колесных шасси, к которым относятся и пожарные автомобили.

В 2017 г. ФГБУ ВНИИПО МЧС России разрабатывает проект межгосударственного стандарта, которому после утверждения присваивается обозначение ГОСТ 34350 «Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний».

Актуальность разработки и действия этого стандарта объясняется тем, что он позволяет устанавливать значения показателей, требований и методов испытаний и контроля единообразно при производстве ОПА на территории стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС) [3].

Исходя из почти пятилетнего срока действия этого межгосударственного стандарта, с учётом необходимости производства нового поколения ОПА, а также их модификаций, назрела необходимость внести в него изменение, в котором отражены вопросы по уточнению ряда показателей.

Так, например, при проведении испытаний ОПА при их декларировании выявлен ряд замечаний: при определении величины максимальной массы ОПА, установленной для базового шасси; удельной мощности. На эти требования необходимо обратить особое внимание при создании пожарных автомобилей специального назначения – например, бронированных с различными вариантами бронезащиты.

Проект изменения межгосударственного стандарта предлагается дополнить рядом терминов и их определениями для однозначного понимания и не противоречащей терминологии в документации на пожарные автомобили.

Наибольшее количество изменений предлагается внести в раздел 5 «Технические требования»:

- по расходным параметрам огнетушащего вещества с высоты всасывания 7,5 м с учётом количества всасывающих рукавов;
- по уточнению требований в подпунктах, определяющих характеристики показателей: дальность струи, угол поворота лафетного ствола, габаритные размеры, дорожный просвет, угол выезда, угол поперечной статической устойчивости;
- в подразделе к шасси: на схеме крепления ОПА при перевозке;
- в подразделе требований к компоновке: по условиям подвижности надстройки при угловых колебаниях;
- в подразделе требований к салону: по габаритам салона, покрытию пола салона, местам крепления пожарно-технического вооружения;
- в подразделе требований к насосной установке: по вакуумной системе;
- в подразделе требований к осветительной мачте: по возможности наличия осветительной мачты;
- подразделе требований к надёжности: по сроку службы до списания.

Так, в подразделе периодических испытаний уточняются виды периодических испытаний;

- в разделе методы испытаний: по определению массы ОПА; угла статической устойчивости, параметров насоса, конструктивной прочности, условиям испытаний.

Внесение изменений в выше указанный ГОСТ будет способствовать более чёткому изложению требований и условиям их выполнения производителями на территории стран ЕАЭС.

Вывод

Актуальность межгосударственного стандарта ГОСТ 34350-2017 «Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний» и вносимые в него изменения в современных условиях определяются необходимостью обеспечения единства технической политики при создании ОПА на территории Европейского Экономического Союза и обеспечении выполнения требований технического регламента ТР ЕАЭС 043/2017 «Технический регламент Таможенного Союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности».

Список источников

1. Пожарные автомобили предприятий России. Сборник нормативных документов. Вып.8. – М.: ВНИИПО, 2000 – 346 с.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2022 г. Статистика пожаров и их последствий. Информационно-аналитический сборник. Балашиха, 2023, 80 с.
3. Е.М. Григорьева, ст.науч.сотр., Д.Г. Мичудо, ст.науч.сотр.; Н.В. Навценя, ст.науч.сотр. [и др.]. Актуальность разработки межгосударственного стандарта «Пожарная техника. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний». Основные отличия в требованиях межгосударственного стандарта ГОСТ 34350-2017 от национального стандарта ГОСТ Р 53328-2009./Пожарная безопасность, 2018, № 3. С.142-145.

ГРНТИ 81.92.39

УДК 614.84+614.89

ББК 68.923

**Юрий Витальевич МНУСКИН¹, Вера Владимировна ХАЗИПОВА²,
Юлия Владимировна МНУСКИНА³, Александр Владимирович КИПРЯ⁴**

¹ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России» Донецк, Донецкая Народная Республика, Россия (mnuskin1976@mail.ru, SPIN 8950-6750, ID: 1149704)

²ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России» Донецк, Донецкая Народная Республика, Россия (vv_ekol@mail.ru)

³ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России» Донецк, Донецкая Народная Республика, Россия (jlmnsk@mail.ru, SPIN -9891-9796, ID:843318)

⁴ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России» Донецк, Донецкая Народная Республика, Россия (aleksandrkipra@gmail.com, SPIN 8337-1462, ID:848317)

Перспективные подходы повышения безопасности проведения аварийно-спасательных работ с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания

Аннотация. В статье представлены современные тенденции по улучшению проведения аварийно-спасательных работ с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания. Предложено использовать метод контроля уровня содержания кислорода в крови для снижения риска гипоксии, предупреждения появления патологических изменений физиологических функций в организме пожарных при проведении аварийно-спасательных работ. Обоснована и разработана методика по уточнению расчета параметров безопасного проведения аварийно-спасательных работ пожарными.

Ключевые слова: средства индивидуальной защиты органов дыхания, аварийно-спасательные работы, пожарные-спасатели, пожарная безопасность, атмосферный сжатый воздух, усовершенствованная методика определения технологических параметров, гипоксия, пульсовая оксиметрия, табличный калькулятор.

Yuri V. MNUSKIN, Vera V. KHAZIPOVA, Yulia V. MNUSKINA, Alexander V. KIPRYA
FSGEE HVT «Donetsk Institute of SFS of EMERCOM of Russia», Donetsk, Donetsk People's Republic, Russia

Promising approaches to improving the safety of emergency rescue operations using personal respiratory protection equipment

Abstract. The article presents current trends to improve the conduct of emergency rescue operations using personal respiratory protection equipment. It is proposed to use the method of

monitoring the level of oxygen in the blood to reduce the risk of hypoxia, to prevent the appearance of pathological changes in physiological functions in the body of firefighters and rescuers during emergency rescue operations. The methodology for clarifying the calculation of the parameters of the safe conduct of emergency rescue operations by firefighters has been substantiated and developed.

Key words: personal respiratory protection equipment, emergency rescue operations, firefighters, fire safety, atmospheric compressed air, improved technique for determining technological parameters, hypoxia, pulse oximetry, tabular calculator.

Инфраструктура современных городов и населенных пунктов становится насыщенной пожарной нагрузкой, представляющей особую опасность для людей и участников тушения пожара. Задымленность помещений и путей эвакуации при пожарах часто является основной причиной гибели людей, потери материальных ценностей, серьезно усложняет действия пожарных по выполнению поставленных задач.

Актуальность этого вопроса в настоящее время становится все выше в связи с расширением 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 очага пожара и тушение. Отсутствие эффективных средств борьбы с задымлением в ряде случаев является причиной перехода пожара в развитую стадию. Поэтому для работы в непригодной для дыхания среде (НДС) применяется газодымозащитная служба (ГДЗС). Основным способом защиты организма от ингаляционного воздействия опасных и вредных факторов пожаров является применение средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД).

Во время выбора СИЗОД учитываются шесть критериев: качественный состав, агрегатное состояние и количественное содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны; специфика выполняемых производственных операций (степень тяжести работ); показатели микроклимата рабочей зоны; назначение и принцип действия СИЗОД; их конструктивные особенности; показатели защитных и эксплуатационных свойств.

Первые три критерия определяются результатами аттестации рабочих мест, остальные три – государственными стандартами на СИЗОД. Конструкция СИЗОД постоянно совершенствуется. В ГДЗС внедряются современные устройства, повышающие безопасность газодымозащитников. Спектр внедряемых электронных приборов и устройств можно разделить на следующие категории: показывающие непосредственно газодымозащитнику параметры его работы в СИЗОД (давление воздуха, время работы в СИЗОД, температура сжатого воздуха в баллонах); контролирующие состояние газодымозащитника (отсутствие подвижности в определеннй период времени); устройства, обеспечивающие радиосвязь между газодымозащитниками звена и поста безопасности; принимающими сведения о работе дыхательных аппаратов, состоянии работающих газодымозащитников.

Для СИЗОД основными определяющими показателями являются расчет времени проведения работ и времени пребывания в средствах индивидуальной защиты органов дыхания. Однако, действующая в Донецкой Народной Республике до 2023 г. методика расчета времени [1] учитывает изменение только наиболее важных технологических параметров проведения аварийно-спасательных работ, предусматривает ручной расчет и поэтому нуждается в повышении точности и оперативности расчетов. Кроме того, с 2023 г., с преобразованием подразделений Государственной оперативно-спасательной службы МЧС ДНР в Государственную противопожарную службу МЧС России возникла необходимость ускоренного перехода к применению аналогичной методики, применяемой в МЧС России [2], имеющей ряд отличий и особенности применения, однако основанной на тех же физико-химических положениях, которые с перспективой применения современных технических средств нуждаются в дальнейшем уточнении и совершенствовании.

В связи с этим целью настоящей работы является развитие перспективных подходов повышения безопасности проведения аварийно-спасательных работ с использованием СИЗОД.

По мнению авторов, для достижения поставленной цели на текущем этапе исследования необходимо решить следующие задачи:

- уточнить оценку степени тяжести работ, выполняемых газодымозащитником при тушении пожаров с использованием СИЗОД в НДС;
- разработать предложения по повышению качества сжатого воздуха, используемого в СИЗОД;
- рассмотреть возможность мониторинга степени тяжести выполняемых работ и степени насыщения крови газодымозащитников кислородом с использованием пульсоксиметрии для уточнения расхода воздуха и снижения риска развития гипоксии;
- обосновать и усовершенствовать методику определения технологических параметров безопасного проведения аварийно-спасательных работ с использованием СИЗОД.

Пожарным приходится оценивать создавшуюся обстановку и принимать оптимальное решение, рационально и безопасно строить свою работу, проводить поиск пострадавших с использованием как подручных, так и специальных средств и техники. В своей практической деятельности газодымозащитники обязательно должны взаимодействовать с другими участниками ликвидации пожаров. Часто выполняются работы в условиях чрезвычайных ситуаций при воздействии одного или нескольких экстремальных факторов.

Степень тяжести работы, производимой газодымозащитником, зависит от вида и условий их выполнения – высокие физические нагрузки, повышенная температура, низкая видимость, загазованность, задымленность, сложные метеоусловия.

При работе в СИЗОД степень тяжести работы, выполняемой пожарными чередуется от легкой до очень тяжелой, при этом расход воздуха увеличивается от 30 до 60 л/мин., а расход кислорода до 2 л/мин. Максимальная частота сердечных сокращений не должна превышать 170 уд/мин (см. таблицу 1).

Таблица 1 - Зависимость потребления (воздуха) кислорода, частоты сердечных сокращений от степени тяжести работы, выполняемой газодымозащитником

№п/п	Виды работ по степени тяжести	Потребление кислорода, л/мин	Потребление воздуха, л/мин	ЧСС, уд/мин.
1.	Легкая	До 1,0	12,5	85-100
2.	Средняя	От 1,0 до 1,5	30	101-125
3.	Тяжелая	От 1,5 до 2,0	60	126-150
4.	Очень тяжелая	Свыше 2,0	85	151-170

Для большинства пользователей автономных изолирующих дыхательных аппаратов, предназначенных для выполнения аварийно-спасательных, эвакуационных видов работ, которые характеризуются высокими физическими нагрузками, наиболее приемлемым является аппарат, отличающийся более высокими эксплуатационными и эргономическими показателями. Последнее связано с необходимостью использования аппарата в экстремальных условиях в течение длительного времени - более одного часа, которое необходимо не только для выполнения специальных видов работ в загазованной зоне, но и для переезда к месту таких работ и обратно. При включении пользователя в автономный дыхательный аппарат образуется замкнутая система «СИЗОД – человек». В этой системе, с одной стороны, оборудование влияет на условия дыхания, производительность и утомляемость пожарных, с другой стороны – физиологические характеристики пожарных: вес, степень физической подготовки, природа дыхания, которые определяют технологические параметры при выполнении работ различной степени тяжести. Для того, чтобы исследовать технологические параметры проведения аварийно-спасательных работ

пожарными с использованием СИЗОД, необходимо знать физиологическую основу дыхания человека. Для поддержания жизнедеятельности организма кислород, содержащийся в окружающем воздухе, должен постоянно подаваться в ткань, а продукты окисления - выводиться.

В процессе дыхания в легких человека происходят процессы газо-, тепло- и влагообмена. Сущность газообменного переноса состоит в доставке кислорода из альвеолярного воздуха в венозную кровь (поглощение кислорода) и удалении углекислого газа из венозной крови в альвеолярный воздух.

В нормальных производственных условиях газовый состав воздуха мало отличается от атмосферного. В соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями [2] содержание вредных примесей в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязнителей (см. таблицу 2).

Мониторинг качества атмосферного воздуха населенных пунктов, осуществляемый в регионе Донецкая Народная Республика по наиболее опасным ингредиентам, показывает, что среднемесячные концентрации превышают среднесуточную предельно допустимую концентрацию по диоксиду азота в 2,0 раза (2 класс опасности), по пыли в 1,9 раза (3 класс опасности), по аммиаку в 1,8 раза (4 класс опасности), диоксиду серы в 1,5 раза (3 класс опасности), оксиду углерода в 2,0 раза (4 класс). Предположительно, данные превышения ПДК загрязнителей связаны с регулярными обстрелами территорий Донецкой Народной Республики со стороны террористических формирований ВСУ. Поэтому для соблюдения санитарно-гигиенических норм содержания загрязнителей в баллонах со сжатым воздухом для дыхания необходимо, чтобы поступающий в компрессор воздух был чистым и не содержал вредных веществ и выхлопных газов. На этот случай важно регулярно проводить контроль в местах расположения баз ГДЗС за содержанием вредных веществ в атмосферном воздухе, причем не только представленных в таблице 2, но и других: диоксида азота, аммиака, фенола и сернистого газа. Таким образом, следует стремиться к характеристикам воздуха, подаваемого компрессорной установкой в баллоны дыхательных аппаратов, значениям, приведенным в таблице 2 [3].

Таблица 2 – Максимально допустимые значения концентраций измеряемых компонентов

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Содержание оксида углерода, мл/м ³ , не более	15
	% об., не более	0,0015
	мг/м ³ , не более	18,75
	ПДК рабочей зоны, мг/м ³	20
2	Содержание масла, мг/м ³ , не более	0,5
	ПДК рабочей зоны, мг/м ³	5,0
3	Содержание диоксида углерода, мл/м ³ , не более	500
	% об., не более	0,05
	мг/м ³ , не более	982
4	Влагосодержание (при давлении от 19,6 до 29,4 МПа), мг/м ³ , не более	25

Для снижения санитарно-биологического загрязнения воздуха до безопасного уровня рекомендуется использовать встроенные бактерицидные системы. Встроенные бактерицидные системы устанавливаются внутри воздухопроводов или корпуса приточных установок. В этом случае происходит или мгновенная инактивация микроорганизмов, или замедление их роста и размножения.

Сочетание неблагоприятных факторов, таких как: высокие физические нагрузки, нахождение в НДС, повышенное сопротивление дыханию, наличие «вредного пространства» под лицевой маской и преобразование воздуха высокого давления в постоянное низкое давление в СИЗОД действуют на организм совместно, т.е. аддитивно, при этом суммарно повышается риск развития артериальной гипоксии – дефицита кислорода в крови пожарных. Гипоксия является состоянием, угрожающим жизни человека. Определяющей характеристикой гипоксии выступает оксигенация. Оксигенация - степень насыщения (сатурации) крови кислородом. Это важный индикатор состояния дыхательной функции и общего физического состояния человека.

Параметрами оксигенации артериальной крови являются парциальное давление кислорода P_{aO_2} , насыщение артериальной крови кислородом SaO_2 и концентрация гемоглобина. По данным ВОЗ, SaO_2 менее 95% у взрослого человека – это один из главных симптомов гипоксии. Нормальным показателем сатурации пожарных - спасателей считается 95...98%. Снижение минутного объема вентиляции легких приводит к снижению доставки кислорода в альвеолы и нарушению эвакуации углекислого газа из альвеолярного пространства. При этом доставка в альвеолы углекислого газа с периферии и извлечение из них кислорода кровью, протекающей по легким, не прекращается. При нарастании концентрации CO_2 в альвеолярном газе содержание кислорода в альвеолах уменьшается. Соответственно изменяется газовый состав крови, оттекающей от легких, и развивается артериальная гипоксия. Выявить ее можно проведением анализа газов артериальной крови и уровня насыщения крови кислородом (SaO_2).

При увеличении концентрации углекислого газа происходит снижение P_{aO_2} – парциального давления кислорода в артериальной крови и SaO_2 – сатурации крови кислородом. Пожарный, включенный в СИЗОД, вдыхает смесь с увеличивающейся объемной долей углекислого газа. Продолжительное вдыхание газовых смесей с объемной долей 0,25...2 % углекислого газа приводит к снижению газового и тканевого обмена. Это явление усиливается при повышении объемной доли кислорода во вдыхаемой смеси, а при ее значении, равном 96 %, происходит дополнительное накопление в организме продуктов промежуточного обмена. При вдыхании газовой смеси с объемной долей 1 % углекислого газа легочная вентиляция увеличивается на 8,4 %, а при 2 % – на 28,8 %. Это ведет к развитию гипоксии. Современным и эффективным методом мониторинга для выявления гипоксии, по данным ВОЗ, является пульсовая оксиметрия, позволяющая проводить газовый анализ крови неинвазивным методом, не требующим больших временных затрат [2]. Таким образом, мониторинг газового состава крови играет ключевую роль в оценке физиологического статуса пожарных, работающих в сложных и опасных условиях НДС в СИЗОД.

Необходимо принимать во внимание и особенности работы СИЗОД. Эксплуатация СИЗОД предполагает их использование в широком диапазоне температур (от -70 до $+60^0$ С). Температура воздуха в баллонах может изменяться, что негативно будет оказывать влияние на здоровье пожарных. В связи с чем возникает необходимость дополнительной теплоизоляции и контроля температуры воздуха в баллонах СИЗОД.

Во время выполнения аварийно-спасательных работ важным параметром является время работы звена ГДЗС в НДС. В связи с этим данный параметр - один из основных, который контролируется при работе. В настоящее время его расчёт производится вручную на посту безопасности, который устанавливается при каждом боевом применении звена ГДЗС. Анализ действующей методики показывает следующие основные недостатки [3]: неточность представления исходных данных, ручное проведение расчета в неприспособленных условиях на посту безопасности, приблизительная оценка степени сложности проводимых работ [4], усредненное определение расхода воздуха в процессе работы, которое соответствует этапу поиска пострадавших или места аварии (очага пожара), отсутствие учета влияния такого важного параметра уравнения состояния газовой смеси, как температура, которая может изменяться в существенных пределах при эксплуатации СИЗОД, передача

информации о давлении в голосовом режиме, что не всегда возможно по техническим причинам.

Недостаток, связанный с ручным проведением расчета на первоначальном этапе исследования предлагается минимизировать разработкой и внедрением табличного калькулятора работы ГДЗС, начальный фрагмент которого представлен на рис. 1.

К отличительным особенностям предлагаемого табличного калькулятора можно отнести: соответствие нормативному документу [1], использование размерности давления в баллонах - МПа, в связи с градуировкой шкалы манометра в системных единицах давления, а также и внесистемных единиц давления - атмосфер; диапазоны давления в баллонах СИЗОД соответствуют допустимым значениям; автоматическое округление расчетных значений в сторону увеличения «запаса»; определение контрольного давления «на выход», если очаг пожара или пострадавший не обнаружен; удобное определение параметров безопасной работы в СИЗОД, которое позволяет ускорить расчет основных параметров работы и практически исключить ошибки ручного расчета, грубого округления расчетных величин.

Федеральное государственное казенное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий институт Государственной противопожарной службы Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий России»		Тип аппарата: ПРОФИ-М		Резервное давление, МПа, P _{рез} : 4,9		Емкость баллонов, л, V _б : 6,8		Коэффициент расхода д.в.а. атм/мин, K: 5,88		Объем легочной вентиляции, л/мин, Q _{лв} : 40		Техническая атмосфера, МПа, 1 атм: 0,098	
Кафедра естественнонаучных дисциплин		Наименьшее давление в баллонах звена на входе в непригодную для дыхания среду P ₀ , МПа/атм		МПа		32		атм		326			
				МПа		31,5		атм		321			
				МПа		31		атм		316			
Таблица определения параметров работы в СИЗОД с учетом движения и «выше средней» тяжести выполнения работ				МПа		атм		Траб (мин)		R _{вых} (МПа)		R _{вых} (атм)	
				32		326		47		19		189	
Давление в баллонах звена при обнаружении очага пожара (для баллонов с наибольшим падением давления), МПа/атм				31,5		321		45		6		56	
				31		316		44		6		61	
				30,5		311		42		7		66	
				30		306		40		7		71	
				29,5		301		38		8		76	
				29		296		37		8		81	
				28,5		291		35		9		86	
				28		286		33		9		91	
				27,5		280		31		10		96	
				27		275		30		10		101	
				26,5		270		28		11		107	
				26		265		26		11		112	
				25,5		260		24		12		117	
				25		255		23		12		122	
				24,5		250		21		13		127	
				24		245		19		13		132	
				23,5		240		18		14		137	
				23		235		16		14		142	
				22,5		229		14		15		147	
				22		224		12		15		152	
		21,5		219		11		16		158			
		21		214		9		16		163			
		20,5		209		7		17		168			
		20		204		5		17		173			
		19,5		199		4		18		178			
		19		194		2		18		183			

Рисунок 1 – Табличный калькулятор работы ГДЗС (начальный фрагмент)

Таким образом, безопасность и эффективность проведения аварийно-спасательных работ пожарными с использованием СИЗОД в значительной степени зависит от точности определения степени тяжести выполняемых работ, характеристик атмосферного воздуха и его соответствия стандартным требованиям; адекватности методики выполнения расчетов параметров работы в СИЗОД условиям применения и режиму работы пожарных, степени насыщения крови пожарных кислородом и других факторов.

Для повышения безопасности и эффективности проведения аварийно-спасательных работ пожарными предлагается проводить мониторинг атмосферного воздуха, запасаемого в баллонах СИЗОД, контролировать величину сатурации в крови для снижения риска гипоксии у пожарных; уточнить и упростить применение методики определения технологических параметров применением табличного калькулятора ГДЗС нового формата.

Список источников

1. Временное наставление по организации ГДЗС в пожарно-спасательных и аварийно-спасательных подразделениях МЧС ДНР. Утв. приказом МЧС ДНР №343 от 30.10.2018 г.

2. Методические указания по проведению расчетов параметров работы в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения. Утв. 05.08.2013 г. МЧС России/ - М., 2013. - 52 с.

3. Мнускин Ю. В., Хазипова В. В., Мнускина Ю. В., Джерелей О. Б. К вопросу определения безопасного физиологического состояния и степени тяжести выполняемых работ пожарных-спасателей с применением метода пульсоксиметрии //«Вестник Академии гражданской защиты»: научный журнал. - Донецк : ГБОУ ВО «АГЗ МЧС ДНР», 2022. - Вып. 2 (30). - С. 37- 44.

4. Станкус А.Р., Мнускин Ю.В. Оценка точности стандартной методики прогнозирования времени работы звена газодымозащитной службы в непригодной для дыхания среде. //Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования: научный журнал. - Вып. 1(5). - Донецк : ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2020. - С. 551-555.

ГСНТИ 82.33.17

УДК 614.841.1, 614.849

ББК 30вб

**Дмитрий Николаевич МУДРОВ¹, Михаил Михайлович ДАНИЛОВ²,
Алексей Николаевич ДЕНИСОВ³**

¹ ГУ МЧС России по г. Москве, Москва, Россия (dmudrov1977@gmail.com)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mdagps@yandex.ru, SPIN 1539-8110, ID: 853796)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dan_aleks@mail.ru, SPIN 1845-4634, ID: 231119)

Моделирование действий пожарной охраны при использовании сил и средств ГИМС

Аннотация. В работе проведено моделирование действий пожарно-спасательных подразделений пожарной охраны при использовании сил и средств ГИМС. Рассмотрены основные методы и приемы подготовки к тушению пожаров, представлен подход к решению основной задачи. Описано, что проводимые мероприятия создают навык условий реагирования в составе группировки при тушении пожаров и обеспечивает овладение навыка взаимодействия, что является одной из определяющих целей. Представлены моделируемые вводные для проведения совместных тренировок

Ключевые слова: моделирование, ГИМС, подготовка, взаимодействие, задача

Dmitrij N. MUDROV³, Mikhail M. DANILOV², Aleksey N. DENISOV³

¹ Main Directorate of EMERCOM in Moscow, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Modelling of firefighting activities when using GIMS forces and means

Abstract. In the work the modelling of actions of fire and rescue units of fire protection when using forces and means of GIMS is carried out. The main methods and techniques of preparation for fire extinguishing are considered, the approach to the solution of the main task is presented. It is described that the conducted activities create the skill of reaction conditions as a part

of the grouping in fire extinguishing and provides mastering the skill of interaction, which is one of the defining objectives. Simulated inputs for joint training exercises are presented

Key words: modelling, GIMS, training, interaction, task

В условиях современного развития технологий и роста городской среды возникают новые вызовы и угрозы, требующие актуализации системы управления пожарной безопасностью. При этом эффективное использование сил и средств Государственной противопожарной службы (ГИМС) играет ключевую роль в обеспечении быстрого и качественного реагирования на возникающие ситуации.

Для поддержания необходимого уровня знаний, навыков и умений, связанных с выполнением обязанностей по должности, ежегодно проводится обучение и повышение квалификации в учебных заведениях МЧС России государственных инспекторов и главных государственных инспекторов по маломерным судам субъектов Российской Федерации.

В 2021 году на водных объектах ЦФО происходили происшествий, на которые реагировали силы и средства Главных управлений МЧС России. Количество погибших на водных объектах составило отрицательный рост, на 10% больше, что не соответствует требованиям¹. В целях снижения происшествий и гибели людей на водоемах в Главных управлениях МЧС России проводится систематическая целенаправленная работа по вопросам обеспечения безопасности людей на водных объектах, охране их жизни и здоровья. Для этих целей в субъектах разработаны и утверждены Планы мероприятий по взаимодействию ГИМС МЧС России с МВД России, Росрыболовством, Управлением РОСГВАРДИИ, Природоохранными организациями, Администрациями органов местного самоуправления. Таким образом силы и средства ГИМС оказывают комплексную поддержку территориальному пожарно-спасательному гарнизону пожарной охраны.

Но ограниченность привлекаемых сил и средств при тушении пожара на месте пожара, а также особенности использования потенциала ГИМС создают процесс формирования управленческого решения руководителя тушения пожара с ориентацией на потенциальные состояния системы управления в момент действий.

Работа пожарно-спасательных подразделений (совместно с силами ГИМС) может включать в себя деятельность по: предупреждению пожаров, проведению профилактических мероприятий, в том числе проверок и инструктажей о противопожарных мерах, беседа с населением по основам пожарной безопасности, обнаружению и оперативному реагированию, реагирование на сигналы и оперативное оповещение на месте вызова, инструктажи при тушении пожаров, аудит проведения спасательной операции (эвакуации) людей и спасательных работ, организация помощи пострадавшим, и дальнейшего предотвращения подобных случаев в будущем (формирование базы причин).

Управление пожарно-спасательным гарнизонам пожарной охраны при использовании сил и средств ГИМС является актуальной темой из-за следующих причин:

1. Повышение эффективности работы. Управление силами и средствами позволяет быстрее реагировать на возникшие пожары и обеспечивать более качественную работу пожарных расчетов. Это способствует снижению ущерба и потерь в результате пожаров и повышает безопасность жизни и имущества на территории пожарно-спасательного гарнизона.

2. Координация действий между различными службами. В случае возникновения пожара, требуется совместная работа пожарно-спасательного гарнизона и других служб. Управление силами и средствами ГИМС позволяет эффективно координировать действия всех служб и обеспечить быстрый и согласованный отклик на ситуацию.

¹ Указа Президента РФ от 16.10.2019 № 501 «О стратегии в области развития гражданской обороны, защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций, обеспечения пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах на период до 2030 года».

3. Применение современных методов. Становится возможным использование систем управления, которые работают на основе анализа данных и предоставляют более эффективные решения. Использование таких методов позволяет оперативно реагировать, управлять ресурсами и оптимизировать процессы пожаротушения.

4. Управление силами и средствами ГИМС требует высокой квалификации и знания всех аспектов работы пожарно-спасательного гарнизона. Актуальность данного направления связана с необходимостью постоянного быстрого и эффективного реагирования.

Государственная инспекция по маломерным судам играет важную роль в тушении пожаров как в морских, так и на внутренних водных пространствах. Ее основная задача заключается в обеспечении безопасности и контроле на судах, а также в предотвращении возникновения пожаров и борьбе с ними в случае их возникновения. Кроме того, инспекция сотрудничает с другими спасательными службами и организациями по предотвращению и тушению пожаров. В случае возникновения пожара, сотрудники инспекции могут принимать участие в совместных операциях по его тушению, предоставлять консультации и помощь другим спасательным органам. Анализ представлен на рисунке 1.

Таким образом, Государственная инспекция по маломерным судам активно работает над предотвращением возникновения пожаров и обеспечением быстрой и эффективной реакции на них. Но основными задачами являются: организация и осуществление профилактики пожаров, спасение людей и имущества при пожарах, оказание первой помощи, организация и взаимодействие при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.



а – подготовка оказания помощи б – реализация оказания помощи
Рисунок 1 – Оказание помощи пожарно-спасательному гарнизону

Кроме того, подразделения ГИМС при реагировании обеспечивают управление при установлении связи с возможностью передачи сигналов большому числу корреспондентов используя требования приказа¹. Использование требований руководства дает право наряду с пожарно-спасательными подразделениями участвовать в подготовке и проведении пожарно-тактических учений. Но на данный момент законодательством выстроена система управления силами и средствами тушения пожаров и проведения АСР на территории субъектов РФ, фундаментом которой являются пожарно-спасательные гарнизоны [1 - 3].

Поддержка управления пожарно-спасательного гарнизона пожарной охраны [4] является сложным многогранным процессом, который характеризуется действиями руководителя тушения пожара (далее – РТП) [5] в совокупности с навыками, знаниями и опытом при решении ситуационных сценариев. Руководство тушением пожаров характеризуется такими факторами, как: ограниченного времени, достоверности информации, изменения обстановки, привлекаемых сил и средств подразделений пожарной охраны. Отработка действий по таким факторам происходит при проведении пожарно-тактических учений. В таких ситуациях важную роль играет постановка задачи [6] в меняющейся обстановке. Меняющаяся обстановка действий [7] создает условия, препятствующие развитию пожара и обеспечивает его ликвидацию в зависимости от

¹ Приказ МЧС России от 26.12.2018 N 633 «Об утверждении и введении в действие Руководства по радиосвязи Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»

обстановки на пожаре и условий тушения. Такие условия требуют учета и дальнейшего использования в процессе подготовки и принятия управленческих решений, в области пожарной безопасности на уровне документов предварительного планирования.

Документы предварительного планирования [8] определяют порядок поставленной задачи, в информационном поле. Современные же системы поддержки принятия решений, возникшие как естественное развитие и продолжение управленческих информационных связей в том числе и с базами данных, представляют собой, максимально приспособленные инструментарий к решению задач повседневной деятельности пожарно-спасательных гарнизонов, используя определенный порядок поставленных задачи и подход к решению основной задачи при привлечении сил и средств ГИМС. В процессе управления тушением пожара представлен на рисунке 2. Кроме того, успешность при решении основной задачи достигается функционированием тактическая подготовки, отработкой элементов тактической подготовки, которым может выступать проведение групповых упражнений [9, 10]. Формулировка сценария развития пожара деловой игры должна включать в себя условия предварительного планирования, расчет максимального сценария и привлекаемой группировки, не менее трех вводных, организацию привлечения служб жизнеобеспечения и моделирования времени их сосредоточения, формирование резервных сил, взаимодействие с группировкой ГИМС (для отработки параметров наращивания группировки). Данная формулировка сценария развития пожара, позволяет рассматривать процесс тушения как множество взаимосвязанных частей значение и изменение которых преобразуют характеристики знания и опыта тушения пожаров в дальнейшее использование.



Рисунок 2 – Подход к решению основной задачи

Таким образом для успешного функционирования и реагирования на пожары решающее значение могут иметь силы и средства и тактическая подготовка ГИМС, в наращивании группировки сил территориального пожарно-спасательного гарнизона.

В целом проводимые мероприятия создают навык условий реагирования в составе группировки при тушении пожаров и обеспечивает овладение навыка взаимодействия, что является одной из определяющих целей. Специфика ведения боевых действий при тушении пожара может определять наличие дополнительного фактора наращивания группировки, что также может отрабатываться совместно с силами и средствами ГИМС. В таблице представлены моделируемые вводные для проведения совместных тренировок.

Таблица 1 – Вводные для проведения совместных занятий на местности

Объект	Вводная 1	Вводная 2
Жилые здания	Заблокирован вход. Недостаточно сил группировки, для работы с инструментом.	Второе отделение не может установить автомобиль на водоисточник.
	На пожарном гидранте припаркована машина.	Пропала связь с первым отделением. Недостаточно сил группировки, для работы связного.
	Рукавов ствола первой помощи не хватает для развертывания сил.	Женщина на балконе третьего этажа просит о помощи и получен сигнал MAYDAY.
Детские учреждения	Разрыв линии ствола первой помощи.	Ребенок из окна третьего этажа машет рукой.
	Командир звена ГДЗС подвернул ногу. Недостаточно сил группировки, для проведения спасательной операции.	В спальном корпусе дети спрятались под кровати. Недостаточно сил группировки, для проведения спасательной операции.
	Не встречает администрация объекта. Давление в системах водоснабжения не обеспечивает высокую надежность водообеспечения.	Учитель с детьми заблокировал дверь в класс на втором этаже. Недостаточно сил группировки, для проведения спасательной операции.
Школьные учреждения	Не открывается крышка люка гидранта.	Человек бежит по коридору и громко кричит. Недостаточно сил группировки, для проведения спасательной операции.
	Ученик рвется в класс за телефоном. Недостаточно сил группировки, для проведения спасательной операции.	Замыкающий в звене ГДЗС потерял сознание. Недостаточно сил группировки, для проведения спасательной операции.
	Ученик сказал, что в школе на 2 этаже заблокирован человек.	У центрального выхода возникла паника.
Медицинские учреждения	Большой у входа громко кричит. Недостаточно сил группировки, для проведения спасательной операции.	На окнах первого этажа глухие решётки, мешающие спасению.
	Скорая помощь пытается проехать к приемному покою.	В операционной отключено электроснабжение.
	На четвертом этаже здания висит листок «Помогите».	В палате на втором этаже заблокирован нетранспортабельный больной
Промышленные предприятия	Высота нейтральной зоны задымления в здании опустилась до 1 метра. В здании люди.	Отказ линии транспортной ленты, одновременное возгорание.
	Сильной задымление в верхней части здания.	Слабое давление на стволе. Получен сигнал MAYDAY
	Слышен отчетливый треск при деформации перекрытия.	Искрит проводка в распределительном шкафу.
Административные учреждения	Рабочий просит помочь вынести компьютер.	Слышен отчетливый гул вытяжной вентиляции.
	У входа мешает проходу припаркованный автомобиль.	Сильное провисание магистральной линии проложенной по фасаду здания.
	На окнах первого этажа глухие решётки, мешающие спасению.	Люди не покидают помещение, спасают имущество.
Религиозный объект	Посетитель отказывается покидать храм.	На полу храма загорелся ковер.
	Двери заблокированы.	Слышен отчетливый треск при деформации перекрытия.
	Настоятель храма пытается оказать помощь прихожанам.	Разрушилось остекления.
Спортивный объект	При проведении разведки сработал звуковой сигнал аппарата.	Не сработала система дымоудаления из коридора комплекса.
	Зрители спрятались под трибунами.	Возникла паника при выходе из зала.
	Угроза падения трибун.	Поломка насоса автоцистерны установленной на пожарный гидрант.
Объект туризма	Разрыв магистрального рукава.	Людской поток по лестнице не позволяет проводить боевое развертывание.
	Ребенок в задымленном помещении ищет родителей, отказывается выходить.	Переход пожара с второго этажа на третий снаружи здания.
	На путях эвакуации в здании погас свет.	Произошло резкое падение давления воды в стволе .
Объект торговли	Торговцы отказываются покидать свой магазин.	Звено ГДЗС провалилось в шахту лифта.
	На стенах помещения появились крупные трещины.	На окнах первого этажа глухие решётки, мешающие спасению.
	Посетители заблокировались в помещении.	Разрыв магистральной линии на втором этаже.

Таким образом использование полного комплекса тактических возможностей подразделений территориального пожарно-спасательного гарнизона в период подготовки и использования всех возможностей обеспечит качественный объём работы по спасанию людей, тушению пожара и выполнению пожарно-спасательными подразделениями выполнения основной задачи руководителя тушения пожара.

Когда подразделения пожарно-спасательного гарнизона используют полный комплекс тактических возможностей, это помогает им строить эффективный план действий, адаптированный к конкретной ситуации, обеспечивать безопасность спасательной операции. реагировать на пожары различной сложности и обеспечивает эффективное тушение пожара. Такая совместная работа улучшает координацию и позволяет лучше справляться с экстренными ситуациями. Подразделения пожарно-спасательного гарнизона, обученные работать в команде, эффективно координируют свои действия. Это позволяет им оптимально распределить задачи, использовать ресурсы и оперативно реагировать на изменяющуюся ситуацию при выполнении основной задачи.

Список источников

1. Коричев, С. Н. Разработка методики оценки системы управления территориальным пожарно-спасательным гарнизоном / С. Н. Коричев, А. О. Семенов, Д. Н. Костылев // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2016. – Т. 1, № 1(7). – С. 52-54. – EDN XHZPNV.
2. Молодоженцев, П. В. Потенциал местного пожарно-спасательного гарнизона / П. В. Молодоженцев // Молодой ученый. – 2017. – № 10(144). – С. 490-493. – EDN YFWLYX.
3. Молодоженцев, П. В. Безопасность населения на территории местного пожарно-спасательного гарнизона / П. В. Молодоженцев // Молодой ученый. – 2017. – № 9(143). – С. 467-473. – EDN YFWPWL.
4. Приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 25.10.2017 № 467 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах» (Зарегистрирован 09.02.2018 № 49998).
5. Приказ МЧС России от 16 октября 2017 г. N 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ» Зарегистрировано в Минюсте РФ 20 февраля 2018 г. Регистрационный N 50100.
6. Николаев Денис Валерьевич, Триш Алий Асланович, Борисова Марина Юрьевна ИНФОРМАЦИОННО-РАСЧЕТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СИЛ И СРЕДСТВ РУКОВОДИТЕЛЕМ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ // Наука, техника и образование. 2020. №10 (74). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionno-raschetnoe-obespechenie-prinyatiya-resheniy-po-primeneniyu-sil-i-sredstv-rukovoditelem-tusheniya-pozharov> (дата обращения: 20.08.2023).
7. Слепаков Александр Николаевич, Семенов Алексей Олегович, Самойлов Дмитрий Борисович, Бубнов Андрей Германович ОСОБЕННОСТИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВЫБОРУ БЕЗОПАСНЫХ ПОЗИЦИЙ СТОЛЬЩИКОВ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРОВ // Современные проблемы гражданской защиты. 2021. №1 (38). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-prinyatiya-resheniy-po-vyboru-bezopasnyh-pozitsiy-stvolschikov-pri-tushenii-pozharov> (дата обращения: 20.08.2023).
8. Приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий от 25.10.2017 № 467 «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах» (Зарегистрирован 09.02.2018 № 49998).
9. Евтихов Олег Владимирович Возможности использования интерактивных методов в профессиональном обучении курсантов и слушателей вузов правоохранительных органов // Вестник Сибирского юридического института МВД России. 2014. №1 (14). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/vozmozhnosti-ispolzovaniya-interaktivnyh-metodov-v-professionalnom-obuchenii-kursantov-i-slushateley-vuzov-pravoohranitelnyh-organov> (дата обращения: 20.08.2023).

10. Булгаков Владислав Васильевич ДЕЛОВАЯ ИГРА КАК МЕТОД ПОДГОТОВКИ КУРСАНТОВ МЧС // Вестник Мининского университета. 2020. №3 (32). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/delovaya-igra-kak-metod-podgotovki-kursantov-mchs> (дата обращения: 20.08.2023).

ГСНТИ 86.23
УДК 614.842.83
ББК 38.96

**Александр Георгиевич ФИРСОВ¹, Артём Минирович АРСЛАНОВ²,
Олег Витальевич НАДТОЧИЙ³, Виталий Иванович СИБИРКО⁴,
Татьяна Алексеевна ЧЕЧЕТИНА⁵**

¹ ФГБУ «Всероссийский научно–исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (otdel-16@vniipo.ru, SPIN 3386-4739, ID: 462043)

² ФГБУ «Всероссийский научно–исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (otdel-16@vniipo.ru, SPIN 1720-2182, ID: 749083)

³ ФГБУ «Всероссийский научно–исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (otdel-16@vniipo.ru, SPIN 4898-3681, ID: 1098133)

⁴ ФГБУ «Всероссийский научно–исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (otdel-16@vniipo.ru, SPIN 4651-2338, ID: 761310)

⁵ ФГБУ «Всероссийский научно–исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (otdel-16@vniipo.ru, SPIN 2082-2447, ID: 954209)

Объем оперативной нагрузки на территориальные пожарно-спасательные подразделения ФПС ГПС МЧС России в 2018–2022 гг.

Аннотация. В целях совершенствования деятельности федеральной противопожарной службы государственной противопожарной службы осуществлен анализ структуры и объема оперативной работы по обслуживанию следующих видов работ: боевая работа, небоевая работа, ложные вызовы. Рассмотрена динамика выездов оперативных подразделений по годам. Определены ведущие категории выездов для каждого из видов работ. Приведено сравнение объема оперативной нагрузки на территориальные пожарно-спасательные подразделения федеральной противопожарной службы с рядом ведущих стран мира.

Ключевые слова: выезд, ложный вызов, территориальное пожарно-спасательное подразделение, федеральная противопожарная служба государственной противопожарной службы, боевая работа, небоевая работа.

**Alexander G. FIRSOV¹, Artyom M. ARSLANOV², Oleg V. NADTOCHIY³,
Vitaliy I. SIBIRKO⁴, Tatyana A. CHECHETINA⁵**

^{1, 2, 3, 4, 5} All-Russian Research Institute of Fire Defense of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Balashikha, Russia

The volume of operational load on the territorial fire and rescue units of the Federal Fire Service of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia in 2018–2022

Abstract. In order to improve the activities of the federal fire service of the state fire service, an analysis of the structure and volume of operational work on servicing the following types of work was carried out: combat work, non-combat work, false calls. The dynamics of visits of operational units by year is considered. The leading categories of visits for each type of work have been identified. A comparison of the volume of operational load on the territorial fire and rescue units of the federal fire service with a number of leading countries of the world is given.

Keywords: departure, false call, territorial fire and rescue unit, federal fire service of the state fire service, combat work, non-combat work.

В соответствии с действующим законодательством Российской Федерации пожарная охрана подразделяется на следующие виды: государственная противопожарная служба, муниципальная, ведомственная, частная и добровольная пожарная охрана¹. Государственная противопожарная служба делится на федеральную противопожарную службу (далее – ФПС ГПС) и противопожарную службу субъектов Российской Федерации. Одной из основных задач, возложенных на пожарную охрану, является тушение пожаров и проведение неотложных аварийно-спасательных работ, спасание людей и имущества при пожарах, а также оказание первой помощи пострадавшим людям при пожарах и чрезвычайных ситуациях. Наибольшее количество сил и средств, предназначенных для выполнения выше перечисленных работ, сосредоточено в ФПС ГПС. Поэтому основная работа по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ осуществляется территориальными пожарно-спасательными подразделениями ФПС ГПС. В число территориальных пожарно-спасательных подразделений ФПС ГПС входят: территориальные пожарно-спасательные части (ПСЧ), пожарные части (ПЧ), отдельные посты ПСЧ (ПЧ), специализированные пожарно-спасательные части ФПС (СПСЧ ФПС), а также специализированные части по тушению крупных пожаров.

Обобщенная статистическая информация обо всех выездах территориальных пожарно-спасательных подразделений ФПС ГПС (далее – выезды) в целом по субъектам Российской Федерации ежегодно в установленные приказами МЧС России^{2,3} сроки предоставляется для дальнейшей обработки и анализа в ФГБУ ВНИИПО МЧС России. Информация о выездах в дальнейшем аккумулируется в программном комплексе «Выезды на пожары 2022» и в базе данных «Выезды ФПС ГПС» [1, 2]. Под выездом понимается выезд одного или нескольких пожарно-спасательных подразделений на одно зарегистрированное событие без учета числа задействованной пожарной техники и личного состава. На рисунке 1 представлено распределение количества выездов за период с 1998 по 2022 гг.

¹ Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 10.07.2023) «О пожарной безопасности»;

² Приказ МЧС России от 19.02.2019 № 90 ДСП «Об утверждении Перечня срочных донесений и иных отчетно-информационных документов Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»;

³ Приказ МЧС России от 05.05.2022 № 434 ДСП «Об утверждении перечня и форм отчетной информации, сборе и представлении отчетной информации с применением квалификационной электронной подписи в мирное время, период мобилизации и военное время в системе Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий и признании утратившим силу некоторых приказов МЧС России».

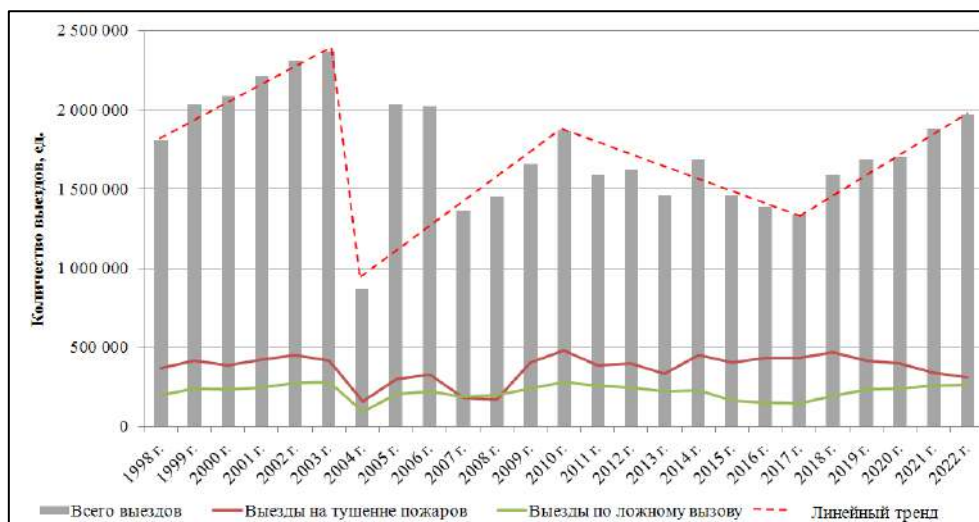


Рисунок 1 – Динамика количества выездов территориальных пожарно-спасательных подразделений ФПС ГПС за период с 1998 по 2022 гг.

Динамика общего количества выездов за весь период статистического наблюдения представляет собой неравномерное распределение числовых значений по годам. Так в период с 1998 по 2003 гг. отмечался рост количества выездов с последующим резким снижением в 2004 г. На временном отрезке с 2004 по 2010 гг. зафиксирован рост количества выездов. В период с 2011 по 2017 гг. отмечено снижение количества выездов. И на последнем временном отрезке статистического наблюдения с 2018 по 2022 гг. зафиксирован рост количества выездов. Такие резкие колебания динамики выездов, по мнению авторов, скорее всего связаны с изменением правил учета (структуры) самих выездов. Динамика количества выездов на тушение пожаров и обслуживание ложных вызовов в целом повторяет рассмотренную выше конфигурацию распределения общего количества выездов. В период с 2018 по 2022 гг. наметилась тенденция снижения количества выездов на боевую работу в т. ч. связанную с тушением пожаров, что соответствует общей тенденции снижения количества пожаров в Российской Федерации [3], и роста количества выездов по ложным вызовам (см. рисунок 2).

С 2019 г. структура выездов представляет собой уже следующий вид:

боевая работа – тушение пожаров, ликвидация аварий, катастроф и стихийных бедствий, террористических актов, дорожно-транспортных происшествий и их последствий, произошедших на территории Российской Федерации;

небоевая работа – обучение и подготовка личного состава подразделений, обслуживание и ремонт пожарной техники, проверка противопожарного водоснабжения в районе выезда подразделения, обеспечение безопасности различных общественных мероприятий;

ложные вызовы – ложное сообщение о пожаре, аварии, катастрофе, стихийном бедствии, террористическом акте, дорожно-транспортном происшествии.

В большинстве стран мира существует менее детализированная структура выездов, которая включает в себя: выезды на пожары и аварии, выезды по оказанию медицинской помощи пострадавшим, выезды по ложным вызовам и другие выезды (чаще оказание помощи населению). По информации центра пожарной статистики Международной ассоциации пожарно-спасательных служб (далее – КТИФ) ежегодно в мире регистрируется свыше 41,8 млн. выездов подразделений пожарно-спасательных служб. Из них около 3,5 млн. выездов (8,3 %) – это ликвидация пожаров и их последствий [4, 5]. В среднем в год в расчете на 1 тыс. чел. осуществлялось порядка 42,3 выезда пожарно-спасательных подразделений. Больше всего выездов в расчете на 1 тыс. чел. ежегодно регистрируется в США, Франции и Сингапуре. По данным КТИФ доля пожаров в структуре выездов составляет 6,4 %, доля выездов на аварии – 2,5 %, оказание медицинской помощи – 60,9 %,

ложные вызовы – 7,3% и другие выезды – 22,9 %. Среднее количество выездов в Российской Федерации за период с 2007 по 2017 гг. в расчете на 1 тыс. чел. населения в среднем составляло порядка 10,5 ед. в год [6]. А уже в рассматриваемый статистический период наблюдения 2018–2022 гг. количество выездов в расчете на 1 тыс. чел. населения возросло до 12,1 ед. в год.

В среднем на территории Российской Федерации за период статистического наблюдения с 2018 по 2022 гг. ежегодно регистрируется более 461 тыс. выездов на боевую работу и более 288 тыс. выездов по ложным вызовам. Однако наибольшее количество выездов свыше 1 млн. связано с небоевой работой пожарно-спасательных подразделений ФПС ГПС.

На рисунке 3 приведено распределение среднего количества выездов по видам боевой работы за период 2018–2022 гг. Наибольшее количество выездов связано с тушением пожаров. В совокупном соотношении они составляют 386 313 пожаров в год. Наименьшее количество выездов соответственно от 400 до 500 ед. – это ликвидация катастроф (стихийных бедствий) и террористических актов.

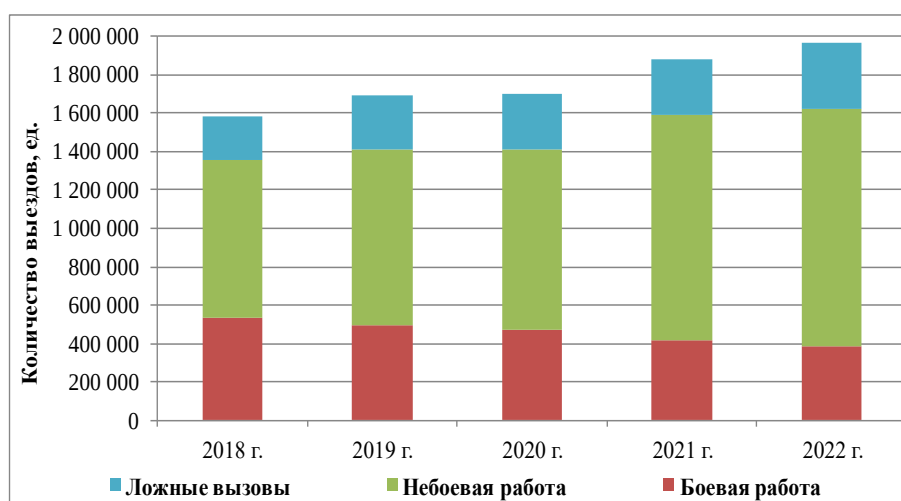


Рисунок 2 – Распределение общего количества выездов территориальных пожарно-спасательных подразделений ФПС ГПС за период с 2018 по 2022 гг.



Рисунок 3 – Распределение количества выездов территориальных пожарно-спасательных подразделений ФПС ГПС на боевую работу за период с 2018 по 2022 гг.

Наибольшее количество ложных выездов 237 696 ед. в год связано с ложным сообщением о пожаре. А наименьшее количество вызовов – это ложные сообщения об аварии, катастрофе, стихийном бедствии – 1 217 ед. в год (см. рисунок 4).



Рисунок 4 – Распределение количества выездов территориальных пожарно-спасательных подразделений ФПС ГПС на ложные вызовы за период с 2018 по 2022 гг.

На рисунке 5 приведено распределение среднего количества выездов на небоевую работу. Вполне ожидаемо, что наибольшее количество выездов порядка 524 417 ед. в год связано с проведением пожарно-технических учений, занятий, отработкой нормативов по пожарно-строевой подготовке, оперативно–тактическим изучением объекта и проверкой боеготовности личного состава подразделений. Это продиктовано необходимостью поддержания подразделений в постоянной боевой готовности. Наименьшее количество выездов по небоевой работе связано с обеспечением безопасности различных общественных мероприятий, участием в пожарно-технических и других выставках и обучением населения мерам пожарной безопасности – 40 720 ед. в год.



Рисунок 5 – Распределение количества выездов территориальных пожарно-спасательных подразделений ФПС ГПС на небоевую работу за период с 2018 по 2022 гг.

Таким образом, статистический анализ объема оперативной нагрузки на территориальные пожарно-спасательные подразделения ФПС ГПС показал, что общее количество выездов за 2018–2022 гг. в расчете на 1 тыс. чел. населения по сравнению с предыдущим временным периодом увеличилось с 10,5 до 12,1 ед. в год. Увеличение общего количества выездов связано с приростом количества выездов по обслуживанию ложных вызовов и небоевой работой. Ведущими выездами в боевой работе продолжают оставаться – выезды на пожары. Наибольшее количество выездов по небоевой работе связано с обеспечением безопасности общественных мероприятий, участием в пожарно-технических и других выставках, обучением населения мерам пожарной безопасности и приемам тушения

пожаров. Что касается обслуживания ложных вызовов, то наибольшее количество сообщений связано с ложным сообщением о пожаре. Более полная информация о выездах территориальных пожарно-спасательных подразделений ФПС ГПС приведена в статистическом сборнике [7]. Информация в сборнике приведена в целом по Российской Федерации, федеральным округам и субъектам Российской Федерации.

Список источников

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023617996 Российская Федерация. Программный комплекс «Выезды на пожары 2022» (ПК «Выезды на пожары 2022»): № 2023616653: заявл. 05.04.2023: опубл. 18.04.2023 / В. И. Сибирко, Т. А. Чечетина, В. С. Гончаренко [и др.]. – EDN FWIVXG.

2. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2020621063 Российская Федерация. Информационная система по структуре и характеристике выездов территориальных пожарно-спасательных подразделений ФПС ГПС в субъектах Российской Федерации. База данных «Выезды ФПС ГПС»: № 2020620891: заявл. 08.06.2020: опубл. 25.06.2020 / А. Г. Фирсов, В. И. Сибирко, Е. Н. Малемина [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России). – EDN NRYGSH.

3. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: Информационно-аналитический сборник / В. С. Гончаренко, Т. А. Чечетина, В. И. Сибирко [и др.]. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. – 80 с. – EDN IKFNVG.

4. Center for Fire Statistics World Fire Statistics Estadísticas Mundiales de Bomberos Die Feuerwehrstatistik der Welt Report / Informe/ Bericht № 28 URL: https://www.ctif.org/sites/default/files/2023-06/CTIF_Report28-ESG.pdf (дата обращения 15.04.2023).

5. Выезды пожарной охраны. Что показывает статистика? / А. П. Чуприян, А. В. Матюшин, А. А. Порошин [и др.] // Пожарная безопасность. – 2015. – № 2. – С. 35-43. – EDN UAAQCB.

6. Анализ международной статистики результатов оперативной работы пожарно-спасательных подразделений / А. Г. Фирсов, А. М. Арсланов, В. И. Сибирко [и др.] // Экономика превентивных мероприятий по снижению риска возникновения чрезвычайных ситуаций и аварийно-спасательных работ: Сборник статей научно-практической конференции, Москва, 28 октября 2019 года / Под редакцией А.И. Овсяник. – Москва: Объединенная редакция, 2019. – С. 26-35. – EDN WIKLPA.

7. Выезды территориальных пожарно-спасательных подразделений ФПС ГПС МЧС России 2018–2022 гг.: статист. сб. / Ю.А. Матюшин, А.Г. Фирсов, А.М. Арсланов, В.И. Сибирко. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 200 с.

ГСНТИ 81.92.05

УДК 614.84

ББК 30н

Александр Владимирович ПОЛЯКОВ¹, Александр Михайлович НОВИКОВ²

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (sashulya1410@yandex.ru)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (nov.a.m.67@gmail.com , SPIN 2784-0758, ID 1123859)

Дислокация подразделений Калужского местного пожарно-спасательного гарнизона и предложение по повышению эффективности действий пожарной охраны

Аннотация. В статье приложено предложение по повышению эффективности действий подразделений пожарной охраны Калужского местного пожарно-спасательного гарнизона в муниципальном образовании «город Калуга» путем возведения здания пожарного депо в деревне Шопино. Это решение даст возможность обеспечить защиту населения и территорий на правом берегу реки Оки города Калуги при тушении пожаров и проведении других неотложных работ, путем сокращения времени прибытия отделений пожарной охраны к месту вызова.

Ключевые слова: подразделение пожарной охраны, местный пожарно-спасательный гарнизон, здание пожарного депо, защита населения и территорий, тушение пожаров, время прибытия отделений пожарной охраны.

Alexander V. POLYAKOV¹, Alexander M. NOVIKOV²

^{1,2}State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Dislocation of units of the Kaluga local Fire and Rescue garrison and a proposal to improve the effectiveness of fire protection actions

Annotation. The article presents a proposal to improve the effectiveness of the actions of the fire protection units of the Kaluga local fire and Rescue garrison in the municipal formation "Kaluga city" by erecting a fire station building in the village of Shopino. This decision will make it possible to ensure the protection of the population and territories on the right bank of the Oka River in the city of Kaluga when extinguishing fires and carrying out other urgent work, by reducing the arrival time of fire departments to the place of call.

Keywords: fire protection unit, local fire and rescue garrison, fire station building, protection of the population and territories, fire extinguishing, arrival time of fire departments.

В наши дни негативные факторы угроз природного, техногенного, террористического и военного характеров представляют реальные угрозы социально-экономического развития государства, повышению качества жизни граждан, обеспечению национальной безопасности и внутреннему порядку страны. Одними из катализаторов создающими благоприятную почву для появления негативных факторов являются пожары и чрезвычайные происшествия, как природного и техногенного характеров.

Достижения целей по обеспечению безопасности населения, имущества, защиты потенциально опасных объектов от опасностей разного характера обеспечивается, в том числе, повышением уровня эффективности деятельности территориальных подсистем РСЧС, а именно, входящих в них местных пожарно-спасательных гарнизонов.

Одним из важных критериев оценки эффективности территориальных систем РСЧС состоит в реализации её потенциальных стратегических и оперативно-тактических возможностей. Оперативно-тактический сектор характеризуется качеством выполнения задач по реагированию на пожары, АСР и другие происшествия.

Основным звеном по выполнению данных операций на местном уровне являются подразделения МПСГ. Расположение данных подразделений влияет на решение первоочередных задач территориальных подсистем РСЧС. В условиях современных реалий оценка дислокации подразделений математическим методом может быть недостаточна для получения актуальных и полных сведений.

В качестве примера будет рассмотрен Калужский местный пожарно-спасательный гарнизон. В Калужский МПСГ входят восемь пожарно-спасательных частей Федеральной

противопожарной службы, обеспечивающих прикрытие муниципального образования «город Калуга», площадь которого равна 170 км².

Исторически сложилось, что половина пожарно-спасательных частей на территории города Калуги возникали как подразделения для охраны потенциально опасных объектов. (9 ПСЧ, 55 ПСЧ, 6 ПСЧ, 69 ПСЧ).

69 пожарно-спасательная часть была образована для защиты электрической подстанции «Гранат», располагающейся на правом берегу реки Оки в городе Калуге. Позже, при реорганизации пожарной охраны здание и техника были переданы в МВД России. После очередной реорганизации, подразделение было передано в МЧС России и с начала двадцать первого столетия защищала от пожаров «правобережную» Калугу.

Время не стоит на месте, город разрастался и осваивал новые территории. Одним из мест интенсивной застройки стал правый берег реки Оки. Таким образом, район выезда 69 пожарной части за последние двадцать лет увеличился в несколько раз. Кроме этого, выросла сложность ведения боевых действий. Основываясь на данных «Анализа гарнизонной и караульной службы подразделений Калужского ПСГ» за последние годы, количество пожаров в районе выезда 69 пожарно-спасательной части увеличивается в среднем на 10-13 % в год.

Для повышения уровня обеспечения пожарной охраны на территории муниципального образования «город Калуга», защиты городской и сельской местности, населения предлагается возведение нового здания пожарного депо. Предлагается рассмотреть вопрос строительства пожарного депо I-типа на шесть автомобилей с производственными, учебно-тренировочными объектами¹.

В соответствии с требованиями свода правил² при проектировании на территории пожарных депо следует выполнять зонирование в зависимости от их класса функциональных особенностей (размещения органов управления, дежурно-диспетчерской службы, проживания личного состава и др.) на производственно-складскую, учебно-спортивную и жилую зоны. В производственной зоне следует размещать основное здание пожарного депо (административная часть для размещения личного состава части (помещения согласно требованиям законодательства³). Кроме этого, в учебно-спортивной зоне следует предусмотреть: учебную пожарную башню на четыре беговые дорожки, стометровую полосу с препятствиями на четыре беговые дорожки, подземный резервуар для воды (при наличии в техническом задании), пожарный гидрант с площадкой для стоянки автомобилей, спортивные сооружения (универсальная игровая площадка для мини-футбола, волейбола), теплотымокамеру, огневую полосу психологической подготовки пожарных, тренажёр для тренировки газодымозащитников, помещение для постового у фасада части.

В соответствии со ст. 77⁴:

1. Пожарное депо должно размещаться на земельных участках, имеющих выезды на магистральные улицы или дороги общегородского значения. Площадь земельного участка пожарного депо I типа должна составлять около 1,7 га.

2. Пожарное депо необходимо располагать на участке с отступом от красной линии до фронта выезда пожарных автомобилей не менее чем на 15 метров

3. Территория пожарного депо должна иметь два въезда (выезда). Ширина ворот на въезде (выезде) должна быть не менее 4,5 метра.

5. Дороги и площадки на территории пожарного депо должны иметь твердое покрытие.

¹ ст. 33 Федерального закона от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

² «Здания пожарных депо. Правила проектирования» СП 380.1325800.2018 (Утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 мая 2018 г. № 311/пр).

³ Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 11 декабря 2020 г. № 881н «Об утверждении Правил по охране труда в подразделениях пожарной охраны».

⁴ Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

6. Проезжая часть улицы и тротуар напротив выездной площадки пожарного депо должны быть оборудованы светофором и (или) световым указателем с акустическим сигналом, позволяющим останавливать движение транспорта и пешеходов во время выезда пожарных автомобилей из гаража по сигналу тревоги. Включение и выключение светофора могут также осуществляться дистанционно из пункта связи пожарной охраны.

Решение и одобрение строительства пожарного депо I-типа позволит в кратчайшие сроки обеспечивать прибытие отделений пожарной охраны в отдаленные места правого берега реки Оки города Калуги и достижения должного уровня обеспечения защиты населения и территорий муниципального образования «город Калуга».

Список источников

1. Максимов, А.В. Система поддержки решений по управлению ресурсами гарнизона пожарной охраны: диссертация / А.В. Максимов, А.В. Матвеев. – СПб. 2015 – 163 с.

ГСНТИ 82.33.17

УДК 614.847.9

ББК 30н

Александр Михайлович НОВИКОВ¹, Евгений Викторович ЮМАСHEV²,

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mdagps@yandex.ru, SPIN 2784-0758, ID: 1123859).

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (89276624477@mail.ru).

Методы, средства и силы пожаротушения объектов 5 степени огнестойкости мобильными средствами

Аннотация. Пожары на объектах с высокой степенью огнестойкости представляют значительную угрозу для безопасности и сохранности имущества. Для эффективного пожаротушения на таких объектах необходимо использовать специализированные методы и средства, а также опыт и силы, которые могут быстро реагировать на пожарные чрезвычайные ситуации. В данной научной статье мы рассмотрим различные методы, средства и силы, используемые для пожаротушения объектов 5 степени огнестойкости с помощью мобильных средств.

Ключевые слова: пожаротушение; объекты 5 степени огнестойкости; мобильные средства; методы и средства пожаротушения.

Alexander M.NOVIKOV¹, Evgeny V. YUMASHEV²

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Methods, means and forces of fire extinguishing of objects of the 5th degree of fire resistance by mobile means

Abstract. Fires at facilities with a high degree of fire resistance pose a significant threat to the safety and security of property. For effective firefighting at such facilities, it is necessary to use

specialized methods and means, as well as experience and forces that can quickly respond to fire emergencies. In this scientific article, we will consider various methods, means and forces used to extinguish objects of the 5th degree of fire resistance using mobile means.

Key words: fire extinguishing; objects of the 5th degree of fire resistance; mobile means; methods and with.

Пожары на объектах с высокой степенью огнестойкости требуют особых подходов и решений для эффективного тушения [1]. Использование мобильных средств для пожаротушения предоставляет возможность быстро и эффективно реагировать на пожарные чрезвычайные ситуации. В данной статье мы рассмотрим различные методы, силы и средства, применяемые для пожаротушения объектов 5 степени огнестойкости.

Методы пожаротушения:

Пожаротушение на объектах 5 степени огнестойкости представляет особые вызовы, и одним из эффективных подходов является механическое пожаротушение. Этот метод включает использование различных огнетушителей, таких как порошковые, углекислотные и пенные огнетушители. Порошковые огнетушители содержат сухой химический порошок, который при попадании на горящую поверхность формирует слой, который тушит огонь, препятствуя доступу кислорода. Углекислотные огнетушители содержат сжиженный углекислый газ, который вытесняет кислород, угнетая горение. Пенные огнетушители используются для создания пены, которая покрывает горящую поверхность, снижая температуру и подавляя горение.

Примеры применения этих огнетушителей включают следующие сценарии:

- при пожаре на объекте 5 степени огнестойкости, содержащем полимерные материалы, порошковые огнетушители могут быть эффективными для погашения горения, так как химический порошок будет тушить огонь, не повреждая эти материалы.
- в случае пожара на объекте, где присутствует горючая жидкость, углекислотный огнетушитель может быть эффективным для подавления огня, так как сжиженный углекислый газ быстро вытесняет кислород, препятствуя горению.
- пенные огнетушители широко используются при пожарах на объектах, где необходимо быстро создать слой пены, чтобы исключить доступ кислорода и снизить температуру горения.

для практического применения этих огнетушителей необходимы опыт и знания о реакции огневых и тепловых факторов на различные материалы. Это важно для выбора наиболее подходящего огнетушителя и эффективного его использования в пожаротушении на объектах 5 степени огнестойкости.

Существует несколько путей совершенствования методов пожаротушения на объектах 5 степени огнестойкости с помощью мобильных средств.

Во-первых, разработка и использование более продвинутых огнетушителей, способных эффективно справляться с различными типами пожаров на объектах с высокой степенью огнестойкости. Это может включать разработку улучшенных формул порошков, использование более эффективных пенообразующих средств и применение новых материалов для углекислотных огнетушителей.

Во-вторых, постоянное обновление и развитие оборудования, используемого для пожаротушения. Это может включать более мощные и маневренные пожарные автомобили, лучшую систему подачи воды и различные механизмы для более эффективной борьбы с пожарами на объектах 5 степени огнестойкости.

В-третьих, проведение обучения и тренировок для пожарных служб и добровольных пожарных отрядов для повышения навыков и эффективности в реагировании на пожарные чрезвычайные ситуации на объектах с высокой степенью огнестойкости.

В-четвертых, улучшение координации и сотрудничества между различными силами пожаротушения и другими службами экстренного реагирования. Это поможет

оптимизировать ресурсы и снизить время реакции на пожарные случаи на объектах 5 степени огнестойкости.

Реализация этих путей совершенствования будет способствовать более эффективному и безопасному пожаротушению на объектах с высокой степенью огнестойкости с помощью мобильных средств.

Использование воды в пожаротушении:

Вода является одним из наиболее широко используемых средств пожаротушения. Мобильные автоцистерны и насосные установки позволяют эффективно использовать воду для тушения пожаров. Вода охлаждает огонь и подавляет возгорание путем поглощения тепла и прекращения цепной реакции сгорания.

Однако, при использовании воды на объектах с высокой степенью огнестойкости, необходимо принимать меры предосторожности, чтобы избежать повреждения материалов и возможное образование пара или токсичных газов. Для этого может потребоваться более точная и контролируемая подача воды с использованием специального пожарного оборудования. Например, системы пожарной защиты, оснащенные форсунками с различными настройками распыления, позволяют оптимизировать подачу воды и избежать повреждения объектов с высокой огнестойкостью.

Высокое давление и мощность насосных установок также могут быть ключевым фактором для эффективного применения воды как средства пожаротушения на объектах 5 степени огнестойкости.

Примеры использования воды в пожаротушении на объектах 5 степени огнестойкости включают следующие сценарии:

- при пожаре на объекте, где присутствуют горячие металлические поверхности, поливка водой может использоваться для охлаждения поверхностей и предотвращения их деформации.

- в случае пожара, горящего древесины или другого органического материала, обильная подача воды может быть эффективна для подавления огня и предотвращения распространения горючих материалов.

- на объектах 5 степени огнестойкости, где в горячей среде присутствуют опасные или летучие вещества, вода может использоваться для создания паровой завесы, которая ограничивает распространение паров и снижает концентрацию токсичных газов.

Пути совершенствования в использовании воды в пожаротушении на объектах 5 степени огнестойкости включают следующие:

- разработка и применение более точных и специализированных систем подачи воды, которые позволят контролировать поток и распыление воды для минимизации повреждений материалов.

- улучшение пожарной техники, включая мощные насосные установки и специализированные автоцистерны, которые обеспечат достаточное давление и количество воды для эффективного пожаротушения на объектах высокой степени огнестойкости.

- продвижение обучения и тренировок для пожарных служб и добровольных пожарных отрядов в области оптимального и безопасного использования воды при пожаротушении на объектах 5 степени огнестойкости.

- исследования и разработка новых технологий и материалов, которые будут более устойчивыми к воздействию воды и позволят эффективно применять ее в пожаротушении на объектах с высокой степенью огнестойкости.

Химические средства пожаротушения:

Химические средства пожаротушения представляют собой важный метод борьбы с пожарами на объектах 5 степени огнестойкости. Они могут использоваться в различных формах, включая пенные установки и специализированные составы, которые подавляют огонь без повреждения материалов.

Пенные установки являются одним из наиболее распространенных химических средств пожаротушения. Пенные средства, такие как пенообразующие жидкости или

противопенные агенты, с помощью специального оборудования создают пену, которая покрывает поверхность огня и препятствует доступу кислорода к горящему материалу. Это приводит к прекращению сгорания и подавлению огня. Пена также помогает охладить горящую поверхность и предотвращает возгорание снова.

Помимо пенных установок, химические средства пожаротушения также могут включать специализированные составы, способные гасить огонь на объектах с высокой степенью огнестойкости без повреждения материалов. Эти составы могут содержать химические вещества, которые реагируют с огнем и прерывают цепную реакцию сгорания. Они также могут обладать дополнительными свойствами, такими как охлаждение поверхности или снижение концентрации кислорода, что вносит свой вклад в подавление огня.

Примеры использования химических средств пожаротушения на объектах 5 степени огнестойкости включают следующие сценарии [2]:

- в промышленном комплексе, где производятся химические вещества, использование химического состава, способного гасить огонь без повреждения оборудования, может быть эффективным средством пожаротушения.

- на объектах, где присутствуют легковоспламеняющиеся материалы, пенные установки могут быть эффективными в создании пены, которая покрывает горящую поверхность и подавляет огонь.

- в случае пожара в жилом доме или офисе, использование специализированного химического состава может помочь подавить огонь, минимизировать повреждение материалов и обеспечить безопасную эвакуацию людей.

Чтобы совершенствовать химические средства пожаротушения на объектах 5 степени огнестойкости, необходимо внедрить следующие пути развития:

- исследование и разработка новых химических составов, которые будут более эффективными и экологически безопасными при подавлении огня на объектах с высокой степенью огнестойкости.

- повышение осведомленности и обучение пожарных команд об использовании химических средств пожаротушения, включая правильный выбор и применение подходящего химического состава в зависимости от типа горящего материала и спецификаций объекта.

- усовершенствование технического оборудования, такого как пенные установки, с целью повышения их эффективности и контролируемости подачи пены.

- установление строгих стандартов и регулирующих мер, чтобы гарантировать безопасное использование и хранение химических средств пожаротушения на объектах с высокой степенью огнестойкости.

Пожарные службы и оборудование:

Пожарные службы играют важную роль в борьбе с пожарами на объектах 5 степени огнестойкости. Они состоят из обученного персонала, включающего пожарных, командиров и диспетчеров, которые имеют опыт и знания в области пожаротушения. Пожарные службы также обладают специализированными пожарными автомобилями, оснащенными различными средствами пожаротушения, такими как водяные пушки, пенные мониторы и сухие химические системы. Это позволяет им эффективно бороться с пожарами и защищать здания с высокой степенью огнестойкости.

Пути совершенствования предусматривают следующие меры:

- внедрение новых технологий и оборудования, таких как автономные роботы-пожарные, которые могут автоматически подходить к пожару и применять химические средства пожаротушения, не подвергая жизни пожарных риску.

- улучшение координации и обмена информацией между пожарными службами и другими службами, такими как полиция и медицинские службы. Это позволит более эффективно организовывать совместные операции и управлять кризисными ситуациями на объектах 5 степени огнестойкости.

- повышение квалификации пожарных и их подготовки к работе на объектах с высокой степенью огнестойкости. Это может включать проведение тренировочных учений и симуляций при использовании специализированного оборудования и химических средств пожаротушения.

- оценка и модернизация имеющегося пожарного оборудования для повышения его эффективности. Это может включать обновление старых систем, приобретение более современного и эффективного оборудования, а также обеспечение регулярного технического обслуживания и проверок работы оборудования.

Пожаротушение объектов 5 степени огнестойкости с помощью мобильных средств требует разнообразных подходов и средств. Оптимальное использование механического и химического пожаротушения, а также эффективная работа пожарных служб и добровольных пожарных отрядов, совместно с использованием воды и других ресурсов, позволяют эффективно бороться с пожарами на объектах 5 степени огнестойкости и гарантировать безопасность и сохранность имущества. Дальнейшие исследования и разработка новых методов и средств пожаротушения будут способствовать еще большей эффективности и безопасности при борьбе с пожарами на объектах с высокой степенью огнестойкости.

Список источников

1. Теребнев В.В., Пожарная тактика, Книга 2, Справочник., 2019, с. 89.
2. Теребнев В.В., Подгрушный А.В., Бондаренко М.В., Грачев В.А. Пожарная тактика в примерах. – Екатеринбург: ООО «Калан–Форт», 2007.–635 с.

ГСНТИ 81.93.39

УДК 37.09

ББК 39.49

Сергей Викторович ПАНКОВ¹, Александр Владимирович АЗЯЗОВ²

^{1,2}ГКУ ДПО "Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям города Москвы" (ГКУ ДПО «УМЦ ГО и ЧС»), Россия, Москва.

Подготовка газоспасателей к возможным опасностям и нештатным ситуациям

Аннотация. В статье представлены ряд упражнений для подготовки газоспасателей к нештатным ситуациям связанных с потерей защитных свойств дыхательного аппарата, а также важность дыхания и ограниченность во времени принятия решений.

Ключевые слова: Газоспасатель, подготовка, дыхательный аппарат, защитный костюм.

Sergey V. PANKOV¹, Alexander V. AZYAZOV²

^{1,2}State state Institution of additional professional education "Educational and Methodological Center for Civil Defense and Emergency Situations of the city of Moscow" (GKU DPO "UMTS GO and emergency situations")

Preparation of gas rescuers for possible hazards and emergency situations

Abstract. The article presents a number of exercises to prepare gas rescuers for emergency situations associated with the loss of protective properties of the respiratory apparatus, as well as the importance of breathing and limited decision-making time.

Key words: Gas rescuer, preparation, breathing apparatus, protective suit.

*Быстрее всего настигает та опасность,
которой пренебрегают.
Публий Сир*

Какие опасности могут быть для спасателей при выполнении газоспасательных работ? Эти опасности можно разделить две составляющих.

Это внешние воздействие на газоспасателя.

Такие как: загазованность парами опасных химических веществ с превышением ПДК, воздействие высоких и низких температур, воспламенение и взрыв газа (паров), концентрация кислорода менее 18%, пожар, недостаточная видимость, ограниченное пространство, обрушение зданий и завал выхода в следствие чего отсутствие запаса воздуха, получение различных травм, высокая шумовая нагрузка, переменная освещенность.

И внутренние, так называемый человеческий фактор. К ним относятся не знания, не умения, а также психологические особенности конкретного человека. Всё это может привести к нештатным ситуациям.

Не знания и не умения. Не научили спасателя тому, с чем он может столкнуться в реальной ситуации.

Второе нежелание самого спасателя учиться приобретать новые знания и навыки в процессе обучения.

При руководстве газоспасательными работами, также существуют риски. Это если руководитель подъехал к месту аварии с подветренной стороны, при разворачивании газоспасательной базы и пункта специальной и санитарной обработки не учел направление ветра, не обеспечил при этом средствами индивидуальной защиты спасателей, работающих на газоспасательной базе.

Не обозначил специальные сигналы при ухудшении обстановки и др.

Из всех этих опасных факторов можно выделить агрессивную, загазованную среду. Почему? Если без еды человек может прожить до 30 дней, без воды — всего 3-5-7, в редких случаях до 8 дней. То без дыхания человек обычно может прожить до 5—7 минут, после чего наступают потеря сознания, необратимые изменения в мозге и смерть.

Поэтому потеря защитных свойств дыхательного аппарата является наиболее опасной причиной возникновения нештатной ситуации с газоспасателем в загазованной зоне, в связи с существенным ограничением времени на оценку ситуации и принятия решения.

Теоретическая и практическая отработка ситуаций, связанных с отказом дыхательного аппарата является важным элементом в подготовки и систематической тренировки спасателей аттестованных на ведение газоспасательных работ.

Для того чтобы минимизировать такой фактор как не знания и неумения ввести в программу подготовки газоспасателей следующий перечень упражнений.

Привожу примерный перечень упражнений для отработки практических навыков при отказе дыхательного аппарата.

Упражнение №1. Переключение газоспасателя с помощью дополнительного разъема из неисправного аппарата в аппарат напарника.

1) Газоспасатель привлекает к себе внимание и показывает визуальным жестом о неисправности в дыхательном аппарате. Командир отделения или ближайший газоспасатель производит визуальный осмотр дыхательного аппарата. Убеждается в целостности маски с легочным автоматом, определяет наличие подачи воздуха и давления дыхательного газа по манометру.

2) Командир отделения проводит проверку положения перекрывного вентиля и состояние элементов аппарата, расположенных на рамке.

3) При отсутствии или низком значении воздуха в баллоне (баллонах), неисправности редуктора или системы высокого давления командир отделения дает команду на

переключение с помощью разъема, освобождает от чехла(колпачка) разъем, удерживая его в направлении переключаемого.

4) Переключаемый делает если это возможно, глубокий вдох, затаивает дыхание, отсоединяет штуцер шланга легочного автомата и подключает его к разъему напарника. После чего продувает подмасочное пространство нажатием кнопки принудительной подачи с одновременным выдохом.

5) После проведения переключения необходимо уточнить самочувствие переключаемого для принятия решения о порядке эвакуации.

6) Если переключенный может передвигаться самостоятельно, осуществляется его вывод из загазованной зоны. Для снижения весовой нагрузки неисправный аппарат может быть снят. При эвакуации необходимо постоянно контролировать расход воздуха в дыхательном аппарате.

Упражнение №2 Переключение газоспасателя с помощью резервного легочного автомата в аппарат напарника:

1) Газоспасатель привлекает к себе внимание и показывает визуальным жестом о неисправности в дыхательном аппарате. Когда командир отделения (или ближайший газоспасатель) производит визуальный осмотр дыхательного аппарата. Осматривает маску с легочным автоматом, определяет наличие подачи воздуха и давления дыхательного газа по манометру.

2) Командир отделения производит проверку положения перекрывного вентеля и состояния элементов аппарата, расположенных на рамке

3) При целостности маски, но неисправности легочного автомата, командир отделения дает команду на переключение с помощью резервного легочного автомата. Для чего он отсоединяет маску газоспасательного устройства от легочного автомата. Подключает в свой разъем шланга легочного автомата и удерживает его в направлении газоспасателя.

4) Переключаемый делает, если это возможно, глубокий вдох, затаивает дыхание, закрывает глаза и отсоединяет легочный автомат от маски. После чего его напарник включает дополнительную подачу и подсоединяет резервный легочный автомат к освоившемуся гнезду маски. Переключаемый одновременно с продувкой подмасочного пространства делает выдох.

5) После проведения переключения необходимо уточнить самочувствие переключенного для принятия решения о порядке эвакуации.

6) если газоспасатель может передвигаться самостоятельно, осуществляется его вывод из загазованной зоны. Для снижения весовой нагрузки неисправный аппарат может быть снят. При эвакуации необходимо постоянно контролировать расход воздуха в дыхательном аппарате.

Упражнение №3 Действия газоспасателей по замене баллонов в индивидуальном дыхательном аппарате в загазованной зоне:

1) Газоспасатель привлекает к себе внимание и показывает визуальным жестом о снижении давления в дыхательном аппарате до величины, не позволяющей осуществить безопасный выход из загазованной зоны, и необходимости замены баллона. Командир отделения (или ближайший газоспасатель) убеждается в целостности дыхательного аппарата напарника, после чего газоспасатели располагаются на коленях напротив друг друга с резервным баллоном.

2) Газоспасатель снимает индивидуальный дыхательный аппарат, не выключаясь из маски, и располагает его перед собой баллоном наверх. Контролируя давление воздуха по манометру до нуля. Командир отделения (газоспасатель) подготавливает разъем редуцированного давления для подключения (снимает с него защитный колпачек, плотно удерживая разъем в руке).

3) После падения давления по манометру до нуля газоспасатель затаивает дыхание, отсоединяет штуцер шланга легочного автомата от разъема редуцированного давления, затем подсоединяет его к разъему редуцированного давления на дыхательном аппарате напарника,

после чего продувает подмасочное пространство нажатие кнопки принудительной подачи на легочном автомате с одновременным выходом.

4) Газоспасатель совместно с напарником снимает с рамки дыхательного аппарата израсходованный баллон и устанавливает новый наполненный баллон. После замены открывают вентиль установленного на рамку дыхательного аппарата баллона, убеждаются по манометру в наличии воздуха в системе аппарата.

5) Переключаемый делает глубокий вдох, затаивает дыхание, отсоединяет штуцер шланга легочного автомата от разъема редуцированного давления напарника и подключает его к разъему редуцированного давления своего дыхательного аппарата, после чего продувает подмасочное пространство нажатием кнопки принудительной подачи легочного автомата с одновременным выдохом.

6) После проведения переключения газоспасатель докладывает напарнику о своем самочувствии, надевает дыхательный аппарат, регулирует подвесную систему аппарата, после чего газоспасатели могут продолжить работу.

Упражнение № 4 Переключение газоспасателя в спасательное устройство **Пример распределения обязанностей номеров отделения**

На первом этапе: Подготовка к переключению:

-Командир отделения: Прекращает выполнение работ, убеждается в наличии неисправности дыхательного аппарата у №2 и невозможности её устранить. Подает команду отделению: «Газоспасателя переключить!». Располагается на коленях рядом с спасателем №2. Подсоединяет разъем (штуцер) спасательного устройства к штуцеру разъема своего аппарата.

-Газоспасатель №1: По команде командира отделения: «Газоспасателя переключить!» располагается на коленях рядом со спасателем №2 со спасательным устройством. Передает разъем спасательного устройства командиру отделения. Проверяет поступление воздуха нажатием на кнопку включения избыточного давления спасательного устройства. Сигнализирует командиру отделения о готовности к переключению.

-Газоспасатель №2: Докладывает командиру отделения о неисправности дыхательного аппарата. По команде командира отделения: «Газоспасателя переключить!» располагается на коленях. Берёт за клапанную коробку и готовится к снятию маски.

-Газоспасатель №3: Прекращает выполнение работ. По команде командира отделения «Газоспасателя переключить!» располагается за спиной №2 снимает с него каску, переводит лямки маски на грудь.

На втором этапе: Переключение:

-Командир отделения: По готовности номеров отделения, командует №2: «Переключись!» Контролирует одевание маски спасательного устройства на №2.

-Газоспасатель №1: Подносит маску к лицу №2.

По команде К/О: «Переключись!» включает избыточное давление, прикладывает маску спасательного устройства №2. Подает спасательное устройство спасателю №2. Затягивает ремешок и поправляет спасательное устройство.

-Газоспасатель №2: По команде командира отделения: «Переключись!» если возможно делает вдох, затаивает дыхание, закрывает глаза. Снимает маску, подает подбородок вперед. Во время продувки делает выдох. Надевает спас устройство на себя, подтягивает ремешок.

-Газоспасатель №3: Страхует №2 от падения. После прикладывания маски спасательного устройства переводит лямки за голову №2 и фиксирует их. Помогает спасателю №2 подтянуть и поправить спасательное устройство. При необходимости раскладывает носилки.

На третьем этапе: Подготовка к эвакуации

-Командир отделения: Уточняет самочувствие у №2. Помогает снять неисправный дыхательный аппарат. Определяет порядок и способ эвакуации отделения из загазованной зоны.

-Газоспасатель №1: Помогает снять с №2 неисправный дыхательный аппарат. По средствам связи передает информацию на газоспасательную базу.

-Газоспасатель №2: Поправляет маску, спасательное устройство. Докладывает командиру отделения о своем самочувствии. Снимает неисправный дыхательный аппарат.

-Газоспасатель №3: Собирает оснащение. Готовится выводить отделение из загазованной зоны.

Упражнение №5 Действия газоспасателей в загазованной зоне при внезапной потери сознания газоспасателем.

В случае резкого ухудшения самочувствия и потери сознания одним из газоспасателей необходимо произвести следующие действия:

1) Командиру отделения (или газоспасателю №3):

-подать команду «Стой (прекратить движение или работу), опуститься к газоспасателю;

-произвести беглый внешний осмотр газоспасателя и его средств индивидуальной защиты;

-проверить по показаниям манометра наличие воздуха в баллоне;

-проверить целостность лицевой части и состояние дыхательных шлангов;

-произвести при помощи устройства дополнительной подачи воздуха (байпаса) дополнительную подачу воздуха под лицевую часть пострадавшего;

-при отсутствии воздуха в баллоне переключить его лицевую часть с легочным автоматом к резервному дыхательному аппарату;

-при исправной работе индивидуального дыхательного аппарата пострадавшего осуществить его эвакуацию кратчайшим безопасным путем из загазованной зоны, после передачи по средствам связи информации о случившемся.

На переключение потерявшего сознание газоспасателя отводится не более 30-40 секунд.

2) Отделению:

-расстегнуть поясной ремень и снять неисправный аппарат со газоспасателя, закрыть вентиль (ли) баллона (ов);

-подготовить носилки;

-уложить переключенного на носилки в устойчивое положение на боку;

-при использовании резервного аппарата расположить его на носилках;

-увязать носилочными ремнями пострадавшего, аппарат и приступить к эвакуации.

3) Командиру отделения (или газоспасателю №3):

-подать команду о передаче сообщения на ГСБ (КП) о случившемся и выходе отделения из загазованной зоны;

-отобрать пробу воздуха;

-подать команду на движение из загазованной зоны.

Потеря защитных свойств изолирующего костюма

Применение защитных изолирующих костюмов при проведении аварийно-спасательных работ в средах, оказывающих действие на кожу газоспасателя.

В результате разгерметизации, порыва или потери защитных характеристик материала изолирующего костюма в загазованной зоне существует опасность проникновения вредных веществ в подкостюмное пространство и воздействия их на неповрежденную кожу.

Такое воздействие может вызвать отравление через кожу, химический ожог, обморожение, раздражение кожных покровов и как следствие, резкое ухудшение состояния и самочувствия газоспасателя угрозу его жизни и здоровья.

Меры защиты от повреждения защитного костюма:

-Защитные костюмы должны быть герметичными по своей конструкции, иметь сертификат, периодически. Согласно инструкции по эксплуатации, испытываться и проверяться. Материал костюма должен быть устойчивым к воздействию агрессивных веществ, применяемых на обслуживаемом объекте или на обслуживаемой территории.

-при расчете продолжительности пребывания газоспасателей в загазованной зоне требуется учитывать защитные способности костюма, в том числе температурный режим. Время защитного действия изолирующего костюма должно составлять не менее 20 минут.

-тип и марка костюма должны соответствовать выполняемым задачам и условиям работы;

-необходимо соблюдать меры безопасности при передвижении и работе в загазованной зоне во избежание разгерметизации, порыва костюма. Особенно в тех случаях, когда авария сопровождалась взрывом. Обрушениями, завалами, разливом высокотоксичных веществ.

Направляющему в отделении следует предупреждать о преградах. Выступах, препятствиях. Необходимо помогать друг другу при прохождении узких мест (проходов, лазов, люков). При этом целесообразно удалить лишний воздух из подкостюмного пространства путем плавного приседания и обжима костюма.

-целесообразно использовать защитные костюмы с поддувом в подкостюмное пространство, а также снаряжение, защищающее материал костюма от повреждений и критических температур теплоотражающие накидки, накидки от низких температур).

Упражнение №6 Действие газоспасателей в загазованной зоне при разгерметизации (порыве) защитного костюма.

1. По возможности прижать края разрыва рукой.

2. При наличии устройства поддува костюма включить аварийный режим подачи воздуха.

3. Сообщить командиру отделения (ближайшему газоспасателю о неисправности. Совместно локализовать место порыва подручными средствами замотать или сделать скрутку, при помощи жгута, бинта, куска веревки или специальным аварийным пластырем).

4. Прекратить выполнение задания, передать сообщение на КП или базу, отобрать пробу воздуха. Расположить газоспасателя с неисправным костюмом внутри отделения, разгрузить от оснащения, начать возвращение всем отделением на свежий воздух. При невозможности газоспасателя передвигаться самостоятельно, транспортировать его на носилках.

Применение аварийного пластыря для герметизации защитного костюма

Аварийный пластырь предназначен для быстрой ликвидации порыва защитного костюма. Аварийный пластырь может храниться в сумке командира отделения. Наиболее качественная изоляция обеспечивается на сухой поверхности.

Изготавливается из самоклеящейся виниловой пленки размером 150*200мм.

Вывод:

Минимизацию и устранение объективных причин нештатных ситуаций можно достичь:

1. За счет правильной оценки сложившейся обстановки;

2. Прогнозирования и предупреждения возможных рисков (направление ветра, назначение постов наблюдения и безопасности, установка предупреждающих сигналов, обеспечение резервными отделениями);

3. Устойчивости и гибкости управления (обеспечение устойчивой связи с работающим отделением);

4. Техническим и организационным обеспечением (обеспечение средствами защиты личный состав, работающий на газоспасательной базе, производительность компрессора должна обеспечивать непрерывную работу газоспасательных отделений, обеспечение необходимым оборудованием и медикаментами для оказания первой помощи и др.).

5. Улучшением качества средств индивидуальной защиты с увеличением запаса воздуха как в индивидуальном дыхательном аппарате, так и в газоспасательном отделении.

Минимизацию и устранение субъективных причин можно достичь:

1. Профессионального отбора;

2. Обучения, систематических тренировок, инструктажей, контроля знаний и умений;

3. Повышением квалификации;

4. Стимулированием оплаты труда;

5. Воспитанием;

6. Профессиональным отбором руководителей (низкий авторитет, «нездоровый» климат в коллективе);
7. Проведением лечебно-профилактических и реабилитационных мероприятий;
8. Недопущение переработки и отсутствие полноценного отдыха.

Список источников

1. Приказ МЧС России №640 от 27.06.2022 «Об утверждении Правил использования средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения личным составом подразделений пожарной охраны. С.13-14.

ГСНТИ 81.92.15
УДК 614.842.612
ББК 68.9

**Илья Андреевич ПУСТОВАЛОВ¹, Алексей Владимирович ИВАНОВ²,
Ринат Валерьевич ХАЛИКОВ³**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (ilya_pustovalov_2020@bk.ru, SPIN 3196-0160, ID 1122887)

² ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России», Санкт-Петербург, Россия (spark002@mail.ru, SPIN 6886-9928, ID 792929)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (rinathal@icloud.com, SPIN 2007-4793, ID: 1045928);

Технологии тушения пожаров и средства подачи модифицированных водных огнетушащих веществ

Аннотация. В статье рассмотрены существующие средства подачи модифицированных водных огнетушащих веществ. Приведены наиболее часто используемые модификаторы и эффект, оказываемый ими на воду при тушении пожара. Представлены результаты исследований российских и зарубежных авторов в области повышения огнетушащей эффективности воды, а также реализации способов и средств доставки и подачи на тушение пожаров различных классов.

Ключевые слова: пожар, вода, модификация, средство подачи, огнетушащее вещество.

Ilya A. PUSTOVALOV¹, Alexey V. IVANOV², Rinat V. KHALIKOV³

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² Saint-Petersburg University of State Fire service of EMERCOM of Russia, Saint-Petersburg, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Fire extinguishing technologies and means of supplying modified aqueous extinguishing agents

Abstract. In the article the existing means of supplying modified water extinguishing agents are considered. The most commonly used modifiers and the effect they have on water in fire extinguishing are given. The results of research of Russian and foreign authors in the field of

increasing the extinguishing effectiveness of water, as well as the realization of methods and means of delivery and supply to extinguish fires of different classes are presented.

Key words: fire, water, modification, delivery means, extinguishing agent.

В настоящее время многие исследования направлены на изучение возможности применения огнетушащих веществ (ОТВ) на водной основе для тушения пожаров различных классов. Это связано с доступностью и простотой использования воды. Для повышения огнетушащей эффективности воды при тушении пожаров класса «А», «В» и «D» [1] используют модификаторы. Наиболее распространенными модификаторами воды в исследованиях являются: поверхностно-активные вещества (ПАВ), твердые микро и наноразмерные включения [2], редкосшитый акриловые полимеры для формирования водногелевых составов (ВГС) [3], многокомпонентные добавки, обладающие синергетическим эффектом. В результате образуются суспензии, эмульсии и гели, отличные по своим реологическим, химическим и физическим свойствам от чистой воды [Ошибка! Источник ссылки не найден.,5,2]. Это приводит к необходимости модернизировать существующие средства подачи ОТВ или разрабатывать новые.

С начала XIX века внимание изобретателей сосредоточилось на развитии средств подачи воды на пожарах [6], совершенствование которых продолжается в настоящее время. Под понятием «средство подачи» огнетушащего вещества на тушение пожара рассматривается совокупность элементов водопроводной сети, пожарно-технического оборудования, технических устройств, образующих систему, размещенную в пространстве таким образом, чтобы обеспечить максимальную эффективность для ликвидации или локализации пожара.

В работе [Ошибка! Источник ссылки не найден.] представлены различные методики применения ВГС для тушения пожаров на объектах транспорта. В качестве средств подачи предлагается применять насосно-рукавные системы и огнетушитель. Инновационной является методика использования беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в качестве средства доставки ОТВ в зону горения. Предусматривается два варианта использования БПЛА: установка модуля пожаротушения, формирующего тонкораспыленное вещество на базе БПЛА, и сброс зарядов ВГС весом от 0,5 до 1,3 кг с различной концентрацией редкосшитого акрилового полимера. На рисунке 1 представлена схема проведения водногелевой атаки БПЛА с помощью модулей пожаротушения. Применение данных средств доставки и подачи ОТВ возможно при наличии необходимого технического оборудования, а также квалифицированных операторов, обученных управлению дронами в условиях тушения пожаров.



Рисунок 1 - Средство подачи водногелевого огнетушащего состава (ВГС) с помощью БПЛА

Авторы [5] предлагают в качестве средства подачи модифицированных водногелевых составов с концентрацией 0,1 масс.% гелеобразователя использовать лафетные стволы и стандартные системы охлаждения для типовых вертикальных стальных резервуаров, расположенных в резервуарных парках. Система подачи состоит из: источника водоснабжения, трубопровода (колец и сухотрубов системы орошения), генератора переменного частотно-модулированного потенциала, мешалки, насосов, а также емкостей

для хранения ВГС и аммиака (рисунок 2). В случае возникновения пожара осуществляется запуск привода задвижки на расходной емкости с ВГС и начинается подача жидкости на орошение резервуара соседнего с горящим. Предлагаемые для целей охлаждения ВГС с улучшенными теплофизическими свойствами (теплоемкостью, теплопроводностью и адгезией к металлам) позволят увеличить время наступления предельного состояния металлоконструкций.

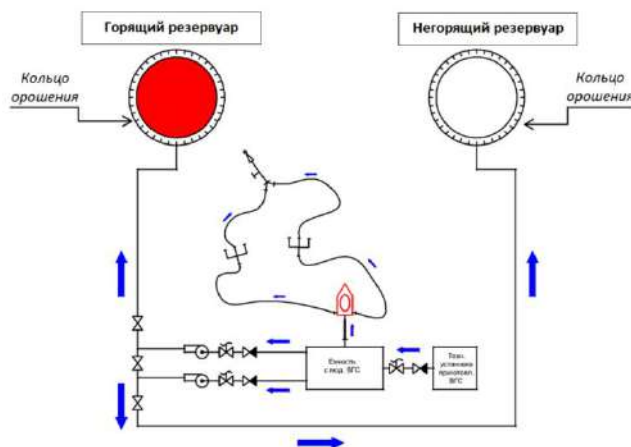


Рисунок 2 - Принципиальная схема охлаждения стального резервуара с применением ВГС [5]

В тоже время подача ВГС на горящий резервуар осуществляется с помощью лафетного ствола прибывшими силами подразделений пожарной охраны. Для этого, автоцистерну с помощью напорно-всасывающих рукавов устанавливают на водоисточник (емкость с модифицированной ВГС). Основными недостатками данной методики является необходимость обучения персонала использовать вещества, необходимые для создания ВГС в условиях тушения пожара, а также размещение дополнительного оборудования на территории резервуарного парка.

Эффективность применения твердых включений в составе воды обуславливается изменением её физических свойств, способствующих более интенсивному охлаждению зоны горения за счет интенсификации процессов парообразования. Авторами [7,8] предложена методика повышения огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой за счет её модифицирования углеродными наноструктурами (астраленами). Водный концентрат, содержащий астралены с требуемой концентрацией, хранится в емкости, расположенной в объеме модуля пожаротушения, заправленного водой (рисунок 3).

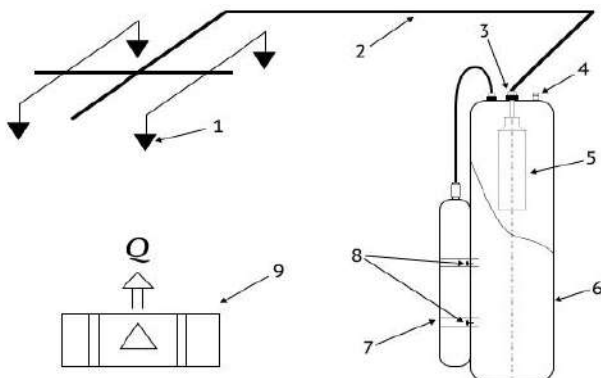


Рисунок 3 – Схема модульной установки пожаротушения тонкораспыленной водой в условиях применения модифицированных суспензий:

1 – ороситель для формирования тонкораспыленной воды; 2 – трубопровод для доставки огнетушащего вещества; 3 – место подключения к трубопроводу; 4 – предохранительный клапан; 5 – емкость с концентрированной суспензией (вода-астралены); 6 – емкость для хранения базовой огнетушащей жидкости; 7 – емкость с газом-вытеснителем; 8 – крепежи; 9 – источник тепла.

При запуске установки емкость разрушается, и концентрат смешивается с водой, образуя огнетушащую суспензию. При турбулентном движении суспензии по трубопроводам, а также на выходе из оросителя происходит разрушение кластеров астраленов, образовавшихся в процессе хранения, благодаря чему достигается нужный размер наноструктур. Увеличение поверхностного натяжения капель суспензии позволяет преодолеть конвективный тепловой барьер пламени, а изменение удельной теплоты парообразования – аккумулировать большее количество теплоты, что позволяет интенсивнее охладить зону горения.

Проблема быстрой и безопасной ликвидации пожаров на судах и морских платформах рассматривалась многими исследователями. Данные пожары характеризуются высокой степенью опасности, вызванной присутствием взрывчатых или опасных для жизни веществ, высокой скоростью распространения опасных факторов пожара [9]. Наибольший интерес представляет система пожаротушения, представленная авторским коллективом [10]. Как утверждает производитель (шведская компания Cold Cut Systems), устройство CCS Cobra – это огнетушитель резки высокого давления (рисунок 4), который может использоваться в целях:

- «прорезания» внешних стен, окружающих замкнутое горящее пространство (благодаря наличию абразивного порошка в потоке воды);
- эффективного тушения пожара с помощью водяного тумана;
- охлаждения и снижения температуры в помещении, занимаемом огнем.



Рисунок 4 – Внешний вид и процесс использования системы пожаротушения «Cobra»

«Cobra» работает при давлении до 30 МПа. В момент прорезания подача абразива отключается и узкая струя воды превращается в облако водяного тумана и пара. Резка не сопровождается существенным ростом температуры. Огнетушитель системы «Cobra» позволяет создать защитную водяную завесу без риска получения ожогов от перегретого пара. Однако, использовать данную установку как единственное средство пожаротушения не эффективно [11], так, как для полной ликвидации пожара требуется использовать ручные стволы. В этом случае целесообразно использовать модификатор для воды, который в совокупности с тонкораспыленной водой обеспечит полноценную ликвидацию пожара.

Ручные переносные огнетушители являются наиболее мобильным средством доставки и подачи ОТВ. Авторский коллектив [12] рассмотрел возможность применения водных огнетушителей для тушения пожаров литиевых аккумуляторов. Был сделан вывод, что вода способна успешно ликвидировать возгорание литиевых аккумуляторов электромобилей. Однако большой расход воды и значительное время тушения снижают эффективность её применения. Для решения этой проблемы была разработана технология пожаротушения микрокапсулами F-500, которая представляет собой высокоэффективную технологию пожаротушения, предотвращения взрыва и защиты окружающей среды. Для этого в систему водяного тумана доставляли 5-ти процентный раствор F-500 (ПАВ, способное уменьшить поверхностное натяжение воды) или 5-ти процентный раствор анионного ПАВ. F-500 образует слой защитной пленки на поверхности воды, формируя сферическую микрокапсулу

"химический кокон". Анионное ПАВ хорошо растворимо в воде, устойчиво к высоким температурам, обладает высокой эффективностью пенообразования. Формирование более мелких капель увеличивает их проникающую способность внутрь литиевой батареи. После распыления растворов ПАВ молекулы топлива поглощаются и обволакиваются полученной эмульсией, вследствие чего, реакция горения может быть прекращена.

Процессы объемного пожаротушения высокодисперсными водными системами показали высокую эффективность применения водной среды в метастабильном фазовом состоянии (ВСМФС) [13, 14]. Данная среда представляет собой двухфазную структуру, состоящую из паровой и капельной фазы, при этом размер капель варьируется от 0,01 мкм до 10 мкм и зависит от режима работы установки и средства подачи. Подавление горения ВСМФС происходит с включением всех механизмов тушения, однако наиболее ярко выражен эффект охлаждения, в силу того, что из 1 литра воды можно получить площадь теплоотвода до 60000 м². Огнетушащая эффективность данной среды может быть повышена введением в ее состав химических ингибирующих веществ, растворяющихся в воде. Вводимые составы, попадая в зону горения, блокируют разветвленно-цепной процесс горения, ингибирующие составы выбираются в соответствии горящим материалом. Процесс пожаротушения ВСМФС представлен на рисунке 5.



Рисунок 5 – Момент подачи струи ВСМФС

Таким образом, модифицированная вода с улучшенными характеристиками, создает новые возможности для эффективного применения новых средств подачи огнетушащего вещества. Дальнейшие исследования в этой области позволят оценить влияние модификаторов на эксплуатационные характеристики средств подачи и окружающую среду.

Список источников

1. Прохоров В.Ю., Антипова А.С. Классификация пожаров и техническое оборудование в подразделениях пожарной охраны России. // Труды международного симпозиума "Надежность и качество" – 2023. – Т. 1. – С. – 194-197.
2. Высокоморная О. В., Пискунов М. В., Щербинина А. А. Испарение капель суспензий воды с графитовыми включениями в высокотемпературных газах //Ползуновский вестник. – 2016. – №. 1. – С. 96-101
3. Воронцов Т. С., Иванов А. В. Исследование физико-химических свойств водногелевых огнетушащих составов в условиях ликвидации горения промышленных взрывчатых веществ и их компонентов //Современные проблемы гражданской защиты. – 2022. – №. 2 (43). – С. 50-58.
4. Воронцов Т.С. Методика применения водногелевых составов при ликвидации возгораний пиротехнических изделий на объектах транспорта// Техносферная безопасность. – 2023. – № 40. – 16 с.

5. Михайлова В. И., Ивахнюк Г. К. Методика применения водногелевых составов в установках тепловой защиты резервуарных парков //XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2021. – Т. 10. – №. 2. – С. 193-197.
6. Безбородько М. Д., Алешков М. В. Развитие механизированных средств подачи воды на пожарах //Пожаровзрывобезопасность. – 2003. – Т. 12. – №. 3. – С. 65-69.
7. Пустовалов И. А. Экспериментальное исследование огнетушащей способности модульных установок пожаротушения тонкораспыленной водой, модифицированной астраленами //Пожаровзрывобезопасность. – 2021. – Т. 30. – №. 5. – С. 84-97.
8. Пустовалов И. А., Иванов А. В. XXI ВЕК: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс //xxi век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс Учредители: Пензенский государственный технологический университет. – 2021. – Т. 10. – №. 4. – С. 187-192.
9. Гаджиев Ш. Г., Иванов А. В., Ивахнюк Г.К., Крутолапов А. С. Тактико-техническое обоснование применения модифицированных водногелевых составов для тепловой защиты и тушения пожаров //Управления рисками в техносфере. – 2016. – С. 51.
10. Hlaváčová I. M., Vondra A. Future in marine fire-fighting: High pressure water mist extinguisher with abrasive water jet cutting //NAŠE MORE: znanstveni časopis za more i pomorstvo. – 2016. – Т. 63. – №. 3 Special Issue. – С. 102-107.
11. Янц А. И., Павлов М. М. Система пожаротушения «Кобра» //Инновационная наука. – 2017. – №. 8. – С. 29-31.
12. Luo W., Zhu S., Gong J., Zhou Z. Research and development of fire extinguishing technology for power lithium batteries //Procedia engineering. – 2018. – Т. 211. – С. 531-537.
13. Роечко В.В., Ищенко А.Д., Краснов С.М., Храмцов С.П., Соковнин А.И. Тушение пламени в протяженных замкнутых сооружениях энергообъектов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2016. – № 3.
14. Халиков Р.В. Исследование объемного пожаротушения температурно-активированной водой при введении ингибирующих солей / В.В. Роечко, Р.В. Халиков, А.Н. Кудрин // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2022. – № 1. – С. 5–11.

ГСНТИ 73.49.23

УДК 614.846

ББК 68.923.1

Ангелина Владимировна САВОНИНА¹, Владимир Анатольевич АРИСТАРХОВ²

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (angelina.savonina29@gmail.com, SPIN 8655-5187, ID: 1211303)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (aristarkhovva@yandex.ru, SPIN 8003-4053, ID: 1050976)

Перспектива применения пожарного электромобиля для защиты промышленных парков

Аннотация. В статье рассматривается возможность использования пожарных электромобилей для защиты промышленных парков. Определены основные требования к пожарным электромобилям, предназначенным для использования на территории промышленных парков. Приведены примеры создания и использования пожарных электромобилей. Рассмотрены технические характеристики, представленного на российском рынке специального пожарного электромобиля. Проведен анализ соответствия параметров специального пожарного электромобиля существующим техническим требованиям. Представлены предложения по дальнейшей работе в рамках создания и использования пожарных электромобилей.

Ключевые слова: пожарный электромобиль, пожарная охрана, электрический транспорт

Angelina V. SAVONINA¹, Vladimir A. ARISTARKHOV²

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

The prospect of using a fire electric vehicle to protect industrial parks

Annotation. The article discusses the possibility of using electric fire vehicles to protect industrial parks. The basic requirements for fire electric vehicles intended for use on the territory of industrial parks are determined. Examples of the creation and use of fire electric vehicles are given. The technical characteristics of a special fire electric vehicle presented on the Russian market are considered. The analysis of the compliance of the parameters of a special fire electric vehicle with the existing technical requirements was carried out. Proposals for further work in the framework of the creation and use of fire electric vehicles are presented.

Key words: fire electric vehicle, fire brigade, electric transport

Статистика пожаров и их последствий в Российской Федерации за 2018-2022 гг [1], свидетельствует о том, что наибольшее количество пожаров происходит в зданиях жилого назначения и надворных постройках. На данные виды объектов в 2022 году приходится 31,41 % от общего количества пожаров, при этом прямой материальный ущерб составил 30,66 %. Второе место по совокупному объему прямого материального ущерба, с общей долей 28,98 %, занимают пожары в зданиях производственного назначения и складских зданиях и сооружениях (промышленные парки). Необходимо отметить, что несмотря на значительный материальный ущерб на долю промышленных парков приходится 0,77 % от общего количества пожаров. Очевидно, что данное состояние дел обусловлено более жесткими требованиями к организации пожарной безопасности промышленных парков.

В настоящее время для обеспечения пожарной безопасности промышленных парков используются:

1. Первичные средства пожаротушения
2. Мобильные средства пожаротушения
3. Установки пожаротушения
4. Средства пожарной автоматики
5. Пожарное оборудование
6. Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре
7. Пожарный инструмент (механизированный, немеханизированный)
8. Пожарные сигнализация, связь и оповещение

Как видно на вооружении пожарных подразделений, осуществляющих тушение пожаров на промышленных объектах, имеются различные мобильные средства пожаротушения.

Вместе с тем содержание мобильных средств пожаротушения достаточно затратное мероприятие, что ставит перед владельцами и операторами промышленных парков проблему выбор необходимых средств защиты.

В данном случае интересным представляется анализ современных мобильных средств пожаротушения, имеющих возможность оперативного перемещения по территории промышленного объекта, находящихся в постоянной готовности к применению, обладающих простой конструкцией и требующих минимальных затрат на содержание. Как показывает анализ внутриобъектового транспорта, применяющегося, например, в больших складских комплексах, основную часть представляет электротранспорт: электроштабелеры,

электротележки и т.д. При минимуме затрат, электротранспорт обеспечивает выполнение вышеперечисленных требований.

В настоящее время в мировой практике наблюдается тенденция к увеличению использования электротранспорта [2]. Проводятся исследования возможности применения электромобилей в качестве шасси для создания специальных транспортных средств [3]. Имеются примеры создания и использования электротранспорта в качестве мобильных средств пожаротушения. Так, например, австрийской фирмой Rosenbauer¹ создан пожарный электромобиль L-класса на шасси Mercedes Sprinter, а также пожарный гибридный электромобиль RT (Revolutionary Technology), который по заявлению производителя соответствует пожарному автомобилю М-класса или S-класса [4]. Кроме того, сообщается о том, что пожарный электромобиль поступил на службу в пожарную охрану г.Ванкувер [5]. В Китае создан одноместный пожарный электромобиль, сферой применения которого, как сообщается, являются промышленные парки, кампусы колледжей, торговые центры и другие большие территории².

На отечественном рынке компанией «Реал»³ предлагается специальный пожарный электромобиль FT 1000, представленный на рисунках 1-2.



Рисунок 1 – Внешний специальный пожарного электромобиля FT 1000
(изображение с сайта <https://electroecocar.ru/>)



Рисунок 2 – Внешний специальный пожарного электромобиля FT 1000
(изображение с сайта <https://electroecocar.ru/>)

¹ URL: <https://www.rosenbauer.com>

² URL: <https://building-tech.org/Транспорт/kytaytsi-pokazaly-odnomestnuyu-elektrycheskuyu-pozharnuyu-mashynu-ysclid=llqgsr1h8b855366716>

³ URL: <https://electroecocar.ru>

Поставщиком заявлены технические характеристики пожарного электромотоцикла, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Модель	FT 1000— А	FT 1000 — С
АКБ	12шт-6В-225 А*ч	12шт-6В-225 А*ч
Мотор, кВт	5,0	7,5
Контроллер	Curtis 1209	Zapi AC2
Пробег, км	>55	>75
Скорость, км/ч-мах	50	
Радиус разворота, м	5,2	
Бак для воды, л	600	
Количество мест, шт.	2	
Грузоподъемность, кг	1000,00	
Габаритные размеры, мм	4200х1500х2150	
Клиренс, мм	150	
Колесная база, мм	2370	
Колея, мм	1220	
Зарядное устройство	Полностью автоматическое, вх. 110-240В, 50Гц, вых. 72В-25А	
Печка	Дизельная, 2кВт +940USD	
Трансмиссия	Автоматическая коробка передач, плавное изменение скорости	
Колеса	175R13 бескамерная шина, стальные диски	

В соответствии с представленной на сайте поставщика информацией электромотоцикл комплектуется насосом высокого давления, пожарными рукавами, ручными пожарными стволами, пожарной колонкой, лопатой, плоскогубцами, топором, огнестойкой накидкой, порошковыми огнетушителями, фонарем, дыхательным аппаратом.

К достоинствам пожарного электромотоцикла FT 1000 стоит отнести постоянную готовность к использованию, габариты, простоту обслуживания, минимальные издержки на обучение персонала и содержание. Указанные достоинства, в особенности постоянная готовность к использованию [6], должны снять проблему выбора мобильных средств пожаротушения владельцами и операторами промышленных парков.

Вместе с тем необходимо отметить, что поставщиком не раскрыты в полном объеме тактико-технические характеристики пожарного электромотоцикла. Представленные характеристики лишь косвенно свидетельствуют о возможности применения данного специального электромотоцикла в качестве мобильного средства пожаротушения.

В настоящее время технических требований к пожарным электромотоциклам для обеспечения возможности их использования в качестве мобильных средств пожаротушения в Российской Федерации не имеется.

Наиболее соответствующим по заявленной комплектации электромотоцикла является ГОСТ 34350-2017¹, устанавливающий общие требования к пожарным автомобилям.

В таблице 2 представлено сравнение основных параметров пожарного электромотоцикла FT 1000 с требованиями ГОСТ 34350-2017, предъявляемых к пожарным автоцистернам легкого класса и пожарным автомобилям первой помощи.

¹ ГОСТ 34350-2017 Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний.

Таблица 2 – Сравнение основных параметров пожарного электромобиля FT 1000 с требованиями ГОСТ 34350-2017

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра		
		заявленное поставщиком	в соответствии с ГОСТ 34350-2017	
			для АЦ	для АПП
1	Вместимость цистерны, м ³	0,6	до 2,0	0,5-0,8
2	Подача насоса, л/с	нет данных	не менее 20	1,0-2,0
3	Удельная мощность, кВт/т (для пожарных автомобилей L-класса)	менее 7,5	не менее 15	не менее 20

Как видно из представленной таблицы пожарный электромобиль FT 1000 соответствует требованиям ГОСТ 34350-2017 по вместимости цистерны для перевозки огнетушащих веществ. Стоит отметить, что на сайте поставщика отсутствуют данные по подаче насоса. Однако, анализ рынка показывает, что в наличии имеются электрические насосы, с параметрами соответствующими параметрам, установленным для пожарных автомобилей первой помощи.

Вместе с тем пожарный электромобиль FT 1000 не соответствует требованиям по удельной мощности, что обусловлено применением электрического привода. Кроме того, требуются дополнительные исследования в части обеспечения непрерывной работы насоса, возможности забора воды из различных водоисточников и т.д.

По результатам проведенного исследования можно сделать вывод, что полноценное использование предлагаемых поставщиками пожарных электромобилей в качестве мобильных средств пожаротушения в настоящее время не представляется возможным. Требуется проведение дополнительных исследований возможности применения электромобилей в качестве мобильных средств пожаротушения, с разработкой и утверждением технических требований к данного вида технике.

Список источников

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.-аналитич. сб. / В.С. Гончаренко, Т.А. Четина, В.И. Сибирко и др. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, – 2023. – 80 с.
2. Julio A. Sanguesa, Vicente Torres-Sanz, Piedad Garrido, Francisco J. Martinez and Johann M. Marquez-Barja. A Review on Electric Vehicles: Technologies and Challenges // Smart Cities. – 2021. – Vol. 4. – P. 372–404. Режим доступа: URL: <https://doi.org/10.3390/smartcities4010022> (дата обращения 30.07.2023).
3. Соловьев, А. Д. Актуализация проблем использования электротранспорта при решении задач гражданской обороны / А. Д. Соловьев, В. А. Аристархов // Гражданская оборона на страже мира и безопасности : Материалы VII Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны в Год 90-летия со дня образования Академии ГПС МЧС России. В 5-ти ч., Москва, 01 марта 2023 года. Том Часть I. – Москва: Академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2023. – С. 181-186. – EDN ATRWLZ.
4. Зубко, Р. В Берлине будет работать пожарный электромобиль: [Электронный ресурс] // Автомобильный журнал «ДВИЖОК». – 2020. – URL: <https://dvizhok.ru/komtrans/v-berline-budet-rabotat-pozharnyj-elektromobil> (Дата обращения: 31.08.2020).
5. Lorne Gunter: Here are more signs of how cultist our green thinking has become: [Электронный ресурс] // The Province, a division of Postmedia Network Inc. – 2023. – URL: <https://theprovince.com/opinion/columnists/gunter-here-are-more-signs-of-how-cultist-our-green-thinking-has-become/wcm/28c47c04-9185-4e6d-85b9-b52cff57eb04> (Дата обращения: 31.08.2020).

6. Сорокоумов, В. П. Оценка технической готовности мобильных средств пожаротушения к применению по назначению / В. П. Сорокоумов // Технологии техносферной безопасности. – 2022. – № 2(96). – С. 53-68. – DOI 10.25257/TTS.2022.2.96.53-68. – EDN ZCXATX.

ГСНТИ 52.01.93
УДК [614.895.5]:621.51.622-051
ББК 30н

Алексей Борисович СЕРЁГИН

ФГКОУ ВО «Донецкий институт Государственной противопожарной службы МЧС России»,
ДНР, Донецк, Россия (sab-1965@mail.ru)

Повышение эффективности работы спасателей в индивидуальной противогазотепловой одежде

Аннотация. Приведены усовершенствованные технические характеристики индивидуальной противогазотепловой одежды МЧС на основании результатов теоретических и экспериментальных данных с использованием аккумуляторов холода (АХ-5), оболочка которых выполнена из поливинилхлоридной пленки с серийно выпускаемой толщиной $0,5 \cdot 10^{-3}$ м и коэффициентом теплопроводности $\lambda \leq 0,2$ Вт/(м·К) и без них. Установлено, что в первом случае время защитного действия одежды выше в 2,6 раза, чем во втором. Это позволит увеличить безопасность и продолжительность ведения аварийно-спасательных работ.

Ключевые слова: противогазотепловая одежда; спасатель; аккумулятор холода; экспериментальные исследования; защитное действие; техническая характеристика.

Aleksey B. SERYOGIN

State Fire Institute of EMERCOM of Russia, DPR, Donetsk, Russia (sab-1965@mail.ru)

Improving the efficiency of rescuers in individual gas-insulated clothing

Annotation. The improved technical characteristics of individual gas-thermal clothing of the Ministry of Emergency Situations are given on the basis of the results of theoretical and experimental data using cold storage batteries (AH-5), the shell of which is made of polyvinyl chloride film with a mass-produced thickness 0.5×10^{-3} m and thermal conductivity coefficient $\lambda \leq 0.218$ W/(m * K) and without them. It was found that in the first case, the time of protective action of clothing exceeds 2.6 times than in the second. This will increase the safety and duration of emergency rescue operations.

Keywords: gas-insulated clothing; lifeguard; cold storage battery; experimental studies; protective effect; technical characteristics.

Постановка проблемы и ее связь с актуальными научными и практическими исследованиями. Известно, что спасатели Государственной военизированной

горноспасательной службы (далее – ГВГСС) и пожарные-спасатели МЧС работают, в основном, в экстремальных условиях: высоких температуре и загазованности окружающей среды, физических и психоэмоциональных нагрузках.

В настоящее время для противотепловой одежды в качестве аккумулятора холода (АХ) спасатели ГВГСС используют водоледяные охлаждающие элементы ОЭ-2 с минимальной толщиной полиэтиленовой пленки $0,15 \cdot 10^{-3}$ м, которые являются средствами одноразового применения, в виду выхода их из строя после нескольких применений при замораживании в камере азотной установки «Зима-А».

При ликвидации длительных и сложных аварий в экстремальных микроклиматических условиях это существенно снижает время использования противотепловой одежды и увеличивает стоимость ведения работ [1].

В тоже время на оснащении пожарных-спасателей МЧС отсутствует защитная одежда с аналогичным охлаждением, что при высоких эрготермических нагрузках увеличивает вероятность перегревания их организма, потери здоровья и жизни.

Ранее разработанные опытные образцы с использованием наружных теплоотражательных оболочек костюмов ТОК-200 и ТОК-800:

- с водяным охлаждением [2], который не является автономным;
- с криогенным охлаждением [3] – без применения изолирующего респиратора, массой не более 20 кг и увеличенным временем защитного действия, по сравнению с существующими при высоких эрготермических нагрузках (исследования которого прекращены в 2000 году), не нашли своего применения.

В работе [4] на основании исследований теплообменных и механических процессов обоснованы параметры оболочки нового аккумулятора холода АХ-5, выполненной из поливинилхлоридной пленки толщиной $0,5 \cdot 10^{-3}$ м и коэффициентом теплопроводности $\lambda = 0,2$ Вт/(м·К).

В работе [5] приведены результаты теоретических исследований по определению времени защитного действия одежды спасателей с использованием АХ-5.

Для определения фактического времени защитного действия одежды спасателей и погрешности результатов теории получены результаты экспериментальных исследований, приведенные ниже.

Цель статьи – Определение усовершенствованных характеристик защитной одежды спасателей на основании результатов экспериментальных исследований с использованием аккумуляторов холода АХ-5

Изложение основного материала исследования.

Проведены экспериментальные исследования на опытно-экспериментальном полигоне ГБУ НИИ «РЕСПИРАТОР» по аналогии, изложенной в работе [2].

В качестве наружной оболочки применяли теплоотражающий костюм ТОК-200, находящийся на оснащении пожарных-спасательных подразделений МЧС. В качестве внутренней оболочки использовали внутренний костюм от ПТК-80 с аккумуляторами холода АХ-5.

При проведении испытаний температура воздуха окружающей среды составляла 27 °С. Изменение температуры, воздействующей на наружную теплоизолирующую оболочку костюма, определяли приближением или удалением спасателя от горящего штабеля по показаниям пирометра. Физическую нагрузку имитировали перемещением испытателя с порошковым огнетушителем массой 10 кг, размещенного справа, вдоль вокруг очага пожара.

Для определения температуры 200 °С, возникающей на наружной оболочке костюма (теплового лучистого потока), использовали зависимости [2] Установлено, что она примет это значение на расстоянии от очага пламени до спасателя на расстоянии примерно 2,0 м (Рисунок 1), при этом температура на наружной теплоизолирующей оболочке костюма достигала около 200 °С, которую периодически, через каждые 2 мин, измеряли пирометром с фиксацией ее в течение 3 мин, а также контроль спасателем пододёжного пространства – 3 мин (Рисунок 2).

Все данные, полученные в результате проведения исследований, фиксировали в протоколе испытаний костюма, масса которого равна 15 кг, а исходные его данные следующие: частота пульса 118 мин^{-1} , температура в пододежном пространстве согласно санитарным нормам около 40°C .

Данные динамики частоты сердечных сокращений и температуры в пододежном пространстве спасателя при исследованиях в усовершенствованном костюме ТК-200 приведены в таблице.



Рисунок 1 – Спасатель у очага пожара



Рисунок 2 – Контроль спасателем температуры пододежного пространства

Таблица 1

Данные спасателя при работе в усовершенствованном костюме ТК-200 на опытно-экспериментальном полигоне ГБУ НИИ «РЕСПИРАТОР» при температуре на его наружной поверхности ($195...203^\circ\text{C}$)

Время выполнения работы, мин	Частота сердечных сокращений, мин^{-1}	Температура пододежного пространства, $^\circ\text{C}$
5	120	27
8	123	28
11	126	30
14	130	33
17	134	35
20	138	37
23	143	39
26	149	39

Полученные результаты показывают, что время достижения нормируемой температуры в пододежном пространстве для пожарных-спасателей до 40°C равно 26 мин.

Следовательно, применение аккумуляторов холода АХ-5 в противотепловом костюме ТК-200 по сравнению с существующим костюмом обеспечивает увеличение продолжительности работы пожарных-спасателей при температуре воздуха окружающей среды 200°C в 2.6 раза, а погрешность результатов теоретических исследований – времени защитного действия, полученных на основании уточненной математической модели теплообменных процессов в системе «окружающая среда → теплозащитный костюм → спасатель» [3], по сравнению с данными экспериментов составляет не более 16%.

На основании результатов теоретических и данных экспериментальных исследований получены технические характеристики (Таблицы 2 и 3) усовершенствованных костюмов ТОК-200 и ТОК-800 (Рисунки 3 и 4).

Таблица 2

Техническая характеристика костюма ТОК-200

Наименование показателя	Новое значение показателя при средней/тяжелой нагрузке
Устойчивость к воздействию теплового лучистого потока (кВт/м^2), мин, не менее	
25	5/4
18	20/16
10	39/31
Продолжительность контакта с открытым пламенем, мин, не менее	20
Время надевания, мин, не более	3
Масса комплекта, кг, не более	13

Таблица 3

Техническая характеристика костюма ТОК-800

Наименование показателя	Новое значение показателя при средней/тяжелой нагрузке
Устойчивость к воздействию температуры окружающей среды 200°C , мин, не менее	42/30
Устойчивость к воздействию открытого пламени, с, не менее	30
Устойчивость к воздействию теплового лучистого потока (кВт/м^2), мин, не менее	
40	5/4
25	10/7
10	48/34
Устойчивость к контакту с нагретыми до 400°C), твердыми поверхностями, с, не менее	5
Устойчивость к воздействию температуры 800°C , с, не менее	20
Время надевания, мин., не более	3
Масса комплекта, в зависимости от размера, кг, не более	19



Рисунок 3 – Общий вид костюма
ТОК-200



Рисунок 4 – Общий вид костюма
ТОК-800

Выводы и перспективы дальнейших исследований

1. Получены результаты экспериментальных исследований по определению времени защитного действия костюма ТОК-200 с новыми аккумуляторами холода АХ-5 при тушении пожара на опытно-испытательном полигоне НИИГД «Респиратор». Установлено, что время по сравнению с существующим костюмом без охлаждения увеличено в 2,6 раза.
2. В дальнейшем является целесообразным продолжить исследования по созданию криогенного костюма спасателя для ведения работ в условиях высоких эрготермических нагрузках.

Список источников

1. Индивидуальная противогазотепловая защита / Ю.Ф. Булгаков, С.В. Борщевский, И.Ф. Марийчук и др.: монография. – Донецк: Норд Компьютер, 2016 – 250 с.
2. Завьялов Г.В. Обоснование параметров противотеплового костюма с водяным охлаждением: специальность 05.26.01 «Охрана труда»: дис...канд. техн. наук / Завьялов Геннадий Вячеславович. – Донецк, 2020 – 196 с.
3. Землянский И.Я. Костюм с криогенной системой охлаждения / И.Я. Землянский, В.И. Землянский // Горноспасательное дело: сб. науч. тр./ НИИГД. – Донецк, 2000. – С.181-190.
4. Кирьян А.П. Параметры аккумулятора холода для индивидуальной противогазотепловой защиты спасателей / А.П. Кирьян, А.Б. Серёгин. – Журнал «Вестник Академии гражданской защиты». – Выпуск 3(31). – Донецк, 2022 – С.15-21.
5. Кирьян А.П. Уточненная математическая модель теплообменных процессов в противотепловой одежде спасателей / А.П. Кирьян, А.Б. Серёгин // Горноспасательное дело: сб. науч. тр. / НИИГД «Респиратор». – Донецк, 2022 – Вып. 49. – С. 165-172.

**Жарылкасынулы Касым КАЙРАТ¹, Артем Игоревич СОКОВНИН¹,
Андрей Дмитриевич ИЩЕНКО²**

1. ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (SokovninArtem88@yandex.ru, SPIN 4917-2266, ID: 773348)
2. ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (SokovninArtem88@yandex.ru, SPIN 4379-6230, ID: 333466)

**К вопросу эффективности применения водяных завес в качестве
средства ограничения распространения аэрозолей**

Аннотация. Статья посвящена поиску более эффективных способов борьбы с аэрозолями в том числе дыма, на открытом пространстве, позволяющих при сравнительно небольших расходах воды ограничить их распространение на открытом пространстве.

Ключевые слова: аэрозоль, водяная завеса, паро-капельные струи.

Z. Kasym KAIRAT¹, Artem I. SOKOVNIN¹, Andrey D. ISHCENKO¹

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

**On the issue of the effectiveness of the use of water curtains as a means of limiting the spread
of aerosols**

Annotation. The article is devoted to the search for more effective ways to combat aerosols, including smoke, in the open space, allowing for relatively small water consumption to limit their spread in the open space

Keywords: aerosol, water curtain, steam-drop jets.

Не смотря на то, что в настоящее время в Российской Федерации и за рубежом практически отсутствуют нормативные и рекомендательные документы по применению водяных завес в качестве средства борьбы с пожаровзрывоопасными и токсичными облаками, на практике они используются и зачастую эффективно [1].

Для создания завесы используют как правило пожарные стволы формирующие распыленную струю воды, турбинные и веерные распылители, которые реализуют гидравлический способ получения водных струй.

Гидравлическое распыление совершается из-за свободного распада струи, истекающей через различные форсунки, сопла под давлением нагнетания [2-4]. Поток воды, проходя через распыляющее устройство, приобретает высокую скорость и преобразуется в форму, которая способствует диспергированию.

Гидравлическое распыление – самый простой и экономичный по потреблению энергии способ распыления (2–4 кВт на распыление 1 т жидкости) [2]. За счет простоты реализации – это самый распространенный метод распыления воды, применяемый в пожарной охране для подачи огнетушащих веществ и создания водных завес для ограничения распространения паров аварийно-химически опасных веществ [1]. Параметры получаемых струй зависят от распыляющих устройств, а также свойств распыляемой жидкости. Для повышения качества получаемого водного аэрозоля используют различные виды распылителей.

Существуют следующие виды распылителей: струйные форсунки, форсунки с соударением струй, ударно-струйные форсунки, центробежные форсунки, центробежно-струйные и комбинированные форсунки. Принцип работы распылителей рассмотрены подробно в работах [2-5].

Также на базе ФГБУ ВНИИПО МЧС России изучались завесы созданных с помощью насадок веерного типа для ручных пожарных стволов (РС-70). Результаты эксперимента показали, что одно такое устройство при напоре воды 0,6 МПа и расходе 12 л/с создает завесу с эффективными геометрическими размерами: высотой 8 м, шириной 15 м. Водяная завеса, полученная при веерном распылении, формирует пленку воды, но из-за большого поверхностного натяжения сплошность струи нарушается. Водяные завесы разбавляют опасную концентрацию парогазовоздушного облака воздухом захваченным струей воды.

Взаимодействие водяных струйных завес с аэрозольной средой является сложным физическим процессом который можно рассматривать в различных этапах [1]:

1. Перемешивание захваченного струями воды аэрозоля (паров), с последующим захватом аэрозольных частиц (паров) каплями воды, что снижает их общую концентрацию в объеме воздуха.

2. Струя завесы образует поток воздуха, который увлекает аэрозольное (паровое) облако из приземного слоя в более высоко расположенные воздушные слои с последующим рассеиванием их в воздухе в процессе движения.

3. Наряду с рассеиванием в ходе взаимодействия водяной завесы с парогазовоздушным облаком происходит частичное поглощение (связывание) аэрозоля (парогазовой фазы) за счет ее растворения в каплях водной струи завесы.

В работе [1] выполненный обзор литературных источников позволяющей сделать вывод, что способ ограничения различных аэрозолей при помощи водяных завес может частично решить проблему ограничения различных аэрозолей на открытом пространстве. Но данный способ имеет существенный недостаток, для эффективного использования необходимо значительный расход воды (на один веерный распылитель 12 л/с или в пересчете на один погонный метр водяной завесы 1 л/с), что существенно усложняет и ограничивает применение данного способа ограничения аэрозолей, а именно не всегда есть возможность обеспечить необходимый расход воды, а также существенный вопрос – утилизации отработанной воды.

Необходимость повышенного расхода объясняется низкой эффективностью использования воды, как сорбента. Так как суммарная водная поверхность получаемого распыла незначительна, при использовании такого способа создания водной струи как – гидравлический способ распыла.

Для поиска более эффективного способа получения водных струй предлагается исследовать более подробно механизмы выведения из взвешенного состояния различных аэрозолей и провести практическое исследования эффективности паро-капельных завес, полученных за счёт взрывного вскипания воды.

Список источников

1. Сенчишак, Т. И. Защитные водяные завесы для борьбы с газопаровоздушными облаками горючих газов и токсичных веществ [Текст] : дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03 / Сенчишак Тарас Иосафатович; ФГУ ВНИИПО МВД России. – М., 2003. – 170 с.
2. Пажи, Д.Г. Основы техники распыливания жидкостей [Текст] / Д. Г. Пажи, В. С. Галусов. – М.: Химия, 1984. – 254 с.
3. Пажи, Д.Г. Распыление жидкостей [Текст] / Д.Г. Пажи, В.С. Галусов. – М.: Химия, 1979. – 216 с.
4. Бородин, В.А. Распыление жидкостей [Текст] / В. А. Бородин. – М.: Машиностроение, 1967. – 208 с.
5. Пажи, Д.Г. Форсунки химической промышленности [Текст] / Д. Г. Пажи, А. В. Прахов, Б. Б. Равикович. – М. Химия, 1971. – 221 с.

ГСНТИ 614.8
УДК 614.841.2
ББК 30в6

Владимир Петрович СОРОКОУМОВ¹, Андрей Анатольевич СТРЕЛЬЦОВ²

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (bugai21@bk.ru, SPIN 8633-6398, ID: 441293)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России»

Методы и средства оценки применения высокоманевренных пожарно-спасательных средств

Аннотация. В статье представлен анализ основных сил и средств, применяемых для решения боевых задач по тушению, рассмотрены инженерно-технические решения по повышению эффективности применения высокоманевренных пожарно-спасательных средств при тушении ландшафтных пожаров.

Ключевые слова: тушение пожара, пожарно-спасательные средства, техносферная безопасность, пожарная безопасность, ландшафтные пожары.

Vladimir Petrovich SOROKOUMOV¹, Andrey Anatolyevich STRELTSOV²

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Methods and means of assessing the use of highly maneuverable fire and rescue equipment

Annotation. The article presents an analysis of the main forces and means used to solve combat extinguishing tasks, discusses engineering and technical solutions to improve the effectiveness of the use of highly maneuverable fire-rescue equipment in extinguishing landscape fires.

Keywords: fire extinguishing, fire-rescue equipment, technosphere safety, fire safety, landscape fires.

Пожары наносят огромный материальный ущерб и в ряде случаев сопровождаются гибелью людей, поэтому защита от пожаров является важнейшей обязанностью каждого члена общества и проводится в общегосударственном масштабе. Огонь – во все времена был одним из основных причин уничтожения леса, выжигая огромные площади и оставляя после себя выгоревшие поля. С появлением человека огненная стихия стала бушевать чаще, а ее результаты более масштабные и ужасающие. Прогрессирующая статистика лесных пожаров в мире делает их глобальной проблемой человечества.



Рисунок 1 – Последствия ландшафтных (природных) пожаров

Ландшафтные (природные) пожары представляют очень серьезную опасность для окружающей среды, экономики и населения в условиях природы. Их классификация очень обширна, так, в зависимости от места возникновения они подразделяются на лесные, тундровые, маревые, саванные, степные, болотные, камышовые, полевые и другие. По своей сути ландшафтный пожар представляет собой стихийно распространяющееся горение, в результате которого уничтожаются леса, кустарники, запасы торфа и различные виды растительности, находящейся на его пути. Несмотря на то, что 90% ландшафтных пожаров возникают в связи с деятельностью человека, или из-за его беспечности, в своем большинстве их относят к стихийным бедствиям. Ландшафтные пожары чаще всего возникают в летнее время года, которое называют пожароопасным сезоном. После возникновения очага загорания начинается развитие и распространение ландшафтного пожара. Непрерывно продвигающаяся полоса горения, на которой сгорание основного горючего материала происходит с максимальной для данного пожара плотностью тепловыделения, носит название кромки пожара [2]. Основными разновидностями ландшафтных пожаров в России являются лесные, торфяные (разновидность лесных) и степные пожары.

Крупные ландшафтные пожары представляют серьезную опасность населенным пунктам, городам, военным объектам, предприятиям народного хозяйства, расположенным в лесных массивах. Над такими пожарами возникают мощные конвективные потоки продуктов горения, которые поднимают и рассеивают перед фронтом пожара горящие частицы, вызывая появление новых очагов горения перед фронтом пожара. На гистограмме ниже (рисунок 2) приведены данные по площади лесных пожаров на территории Российской Федерации и Приволжского федерального округа за последние годы [3].

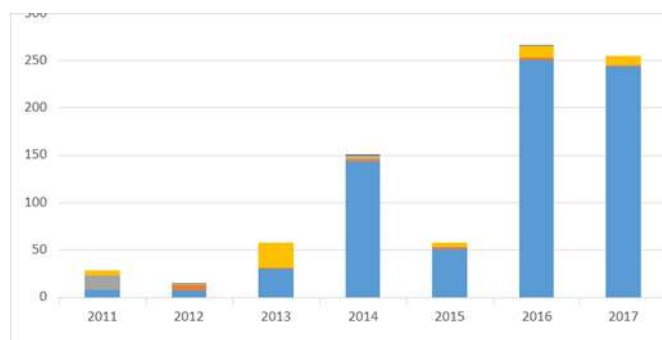


Рисунок 2 – Площадь лесных пожаров на землях лесного фонда Российской Федерации (гектар)

В числе главных задач в области обеспечения пожарной безопасности населения и территорий является оснащение подразделений пожарной охраны современной пожарной и спасательной техникой, техническими средствами, а также усовершенствованными образцами пожарной техники, пожарно-технического вооружения и спасательного оборудования.

В соответствии с [2] при борьбе с ландшафтными пожарами рекомендуется использование определенных технических средств, а именно:

- почвообрабатывающие орудия, применяемые для прокладки заградительных и опорных минерализованных полос: плуги однокорпусные (ПКБ-75, ПБН-75); плуг лесной полосной ПЛН-135; плуг-канавокопатель ПКЛН-500А; фреза лесная ФЛУ-0,8; бульдозерная установка Д-271; плуг конный ПГ-25.

- машины, применяемые для прокладки заградительных минерализованных полос: бульдозер Д-533; полосопрокладыватель ПФ-1.

- орудия, применяемые для прокладки канав: канавокопатель ЛКН-600.

- машины и оборудование для тушения пожаров водой: пожарные автоцистерны различного типа; пожарные мотопомпы (переносные типа МП-600, МП-600А, МП-800Б, МПН-800/80, прицепные типа МП-1600, МП-16, МПП-1600, «ГЕЙЗЕР»); пожарные насосы МНПВ-90/300, ММП-2400С, навесные типа НШН-600М, стволы пожарные (ствол-распылитель высокого давления с катушкой рукавной СРВД-2/400-60, ствол пожарный ручной высокого давления РСКУ-20ВД, лафетные и ручные пожарные стволы с эжектированием пенообразователя, например, пожарный ручной комбинированный универсальный РСКУ-50Аэ, лафетные стволы с осцилляторами, например ЛС-60 (40, 50) Уо).

- специальные лесопожарные агрегаты для тушения пожаров водой и огнетушащими химикатами: АЦЛ-147 - автоцистерна лесопожарная на шасси автомобиля ГАЗ-66; МЛ-1/0,75 - мотопомпа лесопожарная малогабаритная переносная; цистерна пожарная лесная тракторная ЦПЛТ-2; МДП-0,2 мотопомпа легкая лесопожарная плавающего типа; МЛВ-1, МЛВ-2/12, МЛВ-22/0.25 - мотопомпы лесопожарные высоконапорные; лесопожарный комплект оборудования ЦОС, мягкая емкость для доставки воды к местам лесных пожаров РДВ-1500, лесопожарный катер ЛС-52А; ВППЛ-149 - вездеход пожарный лесной.

- специальные лесопожарные агрегаты комплексного действия: лесная автоцистерна АЦЛ-3(66)-147; лесопожарный агрегат ТЛП-55; лесной противопожарный вездеход ВПЛ-149; ТЛП-4 трактор лесопожарный; (Т-150К)-177 - агрегат лесопожарный на базе трактора Т-150К, гусеничная пожарная машина ГПМ-10, трактор лесопожарный МСН-10 ПМ, пожарная машина на гусеничном шасси ЛХТ-100А-12.

- ранцевые огнетушители-опрыскиватели: ранцевый лесной опрыскиватель РЛО-М; огнетушитель ранцевый ОРМ-1; химический опрыскиватель ОРХ-3; ранцевый пневматический огнетушитель РООП-4А; ранцевый опрыскиватель ОР; ОЛУ-16 огнетушитель лесной универсальный (для воды, растворов огнетушащих солей, эмульсий, пенообразователей и огнетушащих порошков).

- торфяные стволы (ТС-1, ТС-2).

- грунтометы: ГТ-3 - грунтомет тракторный лесопожарный (на базе Т-150К); АЛФ-10 - агрегат лесопожарный фрезерный (на базе МТЗ-82).

- установка для получения и подачи газонаполненной пены компрессионным способом УГНП.

- пожарные автонасосные станции (например, ПНС-100 (43114)-50ВР).

- комплексы пожарные насосно-рукавные («Шквал», «Поток»).

- пожарные машины на базе шасси МТ-ЛБ:

- плавающая пожарная машина на базе шасси МТ-ЛБу;

- универсальная плавающая лесопожарная и пропашная машина на базе шасси МТ-ЛБ;

- плавающая насосно-рукавная машина на базе шасси МТ-ЛБу.

- снегоболотоход гусеничный двухзвенный ТТМ-4902АСМ с аварийно-спасательным, пожарным и медицинским оборудованием.

- колесный вездеход ТТМ 3930АСМ, изготовленный на шасси колесного вездехода ТТМ 3930 (аварийно-спасательная машина на базе колесного снегоболотохода АСМ-КПП).

- легкий пожарный модуль «Ермак».

- воздуходувка - опрыскиватель EFCO 2090.

- авиатехника.

- робототехнические комплексы.

- стационарные, эластичные, мягкие пожарные резервуары.

- индивидуальные средства защиты (в том числе пожарный костюм добровольца (волонтера) ПКД «Шанс»).

Учитывая, что наиболее близко расположенными к очагам возгорания оказываются сельскохозяйственные предприятия, имеющие в распоряжении технику, которую можно использовать для ликвидации лесных и торфяных пожаров. Особенно часто применяют следующие машины:

- полуприцепную к трактору ДТ-75 торфяную машину (ПТМ);

- пожарные цистерны емкостью 5000-10000 л совместно с тракторами типа МТЗ; служат для ликвидации пожаров в местах, труднодоступных для другой техники;
- поливомоечные машины (ПМ-13ОБ и др.); используют самостоятельно для тушения низовых пожаров или для подвоза воды;
- разбрасыватели жидких удобрений (РЖУ, РЖТ, РЖ); можно использовать для подвоза воды к месту пожара; особенно эффективны при пожаротушении РЖТ-8 и РЖТ-16.

В настоящее время РЖТ комплектуют специальными насадками для подсоединения напорных пожарных рукавов.

Целесообразно также отметить, что в решении вопросов тушения лесоторфяных пожаров эффективно использование полевых магистральных трубопроводов (ПМТ), стоящих на оснащении Вооруженных Сил РФ.

Как видно из перечня, спектр техники и оборудования для применения в условиях тушения ландшафтных пожаров достаточно обширен, однако он не исчерпывающий и по состоянию на сегодняшний день его можно дополнить техническими средствами мотовездеходами и ПСМВ.

ПСМВ предназначены для оперативного прибытия персонала пожарно-спасательных подразделений МЧС России и доставки к месту вызова специализированных средств и оборудования для проведения пожарно-спасательных работ (тушения локальных очагов возгорания, проведения первоочередных аварийно-спасательных работ, ликвидации последствий ДТП) в условиях недостаточно развитой инфраструктуры и вне дорог общего пользования.

ПСМВ укомплектован кофрами (отсеками) с размещенным в них пожарно-техническим вооружением, аварийно-спасательным оборудованием и инструментом.

Методика тушения ландшафтных пожаров [2], определяющая рекомендованный перечень технических средств, используемых при борьбе с ландшафтными пожарами, утверждена 14 сентября 2015 г. и на момент её утверждения, судя по всему опыт использования мотовездеходов и ПСМВ не позволял проанализировать условия их работы в целях предупреждения и тушения лесных пожаров. В соответствии с информацией, размещенной в свободном доступе в сети интернет [4], закупка мотовездеходов и ПСМВ федеральными органами исполнительной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации, органами местного самоуправления, их подведомственными учреждениями, осуществляющих в пределах своих полномочий лесную охрану и обеспечение выполнения задач гражданской обороны, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и пожарной безопасности проводилась.

Подразделениями поисково-спасательных формирований и федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы МЧС России, при привлечении их к действиям по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ при крупномасштабных пожарах, при ликвидации аварий, катастроф и иных чрезвычайных ситуаций, произошедших на территории одного или нескольких субъектов Российской Федерации, мотовездеходы и ПСМВ используются для патрулирования лесов, разведки очагов, обеспечения действий групп пожаротушения, доставки грузов в условиях труднопроходимой местности.

Анализ условий работы мотовездеходов и ПСМВ при борьбе с ландшафтными пожарами показал их востребованность и эффективность при выполнении следующих основных операций:

1. Патрулирование лесов силами малой группы (2 чел.), оснащенной набором средств пожаротушения с целью обнаружения и тушения лесных (природных) пожаров на ранней стадии развития.

2. Тушение пожара водой или растворами химических веществ с применением методов прямого (тушение кромки пожара с использованием водоподающего оборудования) и косвенного тушения (создание противопожарных барьеров из растворов огнезадерживающих веществ).

3. Создание противопожарных барьеров в виде минерализованных полос с применением машин и орудий.

4. Обеспечение действий групп пожаротушения на крупном лесном пожаре, доставка грузов в условиях труднопроходимой местности.

Легкие колесные мотовездеходы должны соответствовать двум требованиям [10]:

а) обладать высокой проходимостью и при этом не нарушать естественное состояние окружающей среды – почвы, травяного покрова и древесного полога;

б) иметь достаточную грузоподъемность и устойчивость, чтобы перевозить снаряжение, инструменты и т.п. по пересеченной местности.

Самым распространенным мотовездеходом (ПСМВ), находящимся на вооружении в системе МЧС России является снегоболотоход (квадроцикл) РМ 500-2. Полная масса РМ 500-2 составляет не более 705 кг, снаряженная масса – не более 435 кг, максимальная нагрузка на передний багажник – 40 кг, на задний – 80 кг (итого общая максимальная нагрузка перевозимого на багажниках дополнительного оборудования и груза составляет 120 кг), допускаемая полная масса буксируемого прицепа – не более 400 кг [9]. Таким образом масса водителя, пассажира, дополнительного оборудования и груза составляет до 270 кг. Стандартный вес одного человека – водителя или пассажира, определяется в 75 кг.



Рисунок 3 – Мотовездеход (ПСМВ) со специальной частью (надстройкой)

На мотовездеход (ПСМВ) монтируется (устанавливается) специальная часть (надстройка), основными агрегатами которой являются ёмкость для воды и насосная установка (рис. 2, табл. 1).

Таблица 1 – Мотовездеход (ПСМВ) со специальной частью (надстройкой)

Показатель	Значение
Виды ландшафтных пожаров	Лесные и степные пожары
Лесорастительные условия	Район южной тайги, сосняк лишайниковый, класс бонитета I-III, полнота 0,5-1,0. Лесостепная зона, низкополотные (менее 0,3) смешанные леса, открытые продуваемые ветрами участки (прогалины, поляны, степь); травяной тип напочвенного покрова
Задачи	1. Патрулирование лесов 2. Тушение горящей кромки водой 3. Дотушивание очагов горения заливанием их водой 4. Окарауливание локализованного пожара
Силы пожаротушения	2 человека на 1 мотовездеходе (ПСМВ)
Оборудование и имущество, смонтированное на базе мотовездехода	Ёмкость объемом до 60 л для воды (масса с водой до 65 кг) и насосная установка высокого давления (масса до 30 кг), смонтированные на переднем и заднем багажниках мотовездехода (ПСМВ)

Для заключения о степени эффективности технических средств, как системы, а также для выбора наиболее рациональных способов достижения поставленной цели (выполнения задачи) используются критерии эффективности. Под критерием эффективности системы следует понимать количественную меру эффективности, то есть ее числовую характеристику, которая оценивает степень приспособленности системы к выполнению поставленных перед ней задач в конкретных условиях обстановки.

Используя критерии эффективности, можно оценить эффективность применения, как отдельных образцов, так и в эшелонированной системе сдерживания распространения фронта пламени, то есть в составе с другими техническими средствами борьбы с ландшафтными пожарами.

В целом методы оценки эффективности применения позволяют ответить на важный вопрос, – в какой срок, с какой вероятностью и каким комплексом технических средств может быть выполнена поставленная задача.

До настоящего времени в технических науках еще не сложились единые научно-обоснованные методы оценки эффективности применения мотовездеходов (ПСМВ), в результате чего, трудно дать однозначную и объективную оценку эффективности изделия в целом, а именно определение целесообразности их применения при решении задач при тушении ландшафтных пожаров не только на территории Приволжского федерального округа, но и на территории Российской Федерации в целом.

Критерии эффективности характеризуются показателями. В общем виде критерии являются функциями от нескольких показателей. Показатели, в свою очередь, зависят от целого ряда различных параметров и могут быть определены расчетным путем или моделированием.

Критерии эффективности должны отвечать определенным требованиям, основные из которых следующие:

- быть представительными;
- быть критичными к исследуемым параметрам;
- быть, по возможности, простыми;
- правильно учитывать случайный характер процесса.

Представительность критерия означает, что критерий должен прямо отражать цель операции, полностью ей соответствовать, позволять оценивать эффективность решения основной задачи операции, а не второстепенных задач.

Критичность к исследуемым параметрам означает чувствительность критерия к изменениям исследуемых параметров; чем эта критичность выше, тем лучше.

Критерий должен быть максимально простым. Введение в него второстепенных величин может усложнить исследования, не приводя ни к каким уточнениям выводов. Это одна из самых больших опасностей в исследовании операций – «за деревьями не видеть леса».

Крайне желательно, чтобы критерий был единым, по возможности, объединял в себе все основные требования операции, так как решение задачи при наличии двух (или более) критериев затруднено, и вместо математических расчетов в этих случаях зачастую используют всякого рода необоснованные предположения.

Критерии эффективности можно классифицировать по следующим признакам:

- по области оценки (критерии эффективности выполнения задач, экономические показатели);
- по общности (общие, частные);
- по значимости (основные, дополнительные);
- по характеру выражения (детерминированные, стохастические (вероятностные));
- по методу определения (расчетные, экспериментальные, комбинированные);
- по способу достижения цели (качественные, количественные).

Эффективность использования техники и средств может во многом зависеть от оперативных решений, реализуемых непосредственно в процессе работы, и от

стратегических решений, принятие которых необходимо для рационального использования техники в будущем.

В качестве натуральных показателей эффективности технических средств при тушении ландшафтных пожаров можно отметить [6]:

- показатели, характеризующие работу агрегатов машин. Например, расход топлива, расход технологических материалов (в зависимости от типа машины);

- показатели объёмов работ, выполненных техникой или оборудованием. В эту группу могут быть включены: объём материала, перемещенного машиной с отвальным рабочим оборудованием при формировании минеральных полос, площадь поверхности, обработанной машиной и время обработки этой поверхности, объём огнетушащих веществ и материалов, поданных в зону тушения;

- показатели, характеризующие качество работы машин и оборудования, в частности, такие, как расхождение фактических и проектных отметок обработки грунта; расхождение фактических и нормативных показателей подачи огнетушащих веществ и материалов.

При переходе к более высоким уровням принятия решений натуральные показатели утрачивают актуальность, но определяют более сложные расчётные показатели. Расчётные показатели, рассматриваемые на уровне руководителя организации тушения, позволяют осуществить оперативную оценку эффективности. Именно она позволяет выявить нуждающиеся во внимании машины или средства и сформировать управляющие (корректирующие) воздействия. К таким показателям могут быть отнесены:

- коэффициент использования сменного времени (определяется по продолжительности работы двигателя с мощностью, близкой к номинальной или период интенсивной эксплуатации средств тушения на пожаре);

- производительность машины или оборудования (определяется по объёму и дальности перемещённого грунта или огнетушащего вещества, площади обрабатываемого грунта, теоретической скорости машины, коэффициентам сопротивления перемещению, размерам рабочего оборудования и техники, продолжительности работы техники в режиме нагрузки и т.д.);

- ресурсоёмкость единицы поданного огнетушащего материала или площади обработанного грунта при прокладке минеральных полос (расход топлива на единицу поданного или обработанного материала и т.п.).

Достоинством применения критерия экономической эффективности заключается в том, что приведенные затраты, принятые в качестве критерия экономической оценки технических средств, дают возможность привести все разнородные и размерные эксплуатационно-технические и экономические показатели машин, а также факторы, характеризующие условия применения машин, к единой обобщенной характеристике, на основе которой определяется наиболее экономичный вариант.

Качественные цели, это цели, которые могут быть только достигнуты или не достигнуты. Все результаты операций, приводящих к достижению цели, одинаково хороши; точно так же все результаты, не приводящие к достижению цели, одинаково неудовлетворительны.

При этом критерий эффективности достижения цели должен принимать только два значения: 1 – в случае успеха и 0 – в противоположном случае. Другими словами, успешность операции оценивается по схеме «да – нет» (все или ничего). Это может быть, например, возможность подачи воды техническим средством на ходу, возможность эвакуации техники силами личного состава и т.д. Часто в этих случаях используют не два крайних значения критерия (0 или 1), а выбирают показатель эффективности в виде вероятности достижения желаемого результата, или короче, вероятности выполнения задачи операции. Если обозначить А событие, состоящее в том, что цель операции достигнута, то показатель эффективности есть вероятность события А:

$$W = P(A)$$

Такой переход от критерия типа «да – нет» (0 или 1) к критерию, характеризующемуся различными количественными значениями, связан с тем, что наличие, например, случайных факторов делает случайным и исход операции, которая вначале формулировалась «качественно»; поэтому совершается переход к другой, «более достижимой», цели операции – вероятности выполнения задачи.

Второй вид достижения цели – количественный – заключается в стремлении увеличить (или уменьшить) значение некоторой величины, зависимость которой от фазовых координат и составляет критерий эффективности операции. Это, например, стоимость продукции (задача минимизации), задействованный личный состав (задача минимизации), объем огнетушащих веществ (задача максимизации), время работы водяных стволов (задача максимизации) и т.п.

Стремление к увеличению (или уменьшению) критерия эффективности является математическим описанием цели операции. В данной конкретной модели операции он (критерий эффективности) полностью заменяет собой цель, и исследователь операции имеет дело только с ним. Поэтому правильный выбор критерия эффективности является задачей первостепенной важности. Незнание или недостаточно точное знание критерия эффективности есть прямое следствие недостаточно четкого понимания цели операции или недостаточной изученности процесса ее протекания. Это незнание может лишить какого-либо смысла само проведение операции.

Процесс применения технических средств борьбы с ландшафтными пожарами по своей физической сущности содержит элементы случайности. Отсюда следует, что для получения устойчивых значений критериев эффективности требуется многократное повторение процесса при одних и тех же условиях.

Принимая во внимание, что даже в пределах территории одного субъекта Российской Федерации лесорастительные условия могут существенно отличаться, многократное повторение процесса при одних и тех же условиях маловероятно, эффективность применения технических средств борьбы с ландшафтными пожарами может рассматриваться как относительный показатель.

Обозначенные методы исследований могут и должны быть положены в методику оценки эффективности применения мотовездеходов (ПСМВ) при тушения ландшафтных пожаров, что позволит осуществлять предметную оценку их эффективности с опорой на конкретные показатели.

Список источников

1. «Методика тушения ландшафтных пожаров» (утв. МЧС России 14.09.2015 N 2-4-87-32-ЛБ).
2. Статистика ландшафтных пожаров в Российской Федерации [Электронный ресурс] // Ctif.org. URL: <https://www.fedstat.ru/indicators/search?searchText= лесные пожары> (дата обращения 23.03.2023).
3. Применение робототехнических комплексов специального назначения: сборник трудов секции № 5 XXIX Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь», 21 марта 2019 года. – ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. – 2019. – 142 с.
4. Доценко, А. И. Показатели эффективности эксплуатации дорожно-строительных машин на различных уровнях управленческих решений / А. И. Доценко, К. П. Мандровский // . – 2019. – № S(13). – С. 49.
5. Тетеревлева, Е.В. Снижение отрицательного воздействия колесных транспортных машин повышенной проходимости на лесные почвы : автореф. дис. ... канд. технич. наук : 05.21.01 / Е.В. Тетеревлева [Место защиты: ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»]. – Архангельск, 2020.
6. United States Department of Agriculture Forest Service National Technology & Development Program Recreation Management 0823 1811—SDTDC U.S. Department of

Transportation Federal Highway Administration Effects of All-Terrain Vehicles on Forested Lands and Grasslands. – December 2008. – 110 p.

7. Иванов, Н.А. Основы теории легких колесных вездеходов / Н.А. Иванов. – Владивосток : Дальнаука, 2010. – 256 с.

8. Климат и окружающая среда Приволжского федерального округа / Ю.П. Переведенцев, М.А. Верещагин, К.М. Шанталинский, Э.П. Наумов, В.В. Соколов [и др.]; науч. ред. Ю.П. Переведенцев. – Казань: Казан. ун-т, 2013. – 300 с.

ГСНТИ 81.92.05

УДК 614.849

ББК 68.923

Евгений Юрьевич СПОРЯГИН¹, Владимир Анатольевич АРИСТАРХОВ²

¹ Главное управление МЧС России по Рязанской области, Рязань, Россия (sporyagin.e@yandex.ru, SPIN не присвоен, ID: не присвоен)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (aristarkhovva@yandex.ru, SPIN 8003-4053, ID: 1050976)

Опыт проведения проверки организации несения службы в территориальном пожарно-спасательном гарнизоне Рязанской области

Аннотация. Рассмотрен вопрос организации проверок несения караульной службы должностными лицами пожарно-спасательного гарнизона. Проведен анализ требования действующих нормативных правовых актов, регламентирующих вопросы проверки подразделений пожарной охраны. Изложены мероприятия по проверке несения караульной службы на примере территориального пожарно-спасательного гарнизона Рязанской области. Представлены предложения по дальнейшему совершенствованию организации проверок караульной службы в подразделениях пожарно-спасательного гарнизона.

Ключевые слова: пожарно-спасательный гарнизон, пожарная охрана, проверка организации несения караульной службы, гарнизонная служба

Evgeny Y. SPORYAGIN¹, Vladimir A. ARISTARKHOV²

¹ The Main Directorate of the EMERCOM of Russia for the Ryazan region, Ryazan, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Experience in checking the organization of service in the territorial fire and rescue garrison of the Ryazan region

Annotation. The issue of organizing inspections of guard duty by officials of the fire and rescue garrison is considered. The analysis of the requirements of the current regulatory legal acts regulating the issues of inspection of fire protection units is carried out. The measures for checking the performance of guard duty on the example of the territorial fire and rescue garrison of the Ryazan region are described. The proposals for further improvement of the organization of inspections of the guard service in the units of the fire and rescue garrison are presented.

Keywords: fire and rescue garrison, fire protection, checking the organization of guard duty, garrison service

В соответствии с требованиями руководящего документа, регламентирующего вопросы организации гарнизонной службы в пожарно-спасательных гарнизонах¹, в задачи гарнизонной службы входит *«контроль готовности подразделений гарнизона к тушению пожаров и проведению АСР, проведение проверок организации караульной службы в подразделениях гарнизона»*. При этом проверка *«несения караульной службы и контроль предоставляемой информации»* на основании положений приказа МЧС России от 08.02.2021 № 60² осуществляется уполномоченными должностными лицами структурных подразделений центрального аппарата МЧС России или территориального органа МЧС России (должностными лицами пожарно-спасательного гарнизона).

Вопросы осуществления проверок готовности пожарно-спасательных подразделений исследовались в ряде работ различными авторами [1-6]. Приказом МЧС России от 22.12.2022 № 1292³ и рядом распоряжений МЧС России, регламентируются вопросы осуществления инспекторских и тематических проверок соответствующими комиссиями структурных подразделений центрального аппарата или территориального органа МЧС России. Анализ содержания данных документов показывает, что осуществление проверок в соответствии с изложенными в указанных документах требованиями требует значительных временных затрат, что не позволяет использовать данные руководящие документы непосредственно для проведения проверок пожарно-спасательных подразделений в ходе несения караульной службы.

На официальном сайте МЧС России размещены Рекомендации по оперативной проверке пожарно-спасательных подразделений⁴, содержащие 12 пунктов по которым должна осуществляться оперативная проверка, начиная от состояния территории и заканчивая организацией индивидуально-воспитательной работы. Всего приведено свыше 70 контрольных позиций, для проверки которых, принимая среднее время, затрачиваемое на проверку одной позиции порядка 5 минут, нетрудно посчитать, необходимо порядка 350 минут или до 6 часов, что является избыточным при осуществлении должностными лицами территориального органа МЧС России (лицами пожарно-спасательного гарнизона) проверок организации караульной службы.

Таким образом, на основании вышеизложенного, принимая во внимание отсутствие единого подхода к проверке организации караульной службы, можно сделать вывод, что результаты проверки будут субъективными – полностью зависящими от уровня компетенции проверяющего.

В настоящее время для повышения объективности результатов проверок территориальными органами с учетом местных условий разрабатываются алгоритмы проверки организации караульной службы, предусматривающие проверку готовности личного состава, пожарной техники, средств связи и огнетушащих веществ подразделений к действиям по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ, а также состояния профессиональной подготовки личного состава подразделений.

Так, в Главном управлении МЧС России по Рязанской области в ходе проверок несения караульной службы должностными лицами дежурных смен служб пожаротушения выполняются следующие мероприятия:

- ознакомление с результатами предыдущих проверок;
- проверка организации службы;
- проверка состояния пожарной техники;
- проверка организации учебного процесса, ведения служебной документации;

¹ Приказ МЧС России от 25.10.2017 № 467 (ред. от 28.02.2020) «Об утверждении Положения о пожарно-спасательных гарнизонах» (Зарегистрировано в Минюсте России 09.02.2018 № 49998)

² Приказ МЧС России от 08.02.2021 № 60 «Об утверждении Положения о порядке координации деятельности пожарной охраны» (Зарегистрировано в Минюсте России 19.03.2021 № 62818)

³ Приказ МЧС России от 22.12.2022 № 1292 «Об утверждении Инструкции об организации и о проведении инспекторских и тематических проверок деятельности территориальных органов МЧС России»

⁴ <https://mchs.gov.ru/dokumenty/metodicheskie-materialy/metodicheskie-rekomendacii/prochee/rekomendacii-po-operativnoy-proverke-pozharno-spasatelnyh-podrazdeleniy?ysclid=lmajc7dw8g713103613>

- проверка состояния охраны труда и организации ГДЗС;
- проверка организации работы пункта связи части;
- проверка организации состояния бытовых условий и прилегающей территории;
- проверка выполнения нормативов и вводных.

В ходе ознакомления с результатами предыдущих проверок устанавливаются данные о дате предыдущих проверок и выявленные недостатки для осуществления последующего контроля их устранения.

Проверка организации службы включает в себя проверку наличия личного состава караула, оценку внешнего вида, соблюдения установленных правил ношения формы одежды.

Проверка состояния пожарной техники включает в себя проверку наличия и качественного состояния мобильных средств пожаротушения, пожарно-технического вооружения и оборудования. Отдельно проверяется организация рукавного хозяйства (наличие и состояние пожарных рукавов, мест хранения, и т.д.).

Проверка организации учебного процесса, ведения служебной документации заключается в ознакомлении с документацией, разрабатываемой для проведения учебных занятий, а также проверки наличия и качества служебной документации, предусмотренной документами, регламентирующими вопросы организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ.

В ходе проверки состояния охраны труда и организации ГДЗС проверяется наличие и состояние документации в области охраны труда и организации ГДЗС, организации допуска личного состава на право работы в СИЗОД, состояние СИЗОД и оборудования поста ГДЗС.

Проверка организации работы пункта связи части состоит в проверке наличия и работоспособности средств связи, наличия и качества предусмотренной документации.

Проверка организации состояния бытовых условий и прилегающей территории заключается в проверке содержания помещений пожарной части, прилегающей территории, наличия предусмотренных требованиями разметки, документации и надписей.

Основным элементом проверки, позволяющим сделать вывод о готовности пожарно-спасательного подразделения к действиям по предназначению, является проверка выполнения личным составом нормативов и вводных.

Необходимо отметить, что обоснованный вывод о полной неготовности подразделения к действиям по предназначению можно сделать только в случае полного отсутствия личного состава или полного отсутствия или неработоспособного состояния всех мобильных средств пожаротушения пожарно-спасательного подразделения.

Как показывает практический опыт, проверка несения караульной службы должностными лицами дежурных смен служб пожаротушения занимает до 2-х часов в зависимости от организационно-штатной структуры пожарно-спасательного подразделения.

В ходе анализа результатов проведенных проверок несения службы, основными наиболее встречающимися недостатками являются:

- недостатки в организации ГДЗС;
- неработоспособное состояние мобильных средств пожаротушения;
- недостатки, связанные с состоянием рукавного хозяйства;
- прочие недостатки (ведение документации и т.д.).

На рисунке представлена доля указанных недостатков в общем объеме недостатков.

Как видно из приведенной диаграммы, наибольшее количество недостатков – свыше 50 % составляют недостатки, связанные с состоянием мобильных средств пожаротушения.

Своевременное выявление недостатков организации караульной службы позволяет принимать необходимые меры по их устранению не только в отдельно взятом подразделении пожарной охраны, но и на основании анализа принимать превентивные меры по их недопущению в других подразделениях пожарно-спасательного гарнизона. Вместе с тем недостаточная регламентированность процесса проверки несения караульной службы, оставляет риски влияния на результат субъективных факторов, что, в свою очередь, требует проведения дальнейших исследований. В рамках последующих исследований представляется целесообразным детализировать проверяемые позиции, а также автоматизировать процесс сбора и анализа полученных данных.

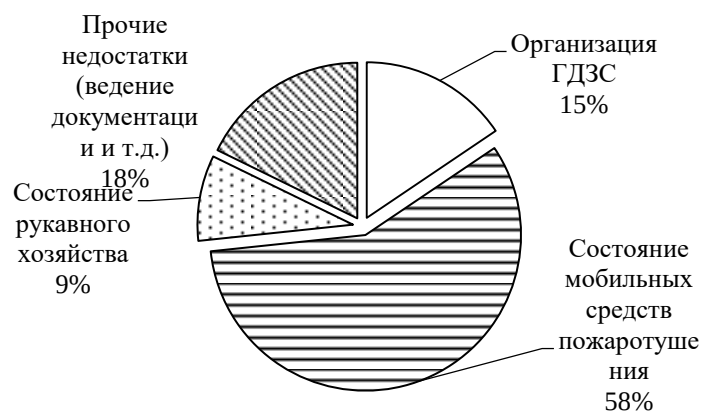


Рисунок – Распределение выявленных недостатков при проверке несения караульной службы по видам

Как видно из приведенной диаграммы, наибольшее количество недостатков – свыше 50 % составляют недостатки, связанные с состоянием мобильных средств пожаротушения.

Своевременное выявление недостатков организации караульной службы позволяет принимать необходимые меры по их устранению не только в отдельно взятом подразделении пожарной охраны, но и на основании анализа принимать превентивные меры по их недопущению в других подразделениях пожарно-спасательного гарнизона. Вместе с тем недостаточная регламентированность процесса проверки несения караульной службы, оставляет риски влияния на результат субъективных факторов, что, в свою очередь, требует проведения дальнейших исследований. В рамках последующих исследований представляется целесообразным детализировать проверяемые позиции, а также автоматизировать процесс сбора и анализа полученных данных.

Список источников

1. Сукманов, С. В. Методика обеспечения боевой готовности подразделений государственной противопожарной службы МЧС России: специальность 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Сукманов Сергей Викторович. – Санкт-Петербург, 2005. – 178 с. – EDN NQOFMJ.
2. Панов, С. А. Комплексная оценка эффективности деятельности оперативных пожарных подразделений Федеральной противопожарной службы: специальность 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Панов Сергей Александрович. – Санкт-Петербург, 2007. – 23 с. – EDN NJEJIB.
3. Степанов, Е. В. Об оценке эффективности проверки готовности пожарных подразделений / Е. В. Степанов, Н. Г. Топольский, В. Я. Вилисов // Проблемы техносферной безопасности: материалы международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. – 2021. – № 10. – С. 144-151. – EDN QOXXRX.
4. Топольский, Н. Г. Оценка потенциала повышения эффективности реагирования пожарных подразделений за счет контроля их готовности / Н. Г. Топольский, В. Я. Вилисов // Инженерный вестник Дона. – 2021. – № 3(75). – С. 215-224. – EDN CSNPUU.
5. Сорокоумов, В. П. Оценка технической готовности мобильных средств пожаротушения к применению по назначению / В. П. Сорокоумов // Технологии техносферной безопасности. – 2022. – № 2(96). – С. 53-68. – DOI 10.25257/TTS.2022.2.96.53-68. – EDN ZCXATX.
6. Сорокоумов, В. П. Учёт готовности к использованию мобильных средств пожаротушения / В. П. Сорокоумов, В. А. Аристархов // Материалы международной научно-технической конференции «Системы безопасности». – 2022. – № 31. – С. 433-438. – EDN ZGBSRR.

**Валентин Николаевич НЕЛЮБОВ¹, Николай Петрович КОПЫЛОВ²,
Елена Юрьевна СУШКИНА³**

¹ МЧС России, Москва, Россия

² ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (pr.nanpb@mail.ru, SPIN 4876-5717, ID: 695655)

³ ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия (sushkina@.ru, SPIN 6891-4848, ID: 446619)

Растворно-заправочный комплекс для подготовки растворов огнетушащих веществ

Аннотация. В статье рассматривается проблема подготовки растворов огнетушащих веществ для тушения сложных пожаров, включая лесные с использованием авиации. Приводится характеристика созданного растворно-заправочного комплекса для приготовления водных огнетушащих растворов с жидкими добавками, которые делятся на антипиреновые, загущающие и смачиватели. Основой растворно-заправочного комплекса является мягкий резервуар. Приводятся данные по зарубежным разработкам.

Ключевые слова: добавки к воде, раствор огнетушащих веществ, растворно-заправочный комплекс.

Valentin N. NELYUBOV¹, Nikolaj P. KOPYLOV², Elena Yu. SUSHKINA²

¹ EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² All-Russian Research Institute for Fire Protection of EMERCOM of Russia, Balashikha, Russia

Solution-filling complex for preparation of extinguishing agent solutions

Abstract. The article deals with the problem of preparing extinguishing agent solutions for extinguishing complex fires, including forest fires using aviation. The characteristic of the created solution-filling complex for preparation of water fire extinguishing solutions with liquid additives, which are divided into oantipyrene, thickening and wetting agents, is given. The basis of the solution-filling complex is a soft tank. Data on foreign developments are given.

Key words: water additives, fire extinguishing agent solution, solution and refueling complex.

Для повышения эффективности тушения водой различного вида пожаров в мировой практике широко используются добавки. К числу таких добавок относятся антипирены, смачиватели, загустители [1, 2, 3, 4]. Но если, например, для получения водного раствора смачивателя достаточно использовать штатное оборудование пожарных автоцистерн, то для приготовления растворов с антипиренами и загустителями возможностей этой техники не достаточно. Проблема создания водных растворов огнетушащих веществ особенно остро стоит при использовании авиации для тушения пожаров, в том числе лесных.

К числу наиболее исследованных и рекомендуемых добавок для тушения лесных пожаров относятся антипирены на основе фосфорно-аммонийных солей, загустители с использованием глины различных месторождений, например, бентонита, смачиватели – вещества типа пенообразователей [3]. Агрегатное состояние таких добавок – это или

порошок, или жидкость. Для приготовления водных растворов огнетушащих веществ используются растворно-заправочные комплексы.

Из зарубежных разработок известен и широко применяется растворный комплекс для подготовки раствора огнетушащего вещества с использованием добавки PHOS-CHEK [4]. Внешний вид этого комплекса в транспортном положении показан на рис. 1. Комплекс представляет собой рамный грузовик с полуприцепом-цистерной. К нему прилагается смешивающая установка (типа бетономешалки) очень схожей по типу с установкой приготовления буровых растворов из бентонита.



Рисунок 1 - Общий вид заправочного комплекса «PHOS-CHEK ХА» в транспортном положении

Аналогичный подход был реализован в нашей стране при создании растворного узла для заправки огнетушащими веществами самолета ИЛ-76 [6].

Комплексы, представленные в [4, 5], во-первых, громоздки, во-вторых, их сложно оперативно доставлять к местам пожара, в-третьих, они ориентированы на работу с сыпучими добавками.

Наиболее перспективным направлением в создании растворно-заправочного комплекса является использование мягких резервуаров из специальных материалов. Принципиальная схема такого изделия изложена в [7].

В настоящее время такой подход реализован в созданном растворно-заправочном комплексе, представленном на рис. 2.



Рисунок 2 - Комплекс технических средств подготовки водных растворов огнетушащих веществ

Он предназначен для использования в качестве добавок к воде жидких химических веществ. Составными частями этого комплекса являются: базовый мягкий резервуар, изготовленный из полимерных материалов, объемом 60 м³ для приготовления и хранения огнетушащих веществ с добавкам к воде; жесткая пластиковая емкость объемом 1 м³ для хранения концентрированной добавки к воде; четыре мотопомпы для подачи концентрированного раствора в мягкий резервуар для перемешивания концентрированного

раствора с водой и его барботирования при длительном хранении; расходомер для определения количества воды, поданной в мягкий резервуар; комплект пожарных рукавов общей длиной 200 м, обеспечивающих подачу концентрированного раствора в мягкий резервуар и подачу подготовленного раствора в емкости самолетов ИЛ-76 и БЕ-200, или в другую пожарную технику; насосная установка (в рассматриваемом варианте АЦ-40) для перекачки приготовленного раствора.

За один цикл подготовки раствора огнетушащего вещества обеспечивается 1,5 заправки самолета ИЛ-76, 5 заправок БЕ-200.

В походном положении растворный заправочный комплекс размещается в двух ящиках размерами 2,25х1,1х1,2 м объемом 3 м³ и весом 750 кг и 650 кг.

Разворачивание растворно-заправочного комплекса осуществляется силами двух специалистов за время не более двух часов.

В настоящее время осуществлена подготовка для проведения опытной эксплуатации растворно-заправочного комплекса на территории АО «ЛИИ им. М.М. Громова». Практическое использование этого комплекса позволит существенно повысить эффективность тушения сложных площадных пожаров.

Список источников

1. George C.W. Fire retardant ground distribution patters from the GL-215 air tanker. US Department of Agriculture, Forest Service Research Paper, 1975.

2. Дунда Е.Е. Телицын Г.П., Филиппов А.В. Об эффективности огнегасящих составов при тушении лесных пожаров // Горючесть веществ и химические средства пожаротушения: сб. тр. М.: ВНИИПО, 1979, с. 108-110.

3. Глушков Д.О., Копылов Н.П., Кропотова С.С., Кузнецов Г.В., Стрижак П.А. Локализация и подавление горения лесных материалов с применением авиации. Новосибирск., изд-во СО РАН, 2020, 336 с.

4. Vysokomornaya O.V., Kuznetsov G.V., Strizhak P.A. Evaporation of Aqueous Suspension Drops with Ground Admixtures in Region of High-Temperature Combustion Products // Theoretical Foundation of Chemical Engineering. 2017. V.52, No. 4. p.468-475.

5. Копылов Н.П., Хасанов И.Р., Гроздов Г.Н., Горшков С.В. Экспериментальные исследования параметров растворного узла для заправки огнетушащими средствами пожарных самолетов. // Математическое и физическое моделирование лесных пожаров и их экологических последствий: Материалы междунар. Конф. Томск: ТГУ, 1997. С. 108-109.

6. Копылов Н.П., Кузнецов А.Е., Орлов Л.А., Инчиков А.П., Устрехов А.И. Разработка и изготовление опытного образца растворного комплекса для подготовки огнетушащих растворов, сбрасываемых авиационной техникой // Актуальные проблемы пожарной безопасности: Материалы XXXIV международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию образования ФГБУ ВНИИПО МЧС России. М.ВНИИПО. 2022. с. 534-540.

ГСНТИ 81.92.17

УДК 614.842.66

ББК 38.96

**Александр Алексеевич ТАРАНЦЕВ¹, Андрей Дмитриевич ИЩЕНКО²,
Андрей Александрович ТАРАНЦЕВ³.**

Особенности тактики тушения пожаров на объектах в арктической зоне

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева». (t_54@mail.ru, SPIN-код: 1076-8133, ID: 664653)

2ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия. (adinko@mail.ru, SPIN-код: 4379-6230, ID: 333466)
3ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия. (dask_cradle@mail.ru, SPIN-код: 7545-7245, ID: 1129410)

Аннотация. Проведены сведения о тактической вентиляции объектов при пожаре. Показаны особенности объектов в Арктике и сложность тушения пожаров в условия экстремально низких температур. Предложен и обоснован новый способ подавления пожара в модулях (получены 3 патента РФ) посредством продувки низкотемпературным атмосферным воздухом с дозированной подачей снега. Приведены результаты экспериментов – компьютерного, демонстрационного, модельного и квазинатурного, подтверждающие эффективность способа продувки и возможность безопасного проникновения в модуль участников тушения пожара.

Ключевые слова: Арктический модуль, сдерживание и тушение пожара, оперативная продувка.

Features of fire extinguishing tactics at facilities in the arctic zone

Alexander A. TARANTSEV¹, Andrey D. ISHCENKO², Andrey A. TARANTSEV³.

¹"Saint Petersburg University of the State Fire Service of the EMERCOM of Russia named after the Hero of the Russian Federation Army General E.N. Zinichev"

^{2,3}State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Abstract. Information about tactical ventilation of objects in case of fire was carried out. The features of objects in the Arctic and the complexity of extinguishing fires in conditions of extremely low temperatures are shown. A new method of suppressing fire in modules is proposed and justified (3 patents of the Russian Federation have been obtained) by purging with low-temperature atmospheric air with a metered supply of snow. The results of experiments – computer, demonstration, model and quasi-natural - are presented, confirming the effectiveness of the purge method and the possibility of safe penetration into the module of fire extinguishing participants.

Key words: Arctic module, fire containment and extinguishing, operational purging.

Значимость Арктической зоны РФ

Стратегическая значимость Арктической зоны (АЗ) РФ и районов Крайнего Севера (КС) обусловлена следующими обстоятельствами [1]:

- наличием огромных природных богатств – ископаемые, газ, нефть, рыбный промысел и др. (рисунок 1-а) [2-4];
- наличием Северного Морского пути (СМП) как важнейшей транспортной артерии и кратчайшего пути из Европы на Дальний Восток (рисунки 1-б,в), в т.ч. инфраструктуры СМП - портов, метеостанций, систем связи и др. [2, 3];
- необходимостью защиты наших экономических и политических интересов в АЗ и районах КС (рисунок 1-г) [5-8].

Вышеуказанные обстоятельства диктуют необходимость освоения нашего сектора АЗ и районов КС посредством строительства станций различного назначения и развития транспортной инфраструктуры. Климатические особенности региона (низкие температуры, ветра, снежные заносы, вечная мерзлота), в свою очередь, обуславливают и особенности архитектуры арктических станций, в частности, хорошо зарекомендовавшую себя модульность. Модули могут иметь различное назначение (целевые, административные,

бытовые, складские, санитарные, энергомодули и др.), они хорошо утеплены, не требуют мощных фундаментов и способны образовывать единую структуру станции (рисунок 1-д) с возможностью её развития.

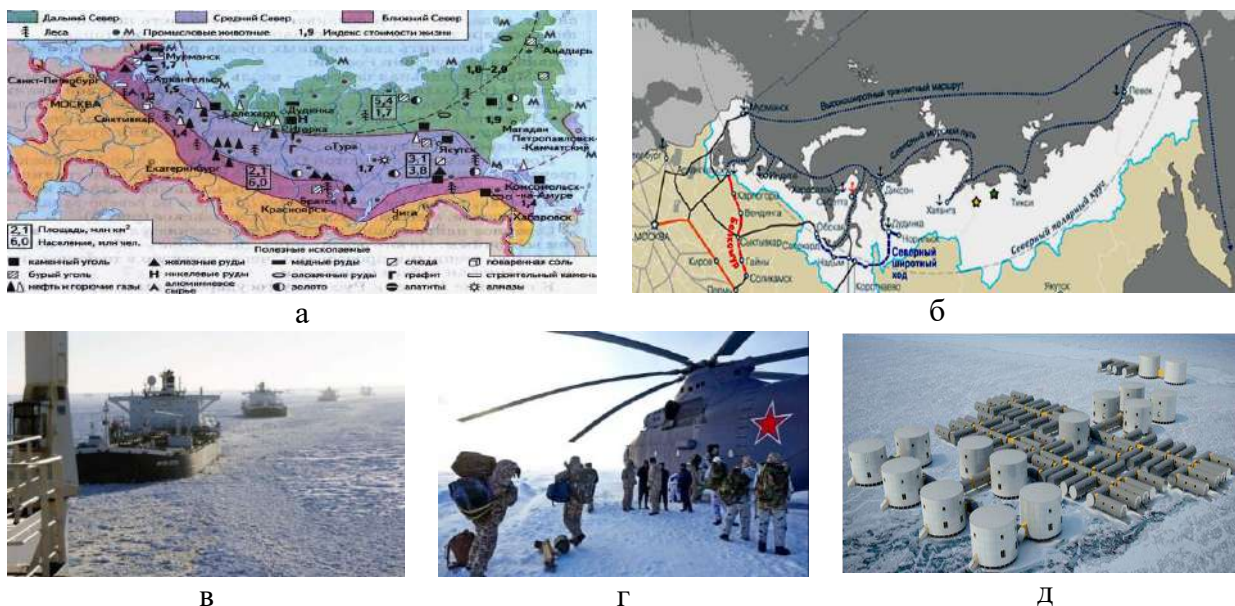


Рисунок 1 – Природные богатства АЗ и КС (а), СМП (б, в); отряд в АЗ (г); модульная арктическая станция (д)

Опасность пожаров на арктических объектах

Тем не менее, модули имеют и существенный недостаток – пожароуязвимость. Это обусловлено как их высокой энергонасыщенностью (на порядок и более выше, чем у объектов аналогичного назначения в районах с умеренным климатом) и пониженной огнестойкостью конструкции. Особую опасность представляет пожар энергомодуля (рисунок 2-а), т.к. станция может оказаться обесточенной – она потеряет своё функциональное назначение, а прекращение отапливания модулей несет угрозу для здоровья персонала. Не менее опасен и пожар топливного резервуара (рисунок 2-б), поскольку также угрожает энергоснабжению станции.

Применение воды или ОТВ на её основе для тушения модуля при низкой температуре представляет большую сложность как по причине необходимости хранения запаса воды в обогреваемом объёме, так и необратимого повреждения модуля при её замерзании (рисунок 2-в).



Рисунок 2 – Пожар в арктическом модуле (а), горение резервуара (б) и последствия тушения модуля водой при низкой температуре (в)

При этом нужно учитывать невозможность оперативного оказания помощи извне ввиду удалённости арктических станций от крупных населенных пунктов, друг от друга и

арктических спасательных центров, а также неразвитость транспортной инфраструктуры и нелётную погоду.

Особенности тушения пожаров в арктических модулях

В этой связи был предложен принципиально новый тактический подход к тушению арктических модулей – охлаждение зоны горения низкотемпературным воздухом посредством вентилятора с дозированной подачей снега в нагнетаемую струю [9, 10]. При этом происходит удаление токсичных продуктов горения и дыма из модуля, что позволяет участникам тушения проникнуть внутрь и безопасно под защитой низкотемпературной струи осуществлять ликвидацию горения в модуле и проведение аварийно-спасательных работ (АСР).

На рисунке 3-а показана принципиальная схема подавления пожара в модуле охлаждением низкотемпературным воздухом и дозированной подачей снега, на рисунке 3-б – последовательность действий по тушению пожара и проведению АСР. Оборудование модулей вентиляторами и нормально закрытыми вентиляционными люками позволяет создать принципиально новую систему противопожарной защиты арктического объекта (рисунок 3-в) [11].

Разработанный способ подавления пожара в арктическом модуле и реализующие его устройства для модернизации действующих модулей запатентованы (рисунок 4), обоснованы с использованием закона С.Аррениуса, подтверждены компьютерным моделированием и экспериментом. Тактика тушения, представляющая собой развитие известного метода тактической вентиляции, является щадящей (максимально сохраняется работоспособность кабелей, оборудование в модуле и его конструкция) и позволяет ввести модуль в эксплуатацию после необходимого ремонта.

Интересно отметить, что вышеописанный подход применим и к судам, плавающим в высоких широтах,

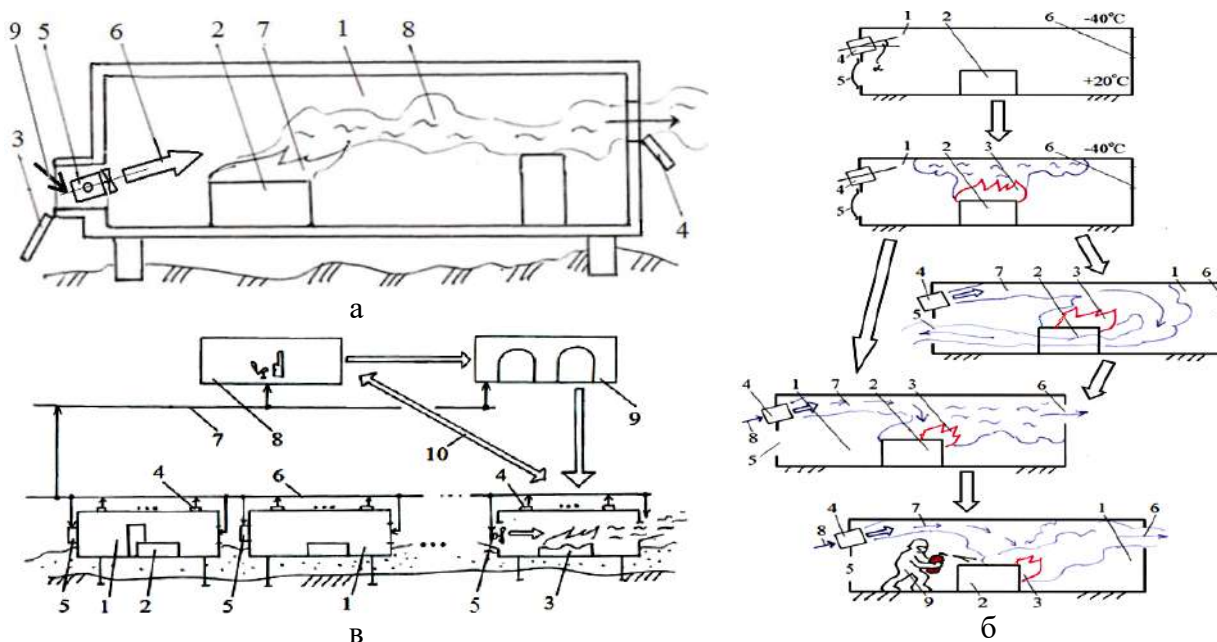


Рисунок 3 – Подавление пожара в арктическом модуле (а), последовательность действий по тушению пожара и проведению АСР (б), система противопожарной защиты арктической станции (в).

Нумерация в соответствии с [9-11]



Рисунок 4 – Патенты РФ в части подавления пожара посредством охлаждения зоны горения низкотемпературным воздухом с дозированной подачей снега

В случаях пожаров на открытой местности (например, возгорание ёмкостей с топливом, рисунок 2-б) в условиях низких температур целесообразно представляется перспективным использование снегоуборочной техники – рисунок 5.



Рисунок 5 – Снегоуборочная техника, которая может применяться для тушения пожаров на территории арктических станций

Выводы

1. Способ сдерживания и тушения пожара продувкой объёма низкотемпературным наружным воздухом с дозированной подачей снега в нагнетаемую струю и проникновением под её защитой пожарных в модуль – новый тактический приём и развитие тактической вентиляции применительно к условиям АЗ и КС.
2. Способ экономичен (не требуется АЦ и депо), позволяет начать тушение оперативно, безопасен для персонала, электрооборудования и аппаратуры.
3. Обеспечивает возможность сдерживания и тушения пожара на ранней стадии и тем самым уменьшить время его свободного развития, что позволяет восстановить модуль и сохранить оборудование в нём.
4. Позволяет оперативно дооборудовать действующие модули.
5. Запатентован и обоснован теоретически и экспериментально.

Список источников

1. Таранцев, А.А. Арктика. Пожары. Транспорт / А.А. Таранцев, М.А. Лосев, А.А. Таранцев. - СПб.: ИПТ РАН, СПбУ ГПС МЧС России, 2021. – 144 с.
2. Инджиев, А.А. Битва за Арктику. Будет ли Север русским? - М.: Яуза: Эксмо, 2010. – 224 с.
3. Широкоград, А.Б. Арктика и Северный морской путь. Безопасность и богатство России. - М.: Вече, 2017. – 416 с.

4. Инфраструктура Сибири, Дальнего Востока и Арктики. Состояние и три этапа развития до 2050 года / Под ред. чл.-корр. РАН А.А. Макоско. – СПб.: ИПТ РАН, 2019. – 468 с.
5. Постановление Президиума ЦИК СССР от 15.04.1926 «Об объявлении территорий Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом Океане».
6. Закон Российской Федерации от 01.04.1993 г. № 4730-1 «О государственной границе Российской Федерации» (с изменениями).
7. Указ Президента РФ от 27.06.2017 г. № 287 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации».
8. Федеральный закон от 17.12.1998 г. № 191-ФЗ «Об исключительной экономической зоне Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).
9. Таранцев А.А., Ищенко А.Д., Таранцев Анд.А., Горохов А.П. О способе подавления пожара на объектах СМП, в том числе на энергообъектах // Морские интеллектуальные технологии, №4(42), т.4, 2018, с.202-207.
10. Таранцев А.А., Ищенко А.Д., Холостов А.Л., Таранцев Анд.А., Горохов А.П. О проблеме подавления пожара на удаленных автономных объектах в условиях экстремально низких температур // Пожары и ЧС: предотвращение, ликвидация, №2, 2019, с.30-40.
11. Таранцев А.А., Ищенко А.Д., Холостов А.Л., Таранцев Анд.А. Управление противопожарной защитой модульных объектов в районах с экстремально низкой температурой // Пожары и ЧС: предотвращение и ликвидация, №1, 2020, с.16-21.

ГСНТИ 81.92.17

УДК 614.842.65

ББК 68.9

**Сергей Владимирович ТАРАСОВ¹, Дмитрий Юрьевич ПИГУСОВ²,
Надежда Сергеевна ПУСТОВАЛОВА³**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (sergey.tarasov11@mail.ru, SPIN 2602-9128, ID: 1128079)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (d.pigusov@mail.ru, SPIN 8473-6519, ID: 833466)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (anakonda2705@mail.ru, SPIN 2412-0048, ID: 1146836)

Организация и расчет подачи (транспортировки) огнетушащих веществ как часть основ пожарной тактики

Аннотация. В статье раскрыты вопросы организации и расчета подачи (транспортировки) огнетушащих веществ на тушение пожаров на объектах различного функционального назначения, представлены условия для построения оптимальных схем насосно-рукавных систем (НРС) (схем боевого развёртывания отделений на основных пожарных автомобилях), рассмотрена методика по определению напора на пожарном насосе основного пожарного автомобиля при подаче воды или водного раствора пенообразователя (воздушно-механической пены) и предельного расстояния по подаче огнетушащих веществ на пожарах, указаны схемы боевого (тактического) применения пожарных автоцистерн (АЦ) при подаче воды, воздушно-механической пены без установки и с установкой на водоисточник для забора воды. Представленный материал позволяет РТП в кратчайшие сроки осуществлять выбор, построения и обоснования оптимальных схем НРС (схем боевого развёртывания отделений на основных пожарных автомобилях) в зависимости от обстановки, складывающейся на пожарах.

Ключевые слова: насосно-рукавные системы, оптимальные схемы, построение насосно-рукавных систем, боевое развертывание, подача огнетушащих веществ.

Sergey V. TARASOV¹, Dmitry Yu. PIGUSOV², Nadezhda S. PUSTOVALOVA³

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Organization and calculation of supply (transportation) of extinguishing agents as part of the fundamentals of Fire Tactics

Abstract. The article reveals the issues of organization and calculation of supply (transportation) of fire extinguishing agents to extinguish fires on objects of different functional purpose, presents the conditions for the construction of optimal schemes of pump and hose systems (LRS) (schemes of combat deployment of departments on the main fire trucks), considers the methodology for determining the head on the fire pump of the main fire truck when supplying water or aqueous solution of foaming agent (air-mechanical foam) and the limiting distance for the supply of fire extinguishing agents. The presented material allows the RTP in the shortest possible time to carry out the selection, construction and justification of optimal schemes of LDC (schemes of combat deployment of departments on the main fire trucks) depending on the situation on fires.

Key words: pumping-bag systems, optimal schemes, construction of pumping-bag systems, combat deployment, supply of fire extinguishing agents.

Одним из важнейших условий успешного тушения пожара является организация бесперебойной (непрерывной) подачи воды и других огнетушащих веществ в требуемом количестве на боевые позиции (участки) подразделений пожарной охраны, начиная с момента введения на тушение пожара ствола первой помощи первым прибывшим подразделением [1].

В соответствии со статьей 22¹ непосредственное руководство тушением пожара осуществляется руководителем тушения пожара (РТП) – прибывшим на пожар старшим оперативным должностным лицом пожарной охраны (если не установлено иное), которое управляет на принципах единоначалия личным составом пожарной охраны, участвующим в тушении пожара, а также привлеченными к тушению пожара силами.

Исходя из данных требований, РТП обязан иметь профессиональные (тактические) знания и уметь организовывать бесперебойную подачу огнетушащих веществ на тушение пожаров.

Приобретение данных знаний обучающимися осуществляется в высших образовательных учреждениях МЧС России на дисциплине «Пожарная тактика».

Пожарная тактика – это теория и практика подготовки и ведения действий подразделений пожарной охраны по тушению пожаров [4].

Главной целью дисциплины «Пожарная тактика» является развитие у РТП тактического мышления, то есть его способности в любой оперативно-тактической обстановке на пожаре принимать в кратчайшие сроки оптимальные и правильные (адекватные) решения [1].

Базой (фундаментом) тактического мышления РТП является его знание основ пожарной тактики (основ тушения пожаров), которые можно представить в виде 6 разделов обучения, а именно:

- основы прогнозирования и оценки обстановки на пожарах;

¹ Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 10.07.2023) «О пожарной безопасности»

- основы локализации и ликвидации пожаров;
- тактические возможности подразделений пожарной охраны;
- организации и расчет подачи (транспортировки) огнетушащих веществ на тушение пожаров;
- расчет требуемых сил и средств на тушение пожаров;
- боевые действия подразделений пожарной охраны.

Основы пожарной тактики являются одним из основополагающих разделов пожарной тактики.

Рассматривая организацию и расчет подачи (транспортировки) огнетушащих веществ как часть основ пожарной тактики остановимся на одном из основных способов подачи воды и других огнетушащих веществ на тушение пожаров, а именно подача огнетушащих веществ непосредственно от основных пожарных автомобилей без установки или с установкой на водоисточник (пожарный гидрант, пожарный водоем, реку, озеро, пруд и т.д.);

На основе проведенного анализа организации тушения пожаров на объектах различного функционального назначения, происшедших за последние 5 лет на территории Российской Федерации, установлено, что на тушение 65% от общего количества пожаров применяется данный способ подачи огнетушащих веществ.

Для реализации данного способа подачи огнетушащих веществ на тушение пожара требуется своевременно и в достаточном количестве сосредоточить на месте пожара основные автомобили, выбрать для них оптимальные схемы НРС. Организовать взаимодействие между отделениями на основных пожарных автомобилях с учётом их тактико-технических характеристик.

Бесперебойную подачу огнетушащих веществ на пожаре с момента подачи первого ствола на тушение обеспечивает оптимально выбранная насосно-рукавная система (НРС).

Оптимальные схемы НРС и их устойчивая работа создаёт условия для ликвидации пожаров в кратчайшие сроки привлечёнными силами и средствами пожарной охраны.

Для построения оптимальных схем НРС необходимо в зависимости от обстановки на пожарах учитывать следующие условия [1,2,3]:

- обеспечение безопасности личного состава подразделений пожарной охраны при боевом развертывании отделений на основных пожарных автомобилях (при боевой работе на НРС);
- выбор оптимальной схемы НРС основных пожарных автомобилей с учетом минимальной затраты времени на ее реализацию;
- выбор кратчайшего расстояния от водоисточника (пожарного гидранта, пожарного водоема, реки, озера и т.д.) до места пожара;
- порядок боевого применения основных пожарных автомобилей (пожарных автоцистерн) с установкой и без установки на водоисточник в зависимости от сложности пожара;
- рациональное (экономное) использование личного состава при боевом развертывании отделений на основных пожарных автомобилях (т.е. при построении и обслуживании НРС) на пожаре;
- тактико-технические характеристики и количество пожарного оборудования на основных пожарных автомобилях согласно норм табельной положенности на основные и специальные пожарные автомобили;
- минимальное (рациональное) использование пожарного оборудования (пожарных стволов, генераторов, пожарных рукавов, рукавных разветвлений и т.д.) при боевом развертывании (построении НРС);
- равномерное распределение фактического расхода огнетушащих веществ по магистральным рукавным линиям, проложенных от основного пожарного автомобиля, на тушение пожара;

– номинальное использование тактико-технических характеристик пожарных насосов (номинального напора, расхода) на основных пожарных автомобилях, а также предельного расстояния установки основного пожарного автомобиля от места пожара.

Предельным расстоянием по подаче огнетушащих веществ на пожарах (далее – предельное расстояние) считают максимальную длину рукавных линий от основных пожарных автомобилей, установленных на водоисточники, до рукавных разветвлений, расположенных у места пожара, обусловленных номинальными характеристиками насосного агрегата (пожарного насоса, пожарной мотопомпы и т.д.).

Число водяных и пенных стволов (генераторов), подаваемых отделением на основном пожарном автомобиле на тушение пожаров, зависит от предельного расстояния, численности боевого расчета, а также от сложившейся обстановки на пожаре.

Также устойчивость работы НРС от основного пожарного автомобиля на пожаре определяется:

- уровнем профессиональной подготовки личного состава боевого расчёта на основном пожарном автомобиле;
- исправностью, надёжностью пожарного насоса и пожарного оборудования на основном пожарном автомобиле;
- правильной эксплуатацией пожарного насоса и пожарного оборудования на основном пожарном автомобиле;
- исправностью пожарных гидрантов, обеспеченностью подъездами к естественным и искусственным водоисточникам и возможностью забора воды из них;
- оптимальным использованием водопроводной сети (пожарных гидрантов на данной сети) с учетом ее водоотдачи. Водоотдача водопроводных сетей для тушения пожаров зависит от типа сети (кольцевая или тупиковая), диаметра труб, напора воды в сети, скорости движения воды по трубам. Водоотдачу кольцевых и тупиковых водопроводных сетей ориентировочно определяют по формулам:

$$Q_{в.}^к = (V_{в.} \cdot d_{сети}^{'})^2, \quad (1)$$

$$Q_{в.}^т = \frac{(V_{в.} \cdot d_{сети}^{'})^2}{2}, \quad (2)$$

где $Q_{в.}^к$, $Q_{в.}^т$ – водоотдача кольцевой и тупиковой водопроводных сетей соответственно, л/с;

$V_{в.}$ – скорость движения воды, по трубам, м/с;

$d_{сети}^{'}$ – диаметр труб (1" = 25,4 мм), дюйм.

Одним из основных показателей, определяющих оптимальность и работоспособность схем НРС, является напор на пожарном насосе основного пожарного автомобиля.

Для обеспечения устойчивой работы НРС расчётный показатель напора не должен превышать номинальный напор на пожарном насосе $H_{пн}^{ном.} = 100$ м вод. ст. В исключительных случаях по решению РТП для обеспечения проведения спасательных работ в зданиях повышенной этажности с учётом тактико-технических характеристик пожарного насоса напор на нем может быть увеличен до $H_{пн}^{ном.} = 120 - 140$ м вод. ст.

Напор пожарных насосов пожарных автомобилей расходуется в НРС на преодоление сопротивлений в магистральной рукавной линии, рукавном разветвлении и рабочей рукавной линии, на подъем местности и технических средств тушения пожаров (стволов, генераторов), а также для создания рабочего напора у приборов тушения.

Напоры для работы технических средств тушения пожаров принимают в зависимости от требуемого расхода огнетушащих веществ, а подъем местности определяют в каждом конкретном случае.

С целью определения и обоснования оптимальных схем боевого развертывания предлагается рассмотреть методику определения напора на пожарном насосе основного

пожарного автомобиля при подаче воды или водного раствора пенообразователя (воздушно-механической пены) и предельного расстояния по подаче огнетушащих веществ на пожарах.

Методика определения напора на пожарном насосе основного пожарного автомобиля сводится к определению следующих расчётных значений [1,2,3]:

1) Определение количества пожарных напорных рукавов в магистральной линии производится по формуле:

$$N_{\text{м.р.л.}} = 1,2 \cdot \frac{L_{\text{в.}}}{20}, \quad (3)$$

где $N_{\text{м.р.л.}}$ – количество рукавов в магистральной рукавной линии, шт.;

1,2 – коэффициент, учитывающий неровности местности (изгиб магистральной рукавной линии);

$L_{\text{в.}}$ – расстояние от водоисточника до пожара, м.

20 – длина одного напорного рукава в магистральной рукавной линии, м;

2) Определение потерь напора в магистральной рукавной линии производится по формуле:

$$\Delta H_{\text{м.р.л.}} = N_{\text{м.р.л.}} \cdot S_{\text{м.р.л.}} \cdot Q_{\text{м.р.л.}}^2, \quad (4)$$

где $\Delta H_{\text{м.р.л.}}$ – потери напора в магистральной рукавной линии, м;

$N_{\text{м.р.л.}}$ – число рукавов в магистральной рукавной линии, шт.;

$S_{\text{м.р.л.}}$ – гидравлическое сопротивление одного напорного рукава длиной 20 м в магистральной рукавной линии;

$Q_{\text{м.р.л.}}$ – расход воды в магистральной рукавной линии, л/с (определяется по суммарному расходу воды из пожарных стволов или генераторов, присоединенных к наиболее нагруженной магистральной рукавной линии).

3) Определение потери напора в рабочей рукавной линии производится по формуле:

$$\Delta H_{\text{р.р.л.}} = N_{\text{р.р.л.}} \cdot S_{\text{р.р.л.}} \cdot Q_{\text{р.р.л.}}^2, \quad (5)$$

где $\Delta H_{\text{р.р.л.}}$ – потери напора в рабочей рукавной линии, м;

$N_{\text{р.р.л.}}$ – число рукавов в рабочей рукавной линии, шт.;

$S_{\text{р.р.л.}}$ – гидравлическое сопротивление одного напорного рукава длиной 20 м в рабочей рукавной линии;

$Q_{\text{р.р.л.}}$ – расход воды в рабочей рукавной линии, л/с (определяют по максимальному расходу из пожарного ствола или генератора, присоединенного к рабочей рукавной линии).

4) Определение фактического напора на пожарном насосе основного пожарного автомобиля производится по формуле:

$$H_{\text{пн}}^{\text{факт.}} = \Delta H_{\text{м.р.л.}} + \Delta H_{\text{разв.}} + \Delta H_{\text{р.р.л.}} + H_{\text{ств.}} \pm Z_{\text{ств.}} \pm Z_{\text{м.}}, \quad (6)$$

где $H_{\text{пн}}^{\text{факт.}}$ – фактический напор на пожарном насосе, м;

$\Delta H_{\text{м.р.л.}}$ – потери напора в магистральной рукавной линии, м;

$\Delta H_{\text{разв.}}$ – потери напора на рукавном разветвлении, принимаются значения от 2 до 4 м вод. ст. в зависимости от количества подаваемых стволов или генераторов на тушение пожара;

$\Delta H_{\text{р.р.л.}}$ – потери напора в рабочей рукавной линии, м;

$H_{\text{ств.}}$ – напор у ствола или генератора, м вод. ст.;

$Z_{\text{ств.}}$ – наибольшая высота подъема (+) или глубина спуска (-) стволов (генераторов), м;

Z_m – геометрическая высота подъема (+) или спуска местности (-), м.

5) Определение работоспособности НРС на основании выполнения основного условия:

$$H_{\text{ПН}}^{\text{факт.}} \leq H_{\text{ПН}}^{\text{ном.}} = 100 \text{ м вод. ст.} \quad (7)$$

При использовании на пожарах пожарных автомобилей пенного тушения, пеносмесителей или дозирующих пенных вставок для обеспечения подачи водного раствора пенообразователя (воздушно-механической пены) дополнительно рассчитываются следующие параметры:

6) Определение напора на пенной вставке (устанавливается в магистральной рукавной линии за один рукав до разветвления) производится по формуле:

$$H_{\text{вст.}} = H_{\text{ПН}}^{\text{факт.}} - (N_{\text{м.р.л.}} - 1) \cdot S_{\text{м.р.л.}} \cdot Q_{\text{м.р.л.}}^2, \quad (8)$$

где 1 – пенная вставка устанавливается в магистральной рукавной линии за один рукав до разветвления, шт.

7) Определение напора на пожарном насосе пожарного автомобиля пенного тушения производится по формуле:

$$H_{\text{АПТ}} = H_{\text{вст.}} + \Delta H, \quad (9)$$

где ΔH – добавленный напор для получения на пенной вставке водного раствора на основе пенообразователя с требуемой концентрацией, м вод. ст.

Предельное расстояние по подаче огнетушащих веществ на пожарах для наиболее распространенных схем боевого развертывания основных пожарных автомобилей определяют производится по формуле:

$$L_{\text{пред.}}^{\text{расч.}} = \frac{H_{\text{ПН}}^{\text{ном.}} - (\Delta H_{\text{разв.}} + \Delta H_{\text{р.р.л.}} + H_{\text{ств.}} \pm Z_{\text{ств.}} \pm Z_m)}{1,2 \cdot S_{\text{м.р.л.}} \cdot Q_{\text{м.р.л.}}^2} \cdot 20, \quad (10)$$

где $L_{\text{пред.}}^{\text{расч.}}$ – предельное расстояние по подаче огнетушащих веществ, м;

$H_{\text{ПН}}^{\text{ном.}}$ – номинальный напор на пожарном насосе, м вод. ст.;

$\Delta H_{\text{р.р.л.}}$ – потери напора в рабочей рукавной линии, м;

$\Delta H_{\text{разв.}}$ – потери напора на рукавном разветвлении, принимаются значения от 2 до 4 м вод. ст. в зависимости от количества подаваемых стволов или генераторов на тушение пожара (при проведении упрощенных (приближенных) расчетов в формуле показатели $\Delta H_{\text{р.р.л.}}$, $H_{\text{ств.}}$ упраздняются, то в этом случае значение $\Delta H_{\text{разв.}}$ принимается равной 50 м вод. ст.);

$H_{\text{ств.}}$ – напор у ствола или генератора, м вод. ст.;

$Z_{\text{ств.}}$ – наибольшая высота подъема (+) или глубина спуска (-) стволов (генераторов), м;

Z_m – геометрическая высота подъема (+) или спуска местности (-), м;

1,2 – коэффициент, учитывающий неровности местности;

$S_{\text{м.р.л.}}$ – гидравлическое сопротивление одного напорного рукава длиной 20 м в магистральной рукавной линии;

$Q_{\text{м.р.л.}}$ – расход воды в магистральной рукавной линии, л/с (определяют по суммарному расходу воды из пожарных стволов или генераторов, присоединенных к наиболее нагруженной магистральной рукавной линии);

20 – длина стандартного напорного рукава, м.

Анализ тушения пожаров показывает, что около 90% всех пожаров, произошедших в Российской Федерации, ликвидируется силами отделений на пожарных автоцистернах в составе одного пожарного караула.

Тушение любого пожара зависит от успешного боевого применения пожарных автоцистерн в зависимости от обстановки на пожаре и их тактических возможностей.

Боевое применение АЦ при тушении пожаров – организованное использование данного автомобиля на пожарах как самостоятельной боевой единицы (отделения на АЦ), так и во взаимодействии с другими отделениями на пожарных автомобилях, с целью выполнения основной боевой задачи [3].

Боевое (тактическое) применение пожарной автоцистерны представлены в схемах боевого применения пожарной автоцистерны при подаче воды, воздушно-механической пены без установки и с установкой на водоисточник для забора воды [1,2,3]:

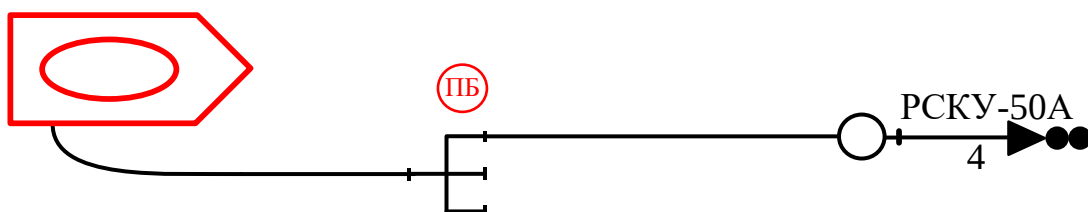


Рисунок 1 – Подача пожарного ручного ствола РСКУ-50А звеном ГДЗС без установки АЦ на водоисточник

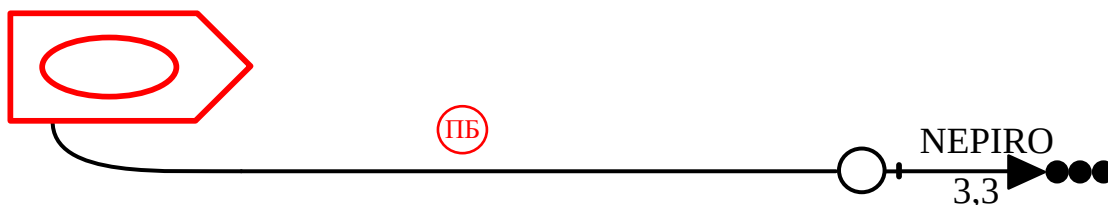


Рисунок 2 – Подача пожарного ручного ствола NEPIRO звеном ГДЗС без установки АЦ на водоисточник:

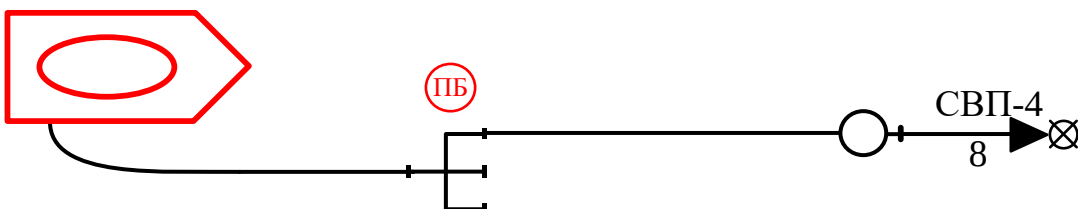


Рисунок 3 – Подача пенного ручного ствола СВП-4 звеном ГДЗС без установки АЦ на водоисточник

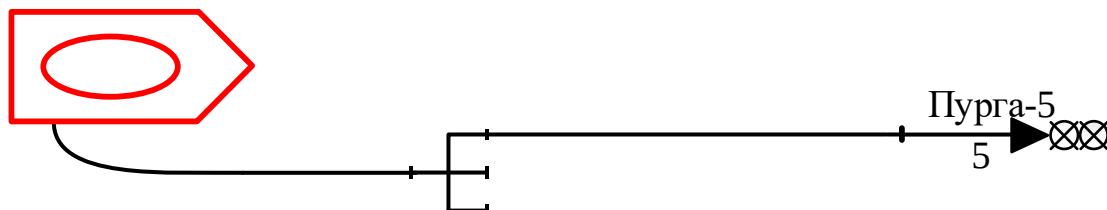


Рисунок 4 – Подача пеногенератора Пурга-5 без установки АЦ на водоисточник

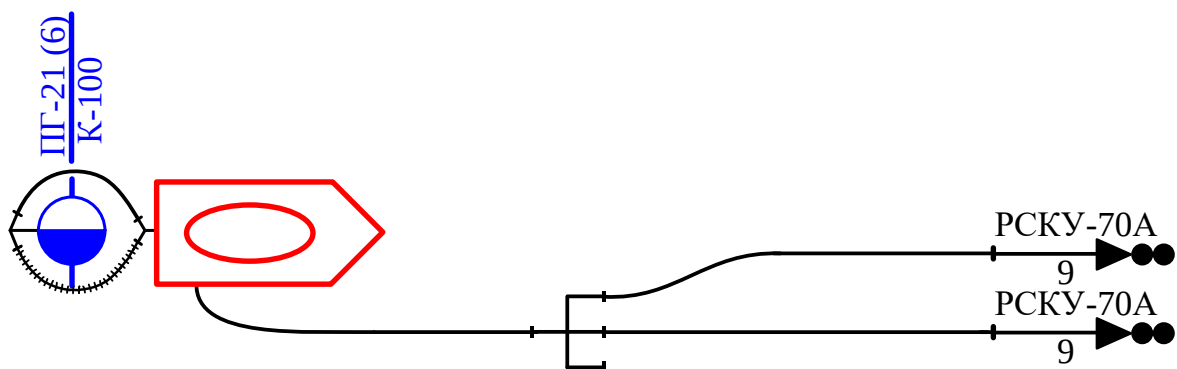


Рисунок 5 – Подача двух пожарных ручных стволов РСКУ-70А с установкой АЦ на пожарный гидрант

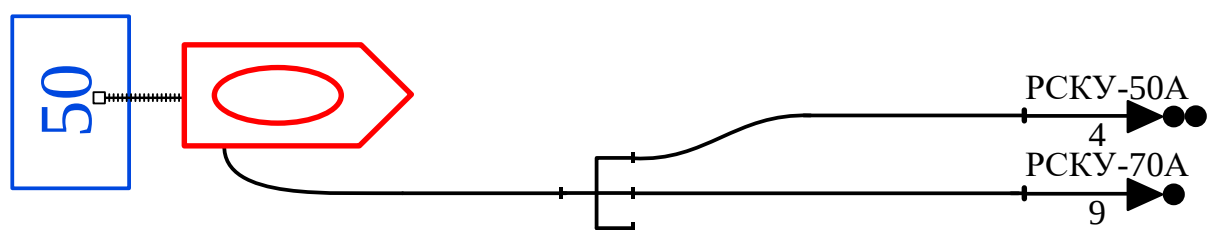


Рисунок 6 – Подача одного пожарного ручного ствола РСКУ-50А и одного РСКУ-70А с установкой АЦ на пожарный водоем

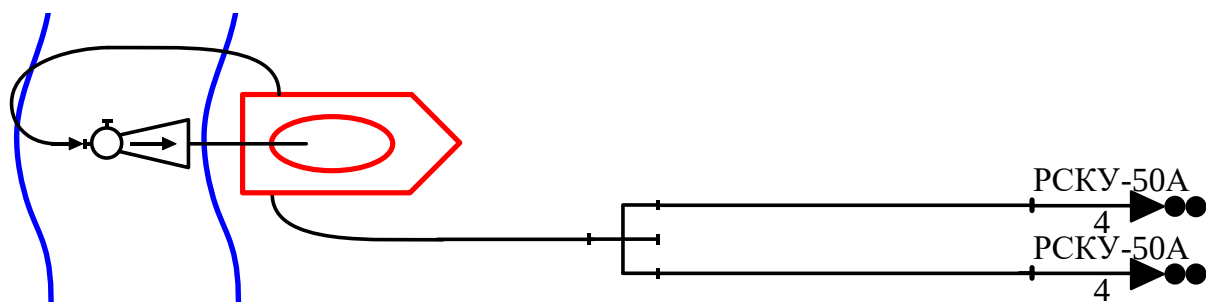


Рисунок 7 – Подача двух пожарных ручных стволов РСКУ-50А с забором воды АЦ с открытого водоема с использованием гидроэлеватора

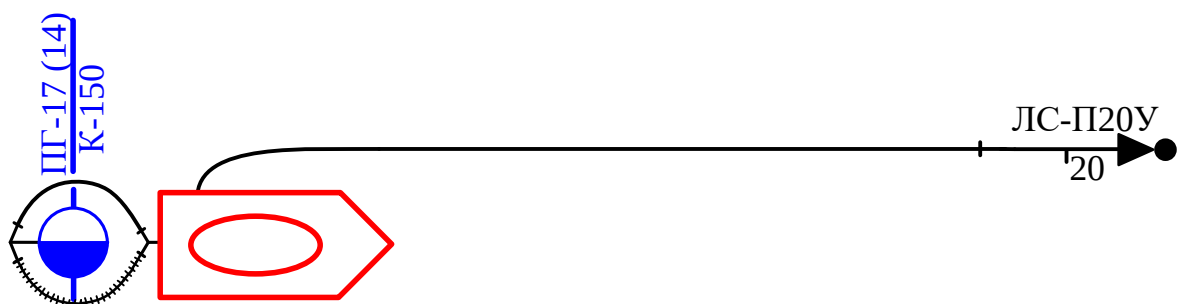


Рисунок 8 – Подача пожарного переносного лафетного ствола ЛС-П20У с установкой АЦ на пожарный гидрант

Знания основ пожарной тактики (основ тушения пожаров), в том числе вопросов связанных с организацией и расчетом подачи (транспортировки) подачи огнетушащих веществ на тушение пожаров основными пожарными автомобилями позволяет РТП в кратчайшие сроки осуществлять выбор, построения и обоснования оптимальных схем НРС

(схем боевого развёртывания отделений на основных пожарных автомобилях) в зависимости от обстановки складывающейся на пожарах.

Изучение и применение данных знаний в рамках боевой подготовки на пожарно-тактических занятиях, пожарно-тактических учениях, а также при тушении пожаров позволяют повысить уровень тактической подготовки РТП, сократить число людей погибающих на пожарах, экономический и материальный ущерб от пожаров в Российской Федерации.

Список источников

1. С.В. Тарасов, Д.Ю. Пигусов, С.А. Шкунов [и др.] Основы тушения пожаров. Часть I: учебное пособие – М.: Академия ГПС МЧС России, 2023. – 204 с.;
2. Иванников В.П., Ключ П.П. Справочник руководителя тушения пожара. – М.: Стройиздат, 1987. – 288 с.;
3. С.В. Тарасов, Д.Ю. Пигусов, С.А. Шкунов [и др.] Тактические возможности подразделений пожарной охраны: учебное пособие – М.: Академия ГПС МЧС России, 2023 – 258 с.;
4. Повзик Я.С., Ключ П.П., Матвейкин А.М. Пожарная тактика: Учеб. для пожарно-техн. училищ – М.: Стройиздат, 1990. – 335 с.

ГСНТИ 81.92.31

УДК 614.841.48

ББК 35.10н68

**Дарья Андреевна ТАРАСОВА¹, Илья Александрович КУЗНЕЦОВ²,
Александр Валерьевич КУЗНЕЦОВ³**

¹ Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, Россия (darlingoov@mail.ru, SPIN 8288-9490, ID:1188565)

² Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, Россия (ikuz1999@list.ru, SPIN 5334-9884, ID: 1164619)

³ Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, Россия (a.kuznetsov9@yandex.ru, SPIN 1515-0753, ID: 909767)

Обзор и специфика возгораний аккумуляторов на электромобилях

Аннотация. В статье проведен обзор возгораний аккумуляторов в электромобилях, а также связанные с этим вопросы пожарной безопасности и стратегии противопожарной защиты. Цель исследования является помощь исследователям и производителям, работающим с аккумуляторами, электромобилями и/или инженерами по пожарной безопасности, стимулировать активное исследовательское сотрудничество и привлечь будущие исследования и разработки по повышению общей безопасности будущих электромобилей.

Ключевые слова: электромобиль, возгорание, аккумуляторы, литий-ионная батарея

Daria A. TARASOVA¹, Ilya A. KUZNETSOV², Alexander V. KUZNETSOV²

^{1,2,3} Ivanovo Fire and Rescue Academy of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Ivanovo, Russia

Overview and specifics of battery fires on electric vehicles

Abstract. The article provides an overview of battery fires in electric vehicles, as well as related fire safety issues and fire protection strategies. The purpose of the study is to help researchers and manufacturers working with batteries, electric vehicles and/or fire safety engineers to stimulate active research collaboration and to attract future research and development to improve the overall safety of future electric vehicles.

Key words: electric car, fire, batteries, lithium-ion battery

Электромобиль (ЭМ) использует электродвигатель и полагается на электроэнергию для приведения в движение. Термин ЭМ обычно относится к дорожным транспортным средствам, но в более общем плане он также может включать железнодорожные транспортные средства, надводные и подводные суда. В представленном обзоре этот термин распространяется только на дорожные электромобили, которые полностью или частично питаются от литий-ионной батареи (ЛИБ). Электромобили с аккумуляторами работают исключительно на электроэнергии, тогда как подключаемые гибридные электромобили и гибридные электромобили также могут питаться от двигателя внутреннего сгорания.

Внедрение электромобилей и инциденты с пожарами, связанные с ними, привлекли значительное внимание средств массовой информации. В целом, большинство аварий с возгоранием электромобилей вызвано утечкой тепла ЛИБ. Распространенные причины возгораний электромобилей включают самовозгорание (самопроизвольное/автоматическое воспламенение) в припаркованных транспортных средствах из-за поджога или длительной зарядки. Таким образом, склонность к самовозгоранию при обычной зарядке, парковке и вождении из-за перегрева ЛИБ делает возгорание электромобилей уникальным и сильно отличается от возгораний в автомобилях с двигателями внутреннего сгорания (ДВС).

На рисунке 1 показано несколько типичных случаев возгорания электромобилей:

- а) 15 января 2016 года в Корее загорелся электромобиль Renault-Samsung модели SM3.Z.E во время движения;
- б) 26 апреля 2015 года в Шэньчжэне, Китай, на зарядной станции загорелся электробус pure battery, и этот электробус не заряжался, когда загорелся;
- в) 15 июня 2018 года в Калифорнии, США, из электромобиля Tesla Model S вышел дым, и пожар был потушен с помощью впрыскивание 1135 л воды и пены;
- д) пожар электромобиля произошел на автостоянке 20 мая 2018 года в Ханчжоу, Китай.



Рисунок 1 – Примеры возгораний электромобилей

Аккумулятор является топливом для питания электромобилей, подобно тому, как бензин или дизельное топливо являются основным топливом для питания автомобилей с двигателями внутреннего сгорания. С расширением рынка количество владельцев электромобилей постоянно увеличивается, в результате вероятность несчастных случаев с пожарами на электромобилях возрастет.

Пожары являются одним из рисков, окружающих транспортные средства [1, 2]. В большинстве случаев возгорания гибридных и аккумуляторных электромобилей, особенно при самовозгорании, пожар начинается в системе питания аккумулятора. С точки зрения тяги емкость аккумулятора можно сравнить с емкостью бензина в топливном баке автомобилей с ДВС. Таким образом, возгорание электромобилей связано с риском возникновения пожара и опасностью, связанной с аккумуляторным элементом и системой питания, а также с размером и емкостью аккумуляторного блока. В целом, чем больше количество батарей и чем большее количество энергии они могут содержать, тем выше риск возгорания электромобилей.

Количество батарей, используемых электромобилями, может быть очень большим. Это необходимо, поскольку мощность, потребляемая обычным электромобилем, в тысячи раз больше и быстрее, чем, например, у обычного смартфона. Аккумуляторы ЭМ должны обеспечивать большую мощность (до 100 кВт) и высокую энергоемкость (до десятков кВтч). Одновременно они сталкиваются со значительными проблемами, связанными с ограниченным пространством и весом, сохраняя при этом доступную цену. Как правило, аккумуляторы для электромобилей состоят из элементов, модулей и комплекта. Элементы батареи, основной блок ЛИБ, соединены последовательно или параллельно, образуя модуль батареи. Каркас используется для крепления элементов друг к другу и защиты их от внешних ударов, перегрева и вибрации. Аккумуляторная батарея — это узел, который объединяет модули в инфраструктуру, которая включает в себя конструктивные компоненты, проводку, контуры охлаждения и силовую электронику. Кроме того, установлено несколько модулей с системами, которые управляют питанием, зарядкой/разрядкой и температурой. Обычно их называют системой управления аккумуляторами (СУА). Эта компактная сборка позволяет электромобилю накапливать много энергии. Однако это также затрудняет регулирование температуры внутри блока.

Свойства отдельных элементов батареи определяют ходовые качества электромобиля. В электромобилях использовались традиционные технологии изготовления аккумуляторов, такие как свинцово-кислотные, никель–кадмиевые (NiCd) и никель-металлогидридные (NiMH). Несмотря на меньший риск возгорания, чем ЛИБ, их плотность энергии и емкость, а также скорость зарядки и разрядки гораздо более ограничены. Это делает их непригодными для современных электромобилей. С тех пор как доктор Гуденаф изобрел ЛИБ в 1980 году, а Sony коммерциализировала его в 1991 году, ЛИБ широко используется во всех видах электрических устройств, включая электромобили. Сегодня ЛИБ доминирует на рынке электромобилей, и ожидается, что это произойдет в ближайшие несколько десятилетий. Популярность ЛИБ в первую очередь обусловлена их высокой плотностью энергии и длительным сроком службы по сравнению с традиционными технологиями аккумуляторных батарей. Кроме того, меньший вес делает ЛИБ наиболее подходящим для транспортных средств, поскольку это может повысить эффективность транспортировки.

В зависимости от конфигурации и производственного процесса различают три типа: цилиндрические, призматические и аккумуляторные элементы, представленные на рисунке 2. Как правило, емкость аккумуляторных батарей, используемых в электромобилях, может варьироваться от 3 до 300 Ач для разных типов и производителей. Эта энергия связана с химическим составом и конструкцией аккумуляторной батареи. Например, Tesla использует NCA (никель, кобальт и оксид алюминия) в цилиндрическом элементе, который обеспечивает впечатляющую удельную энергию в 3,4 Ач на элемент или 248 Втч/кг. Наибольшая энергоемкость легковых электромобилей - Tesla Model S, которая

обеспечивает около 100 кВтч. Такая энергоемкость может обеспечить запас хода свыше 380 км на одном заряде. Однако опасность возгорания электромобилей также возрастает с увеличением количества и емкости аккумуляторов (или топлива), поскольку потенциальная нагрузка топливом также увеличивается.



Рисунок 2 – Элементы питания в зависимости от конфигурации и производственного процесса

С тех пор как литий-ионный аккумулятор стал основным источником питания для электромобилей, риск возгорания стал серьезной проблемой безопасности. Это связано с увеличением масштабов использования и плотности энергопотребления аккумуляторной батареи. Само слово литий (как химический элемент) связано с вопросами безопасности. Когда литий-ионный аккумулятор подвергается внешнему воздействию и испытывает экстремальные условия эксплуатации, он может сломаться, выбросить искры, легковоспламеняющиеся газы и токсичный дым, которые могут воспламениться в дальнейшем и привести к постоянному горению, струйному пламени или взрыву газа.

Хотя обычная аккумуляторная система имеет низкую вероятность самовозгорания, она уязвима к внешним термическим, механическим и электрическим воздействиям, которые могут возникнуть в экстремальных условиях эксплуатации или при авариях. Для сравнения, электрические удары и экстремальные условия эксплуатации редки для большинства портативных электронных устройств, таких как ноутбук и смартфон, но они считаются нормальными условиями эксплуатации. Напротив, условия эксплуатации аккумуляторов для электромобилей более тяжелые, учитывая частое ускорение и замедление в сложных дорожных условиях. Более того, емкость аккумулятора (или расход топлива) электромобилей в тысячи раз больше, чем у портативных электронных устройств, что означает более серьезную опасность возгорания в случае перегрева и воспламенения. С другой стороны, меры безопасности, которые включены в конструкцию электромобилей и аккумуляторного блока, являются более совершенными, что снижает вероятность (самопроизвольного) отказа. Поэтому нецелесообразно оценивать риск возгорания аккумуляторов в электромобилях, основываясь на впечатлении о пожароопасности аккумуляторов в портативных электронных устройствах.

Стремление к быстрой зарядке и разрядке в сочетании с высокими ходовыми качествами электромобилей негативно влияет на их пожароопасность. Обычно перезарядка сопровождается джоулевым нагревом и внутренними химическими реакциями. Первое приводит к выделению тепла, тогда как второе со временем может привести к внутреннему

короткому замыканию. Некоторые возгорания электромобилей могут быть вызваны неподходящими условиями эксплуатации и внутренними неисправностями, такими как короткое замыкание в цепи высокого напряжения, перезаряд и перегрев окружающей среды. Однако для многих электромобилей большинство видов нарушений электроснабжения невозможны, если их СУА спроектирована должным образом и функционирует корректно. Помимо выхода из строя элемента питания, вероятно, что большая часть случаев, когда имели место инциденты с «самовозгоранием» или «самопроизвольным воспламенением», связаны с некачественными процедурами производства и проектирования и/или неадекватными электронными системами управления, СУА и системами управления передачей энергии.

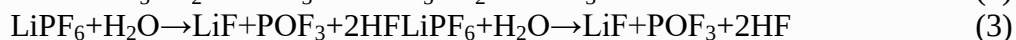
Проблемы, связанные с возгораниями электромобилей, в основном связаны с использованием ЛИБ. Поскольку производители электромобилей стремятся увеличить дальность езды на электротяге и внедряют больше ЛИБ, они также увеличивают потенциальное выделение тепла электромобилем при возникновении пожара. Это увеличение риска возгорания пропорционально увеличению массы и емкости аккумулятора (или топлива). Во время горения аккумуляторов образуются легковоспламеняющиеся/взрывоопасные газы и токсичный дым, такие как водород (H_2), метан (CH_4), оксид углерода (CO) и фтористый водород (HF), которые могут представлять угрозу для людей. Проблемы пожарной безопасности, связанные с электромобилями, сложны и многоаспектны, которые требуют всестороннего рассмотрения. Тем не менее, лучшее понимание этих ключевых параметров пожара помогает обеспечить систематическую оценку возгорания электромобилей.

Возгорания электромобилей могут быть вызваны отказом аккумулятора, и наиболее распространенным отказом ЛИБ является утечка тепла. Тепловой разгон является широко наблюдаемым явлением в химических процессах и процессах горения, относящимся к событию перегрева, при котором происходят экзотермические цепные реакции, преодолевающие охлаждение [3, 4]. Тепловой разгон аккумулятора обычно сопровождается выбросом большого количества темного дыма, горячих искр и мощных струй пламени. Поскольку этот процесс происходит внутри отдельных элементов, потенциальный риск возрастает, если допустить распространение теплового выброса или возгорания по всей батарее.

После начала термического разряда из предохранительного клапана или через трещины в корпусе аккумулятора выходит дым. Этот дым состоит из смеси легковоспламеняющихся и токсичных газов. Легковоспламеняющиеся газы могут воспламениться от близлежащих источников воспламенения, таких как огонь, искры и электрические дуги, или даже могут самовоспламениться из-за плохого охлаждения. Возникающее пламя может дополнительно нагревать аккумулятор. Если скорость выделения газа из корпуса аккумулятора ниже, чем скорость образования внутреннего газа, элемент батареи также может лопнуть. Предохранительный клапан может выпустить часть скопившегося газа, который обычно образуется в процессе теплового разгона до воспламенения, но он может оказаться неспособным предотвратить нагрев элемента извне, например, излучением пламени или горячей батареей поблизости. Кроме того, если выделившемуся газу позволить накапливаться в закрытом помещении и смешиваться с окружающим кислородом, при наличии пробного источника, такого как искра и пламя, может произойти взрыв газа.

Когда температура аккумулятора превышает примерно $150\text{ }^{\circ}\text{C}$, существует большой риск теплового разгона. После запуска теплового разгона либо элемент, либо его предохранительный клапан лопнут и выделится токсичный газ. По мере распространения теплового выброса большее количество элементов аккумулятора перестанет выделять больше дыма и токсичных газов. Такими токсичными газами являются, например, фтористый водород (HF), цианистый водород (HCN), оксид углерода (CO) и т. д. Вдыхание этих газов может привести к головокружению, головной боли, коме, потере сознания или

даже смерти. Содержание фтора внутри ЛИБ-элемента также может привести к образованию оксифторида фосфора (POF_3), который может быть более токсичным, чем HF . Формулы реакции для получения HF и POF_3 представлены в уравнениях (1-3):



Ribière P. [5] выявил, что при сжигании 95-граммового пакета ЛИБ максимальные выбросы CO , NO , SO_2 , HCl и HF составили 1,77 г, 195 мг, 220 мг, 25 мг и 757 мг соответственно. Эти выбросы газов различаются у разных производителей и типов электромобилей, где химический состав и размер аккумуляторной батареи играют роль в потенциальных выбросах газа. Stephens D. [6] в своих исследованиях обнаружил, что уровень выбросов газа был медленным и в небольших количествах для элементов LiFePO_4 (LFP). Однако концентрация HF в выделяющихся частицах была выше для LFP, чем для элементов, которые выделяли больший объем газа за более короткое время, тогда как общее количество выделившегося HF было аналогичным. Это указывает на то, что поведение электрического автобуса, в котором LFP используется чаще, чем в пассажирских автомобилях, может отличаться от поведения горящего пассажирского электромобиля.

Информация о количестве токсичных газов, выделяющихся при пожарах как на автомобилях с ДВС, так и на электромобилях, очень ограничена. Тесты, проведенные Lescocq A. [7], дают некоторое представление об этом вопросе. Установлено, что общее количество HF , выделяемое электромобилями, примерно вдвое превышает количество, измеренное для рассмотренных автомобилей с ДВС. Обнаруженные количества HF увеличиваются, когда начинает гореть аккумуляторная батарея, что происходит только через 30 минут после возникновения пожара в другой части автомобиля. Риск этого выброса очень сильно зависит от сценария инцидента. При внешних сценариях высокочастотный сигнал, скорее всего, будет нарастать и быстро рассеиваться, тогда как в закрытых помещениях это может быть проблематично, если газы не откачиваются. Однако для полного подтверждения этого необходимы дополнительные полномасштабные испытания. Также рекомендуется применять водяную струю для удаления токсичных паров и газов от возгорания электромобилей. Концентрацию кислотных газов, таких как HF , которые выделяются при возгораниях автомобилей с ДВС и ЭМ можно снизить, распыляя на них воду для их промывки. Хотя эффективность распыления воды не была определена количественно, утверждается, что этот метод уже используется при смягчении последствий химических пожаров и, таким образом, может предоставить пожарным полезный инструмент для уменьшения проблем, связанных с пожарами на электромобилях в полевых условиях.

Когда возгорание происходит с участием электромобилей, аккумулятор часто называют основной причиной возникновения пожара в электромобилях. Однако к этому может привести множество других факторов, например, отказ системы зарядки, перегрузка кабеля, воспламенение других легковоспламеняющихся материалов и поджог. Эти случаи возгорания, которые действительно происходят в электромобилях, относительно новы и часто сложны. Однако их можно разделить на несколько категорий, которые представлены в таблице.

Таблица – Основные факторы и причины возгорания электромобилей

Фактор	Причина
1. Электромобиль загорается на месте (часто называемый спонтанным возгоранием или самовозгоранием)	Может быть связано с экстремальными погодными условиями, например, низкой/высокой температурой или высокой влажностью. Это может быть даже связано со «спонтанным» внутренним отказом элемента

2. Электромобиль загорается во время зарядки	Сбой может быть связан с выходом из строя ЛИБ из-за перезаряда, но чаще всего связан с неисправными или небезопасными зарядными станциями и/или кабелями. Это также является основной причиной аварий с возгоранием ЛИБ других электрических устройств, например, смартфонов, где, как было установлено, отсутствует система управления аккумуляторами
3. Аккумуляторная батарея электромобиля повреждена в результате дорожно-транспортного происшествия или других видов происшествий	Ущерб, нанесенный аккумуляторному блоку, настолько серьезен, что аккумуляторная батарея воспламеняется во время или непосредственно после аварии. Вероятность того, что электромобили будут вовлечены в такого рода аварии, вероятно, возрастет с ростом числа электромобилей на улице
4. Аккумуляторная батарея электромобиля подверглась термическому воздействию и повторно воспламеняется после устранения первоначального возгорания	
5. ЛИБ воспламеняется под воздействием внешних факторов, которые могут включать поджог, лесные пожары или горящую конструкцию поблизости от автомобиля	

Подводя итог, авторы акцентируют внимание на том, что риск возгорания литий-ионных аккумуляторов особенно серьезен в электромобилях из-за высоких требований к ходовым качествам и скорости зарядки, неизбежных дорожно-транспортных происшествий, а также увеличения масштаба и плотности энергии аккумуляторных блоков. Возгорание электромобилей сложнее подавить из-за возможного повторного возгорания аккумулятора и трудностей с охлаждением батарейного блока внутри. Для тушения возгорания электромобилей вода по-прежнему считается наиболее эффективной, и для тушения и охлаждения аккумулятора требуется значительное количество воды. Однако можно использовать меньшее количество подавителя, если его наносить непосредственно на аккумуляторный блок. Кроме того, очень мало известно о пожароопасности утилизированных электромобилей и отработанных аккумуляторных блоков. В будущем системы противопожарной защиты с улучшенной конструкцией также должны потребоваться для зданий и парковочных мест, в которых находится большее количество электромобилей и зарядных станций.

Список источников

1. Ермилов, А. В. К вопросу оценки готовности мобильных средств пожаротушения к решению основной боевой задачи / А. В. Ермилов, А. В. Кузнецов // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения : Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 27 апреля 2023 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, 2023. – С. 135-137. – EDN KROBYA.
2. Анализ основных положений информационных систем поддержки принятия решений в гарнизонах пожарной охраны / Д. А. Кудряшкин, И. А. Кузнецов, Д. С. Катин, А. В. Суrowегин // Актуальные аспекты развития науки и общества в эпоху цифровой трансформации : Сборник материалов VI Международной научно-практической

конференции, Москва, 27 марта 2023 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Издательство АЛЕФ", 2023. – С. 79-85. – EDN IURUGW.

3. Ермилов, А. В. Повышение качества принимаемых решений на начальном этапе тушения пожара / А. В. Ермилов, О. Н. Белорожев, А. В. Наумов // Совершенствование тактики действий спасательных воинских формирований (СВФ) МЧС России : Сборник трудов XXVIII Международной научно-практической конференции, Химки, 22 марта 2018 года. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России, 2018. – С. 36-40. – EDN XOVAZD.

4. Тарасова, Д. А. Роль документов предварительного планирования в процессе повышения качества тушения пожаров / Д. А. Тарасова, Т. А. Кувшинова // Актуальные вопросы пожаротушения : сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 26 мая 2023 года. – Иваново: 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», 2023. – С. 326-329. – EDN HXTZUW.

5. Ribière P. et al. Investigation on the fire-induced hazards of Li-ion battery cells by fire calorimetry //Energy & Environmental Science. – 2012. – Т. 5. – №. 1. – С. 5271-5280.

6. Stephens D. et al. Lithium-ion battery safety issues for electric and plug-in hybrid vehicles //National Highway Traffic Safety Administration: Washington, DC, USA. – 2017. – С. 261.

7. Lecocq A. et al. Scenario-based prediction of Li-ion batteries fire-induced toxicity //Journal of Power Sources. – 2016. – Т. 316. – С. 197-206.

ГСНТИ 81.09.03

УДК 620.194

ББК 34.66

Алексей Валериевич ТОПОРОВ

ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, Россия (ironaxe@mail.ru, SPIN: 5405-4469, ID: 453162)

Проблема эксплуатации запорной арматуры, изготовленной из сплавов на основе цинка, алюминия, магния (ЦАМ, ЗАМАК), на трубопроводах противопожарного водоснабжения

Аннотация. Рассмотрен вопрос разрушения запорной арматуры, изготовленной из сплава на основе цинка алюминия магния (ЦАМ, ЗАМАК). Представлены макрофотографии места разрушения шарового крана после 18 лет эксплуатации, а также макрофотографии специально разрушенного фрагмента того же крана. Выдвинуты предположения относительно механизма разрушения изделия и коррозионного воздействия на него в процессе эксплуатации. Приведены выводы по данному вопросу.

Ключевые слова: запорная арматура, сплав ЦАМ, коррозия, разрушение

Aleksey V. TOPOROV

Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia

The problem of operation of shut-off valves made of zinc-aluminum-magnesium alloys (CAM, ZAMAK) on fire-fighting water supply pipelines

Abstract. The issue of destruction of water-shut-off valves made of an alloy based on zinc aluminum magnesium (CAM, ZAMAK) is considered. Macrophotos of the place of destruction of the ball valve after 18 years of operation, as well as macrophotos of a specially destroyed fragment of the same crane are presented. Assumptions are made regarding the mechanism of destruction of the product and the corrosive effect on it during operation. Conclusions on this issue are presented.

Key words: water-locking fittings, ZAMAK alloy, corrosion, destruction

В трубопроводных системах противопожарного водоснабжения используется широкий спектр запорной и соединительной арматуры [1]. Эти изделия крайне разнообразны по размерам и назначению и могут быть изготовлены из различных материалов. Наиболее распространенными материалами являются чугун, коррозионностойкая сталь, сплавы на основе меди, алюминия, цинка, различные полимеры и керамика [2, 3, 4]. Среди этого спектра самой низкой стоимостью обладают изделия изготовленные из сплавов на основе цинка и алюминия. Как правило это ЦАМ или ZAMAK (зарубежное название). Данный тип цинковых сплавов, легированных алюминием, магнием и медью, широко используются для трубопроводной арматуры благодаря относительно невысокой стоимости и прекрасным литейным свойствам. Сплав содержит порядка 95% цинка, 4% алюминия, 1% меди, 0.05-0.1% магния [5]. Существенными недостатками данного сплава являются относительно невысокая прочность, ударная вязкость и коррозионная активность.

Системы противопожарного водоснабжения, как правило, используются крайне не часто и основное время находятся в режиме ожидания. При этом при необходимости они должны выполнить свои функции в полном объеме. Выход из строя водозапорной и соединительной арматуры может этому помешать. Зачастую строительные организации пытаются сэкономить на материалах при монтаже водопроводных систем используя самые дешевые изделия, которые изготовлены из сплавов ЦАМ или аналогов. В самый неподходящий момент возможно разрушение таких изделий, что приведет к выходу из строя системы водоснабжения.

Разрушение изделий из ЦАМ могут быть вызваны чрезмерными механическими воздействиями, например, избыточная намотка уплотнительного материала создаст нагрузки на гайку, в результате чего в нем появится трещина. Также во время монтажа возможен удар по изделию и его разрушения. В обоих случаях персонал, производящий монтаж может наблюдать разрушение и заменить изделие на работоспособное. Самыми опасными являются растянутые во времени и визуально не контролируемые разрушения, происходящие внутри материала под действием коррозии.

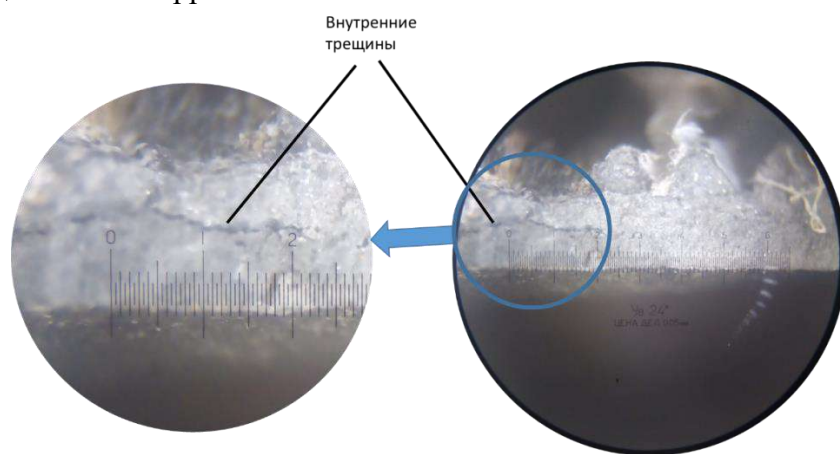


Рисунок 1 – Трещины в структуре материала шарового крана

На рисунке 1 представлена макрофотография фрагмента корпуса шарового крана, пришедшего в негодность после 18 лет эксплуатации. Кран за это время открывался несколько раз для проверки, остальное время находился в закрытом состоянии. Выход из строя был определен по капельной утечке воды. При демонтаже гайка крана практически без усилий распалась на 3 фрагмента. Это говорит о том, что в материале к этому времени сформировалась сеть трещин. Поскольку кран давлением воды нагружен только в осевом направлении, это не привело к его полному разрушению в ходе эксплуатации и создавало иллюзию надежности. Трещины в структуре материала хорошо видны на рисунке 1.

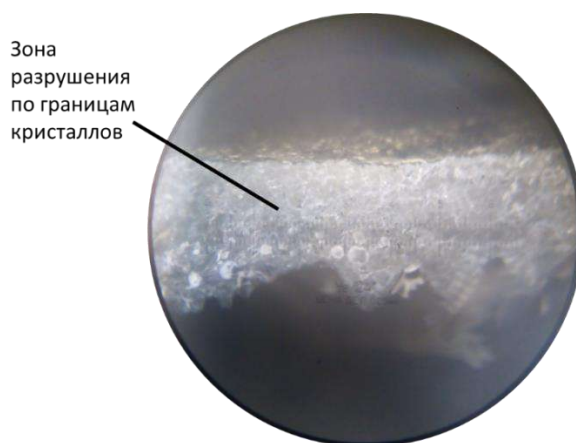


Рисунок 2 – Макрофотография границы «старой» трещины

Макрофотография (рисунок 2) показывает, что трещина прошла по границам кристаллов, кристаллы темного цвета, что может говорить о межкристаллитной коррозии [6]. Коррозионные процессы достаточно длительны по времени и предсказать, когда именно они приведут к появлению трещин и разрушению изделия практически невозможно.

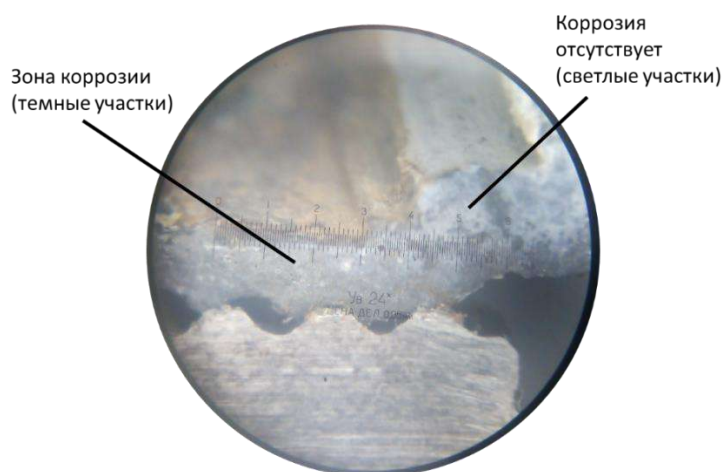


Рисунок 3 – Макрофотография границы «свежей» трещины

На рисунке 3 представлена макрофотография границы трещины непосредственно после разрушения. Как видим на ней имеются темные участки (как на рисунке 2), так и более светлые. По всей видимости на более темных участках имели место коррозионные явления. На светлых трещина прошла по границам кристаллов, и металл в этих местах корродировать не успел.

Рассматривая представленные фотографии возможно сделать вывод, что для трубопроводной арматуры, изготовленной из сплавов семейства ЦАМ имеет место межкристаллитная коррозия по всему объему материала. Прочность обеспечивается

локациями, где коррозия отсутствует. Коррозия приводит к появлению сети трещин, в результате изделие выходит из строя. Время выхода из строя изделия спрогнозировать практически невозможно. При организации противопожарных водопроводов недопустимо использование изделий, изготовленных из сплавов семейства ЦАМ (ЗАМАК).

Список источников

1. Абросимов Ю. Г., Жучков В. В., Мышак Ю. А., Пименов А. А., Карасёв Ю. Л., Фоменко В. Д. П83 Противопожарное водоснабжение: Учебник. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2008. – 311 с.
2. Адельшин А.Б., Хисамеева Л.Р., Низамова А.Х., Хамидуллина А.А. Трубопроводная арматура во внутренних системах жилых и общественных зданий: учебное пособие / А.Б. Адельшин, Л.Р. Хисамеева, А.Х. Низамова, А.А. Хамидуллина. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитектур.-строит. ун-та, 2013. – 133 с.
3. Топоров А.В., Малый И.А., Киселев В.В., Иванов В.Е., Пучков П.В., Зарубин В.П., Кропотова Н.А., Покровский А.А., Легкова И.А., Шарабанова И.Ю. Торцевое магнитоэластичное уплотнение. // Патент на полезную модель RU 184858 U1, 12.11.2018. Заявка № 2018127280 от 24.07.2018.
4. Топоров А.В., Малый И.А., Киселев В.В., Потемкина О.В., Маслов А.В., Иванов В.Е., Пучков П.В., Зарубин В.П., Кропотова Н.А., Покровский А.А., Легкова И.А., Мальцев А.Н. Переносной гидравлический аварийно-спасательный инструмент. // Патент на полезную модель RU 175901 U1, 22.12.2017. Заявка № 2017116326 от 10.05.2017.
5. Цветные металлы и сплавы : учебное пособие / Т.В. Мальцева, Н.Н. Озерец, А.В. Левина, Е.А. Ишина.— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019.— 176 с.
6. Румянцева, К.Е. Антикоррозионная защита металлов: учеб. пособие / К.Е. Румянцева; Иван. гос. хим.- технол. ун-т. – Иваново, 2018. – 185 с.

УДК 614.842.4
ГРНТИ 81.92.01
ББК 35.10н68

**Олег Васильевич СТРЕЛЬЦОВ¹, Андрей Александрович КОНДАШОВ²,
Евгений Васильевич БОБРИНЕВ³, Елена Юрьевна УДАВЦОВА⁴,
Оксана Георгиевна МЕРЕТУКОВА⁵**

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия

¹ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 2655-6108, ID: 760431)

² (akond2008@mail.ru, SPIN 2248-9764, ID: 102556)

³ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 7690-7389, ID: 748201)

⁴ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 1125-8841, ID: 561477)

⁵ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 2655-6108, ID: 1024902)

Влияние отсутствия или неисправности пожарной автоматики на последствия пожара в городах Российской Федерации в 2010-2021 гг.

Аннотация. Проведена сравнительная оценка уровней пожарной опасности объектов защиты с системами пожарной автоматики и без неё в крупных пожарах в городах Российской Федерации в 2010-2021 годах с использованием показателей «соотношение доли спасенных при пожарах людей от суммарного количества погибших и спасенных людей» и «соотношение доли травмированных при пожарах людей от общего количества погибших и травмированных людей при пожарах».

Ключевые слова: крупный пожар, пожарная автоматика, спасение, гибель, травматизм.

Oleg V. STRELTSOV, Andrey A. KONDASHOV, Evgeny V. BOBRINEV, Elena Yu. UDAVTSOVA, Oksana G. MERETUKOVA

Federal State Budgetary Institution "All-Russian Research Institute of Fire Defense of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

The impact of the absence or malfunction of fire automatics on the consequences of a fire in the cities of the Russian Federation in 2010-2021

Abstract. A comparative assessment of the fire hazard levels of protected objects with and without fire automation systems in major fires in the cities of the Russian Federation in 2010-2021 was carried out using the indicators "the ratio of the share of people saved in fires from the total number of dead and saved people" and "the ratio proportion of people injured in fires out of the total number of people killed and injured in fires".

Key words: major fire, fire automatics, rescue, death, injury.

Системы пожарной автоматики в зданиях и сооружениях применяются в целях раннего обнаружения пожара, повышения эффективности его тушения, а также для обеспечения безопасности находящихся в них людей. Показано, что риск гибели людей на пожарах в жилых домах и на объектах промышленности ниже там, где были установлены устройства пожарной автоматики, по сравнению с объектами защиты, где они отсутствовали [1, 4, 5, 6].

Кроме рисков гибели существуют и другие параметры оценки уровней пожарной опасности объектов защиты и эффективности функционирования пожарной автоматики, такие как «соотношения доли спасенных при пожарах людей от суммарного количества погибших и спасенных людей [3], а также «соотношения доли травмированных при пожарах людей от общего количества погибших и травмированных людей при пожарах» [7]. В настоящей работе проведена оценка влияния отсутствия или неисправности пожарной автоматики на последствия пожара в крупных пожарах в городах Российской Федерации в 2010-2021 годах на основе статистической информации о крупных пожарах.

К крупным пожарам отнесены следующие:

- 1) ущерб 3420 МРОТ (минимальный размер оплаты труда) и более;
- 2) групповая гибель 5 и более человек;
- 3) травмирование 10 и более человек;
- 4) количество привлекаемой пожарной техники более 10 единиц;
- 5) факт создания штаба пожаротушения [2].

На рис. 1 приведено распределение 3621 крупного пожара в городах Российской Федерации в 2010-2021 годах с установленными системами пожарной автоматики на объектах защиты и с отсутствием таковой или неисправностью в случае, если эти факты привели к позднему обнаружению пожара, что способствовало его развитию. Подобное условие, способствовавшее развитию пожара, в соответствии с приказом МЧС России от 24.12.2018 № 625 «О формировании электронных баз данных учета пожаров и их последствий» отмечается в карточках учета пожара.

В 8,3% случаев развитию крупного пожара в Российской Федерации в городах с 2010 по 2021 г. способствовало отсутствие или неисправность пожарной автоматики. Следует отметить, что в 90% случаев крупные пожары возникали на объектах защиты с отсутствием пожарной автоматики, однако в карточках учета пожара не было отмечено, что данный факт способствовал развитию пожара. Поэтому такие случаи крупных пожаров не рассматриваются в настоящем исследовании.



Рисунок 1 – Распределение крупных пожаров в городах Российской Федерации в 2010-2021 годах по различным видам пожарной автоматики на объектах защиты

На рис. 2 приведены соотношения доли спасенных при крупных пожарах людей от суммарного количества погибших и спасенных людей в 2010-2021 годах по объектам защиты с отсутствием и наличием различных видов пожарной автоматики. Данный показатель оценивает вероятность спастись людям, оказавшимся в зоне воздействия опасных факторов пожара [3].



Рисунок 2 - Соотношения доли спасенных при крупных пожарах людей от суммарного количества погибших и спасенных людей в 2010-2021 гг. по объектам защиты с отсутствием и наличием различных видов пожарной автоматики

Одинаковый уровень пожарной опасности, оцененный по этому показателю, зафиксирован на объектах защиты с отсутствием пожарной опасности и с наличием системы противоподымной защиты – 94% людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов пожара, удастся спастись из горящего здания. В случае возникновения крупного пожара на объектах защиты, где установлены иные системы пожарной автоматики, спасаются 98-99% людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов пожара.

На рис. 3 приведены соотношения доли травмированных при пожарах людей от общего количества погибших и травмированных людей при пожарах в 2010-2021 годах по объектам защиты с отсутствием и наличием различных видов пожарной автоматики.

Данный показатель оценивает вероятность выживания людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов пожара, приводящих к травме или гибели человека, и характеризует величину факторов пожарной опасности. Большие значения этого показателя могут свидетельствовать о низком уровне пожарной опасности – нанесенный вред здоровью не приводит к гибели пострадавших [7].



Рисунок 3 - Соотношения доли травмированных при пожарах людей от общего количества погибших и травмированных людей при пожарах в 2010-2021 годах по объектам защиты с отсутствием и наличием различных видов пожарной автоматики

Наименьшее значение анализируемого показателя получено на объектах защиты с отсутствием или неисправностью пожарной автоматики – 47%, на объектах защиты с установленной системой противоподымной защиты этот показатель на 20% выше (64%). Наибольшее значение анализируемый показатель принимает на объектах защиты с установленной системой оповещения и управления эвакуацией людей на пожаре – 87%.

Причиной большинства пожаров с гибелью людей и большим материальным ущербом является позднее обнаружение очага возникновения пожара, когда дежурный караул пожарной охраны уже не в состоянии пресечь дальнейшее развитие пожара. Для ликвидации пожаров на ранних стадиях требуется внедрение новых технологий сверхраннего обнаружения пожароопасных ситуаций, развития научно-обоснованных передовых технологий систем пожарной сигнализации и автоматики, в том числе беспроводных, а также разработка нормативных документов по оснащению жилых домов современным противопожарным оборудованием, качественно защищающем жизнь людей, их имущество от пожаров.

Список источников

1. Ивакин, А.А. Проблемы защиты людей техническими средствами пожарной автоматики в жилых зданиях при пожаре / А.А. Ивакин, М.М. Шаранова, Д.А. Самошин // Технологии техносферной безопасности. 2019. № 4 (86). С. 45-52.
2. Маштаков, В.А. Причины возникновения крупных пожаров на объектах защиты различной категории риска в Российской Федерации в 2020-2021 гг. / В.А. Маштаков, О.В. Стрельцов, Е.В. Бобринев, А.А. Кондашов, Е.Ю. Удавцова // Научно-аналитический журнал «Сибирский пожарно-спасательный вестник», 2022, №3. - С.40-47.
3. Порошин, А. А. Научно-методические подходы к оценке эффективности спасения людей на пожарах пожарно-спасательными подразделениями / А. А. Порошин, В. В. Харин, А. А. Кондашов, Бобринев Е.В, Удавцова Е.Ю // Современные проблемы гражданской защиты. – 2019. – № 2(31). – С. 18-24.
4. Порошин, А.А. Оценка эффективности срабатывания систем пожарной сигнализации на объектах промышленности за период 2016-2020 гг. / А.А. Порошин, А.А. Кондашов, В.И. Сибирко // Безопасность труда в промышленности. 2021. № 4. С. 32-37.
5. Соколов, С.В. Эффективность средств пожарной автоматики на пожарах в жилых домах / С.В. Соколов, Д.В. Костюченко // Пожаровзрывобезопасность. 2014. Т. 23. № 6. С. 70-75.
6. Харин, В.В. Сравнительная оценка результативности работы средств пожарной автоматики / В.В. Харин, Е.В. Бобринев, А.А. Кондашов, Е.Ю. Удавцова // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2021. С. 388-392.
7. Харин, В.В. Оценка уровня пожарной опасности эксплуатируемых зданий (сооружений) с учетом класса функциональной пожарной опасности за 2017–2020 годы. / В.В. Харин, Е.В. Бобринев, А.А. Кондашов, Е.Ю. Удавцова, Т.А. Шавырина // Безопасность техногенных и природных систем. 2022. № 2. С. 43-48.

УДК 614.842.4
ГРНТИ 81.92.01
ББК 35.10н68

**Владислав Александрович МАШТАКОВ¹, Андрей Александрович КОНДАШОВ²,
Евгений Васильевич БОБРИНЕВ³, Елена Юрьевна УДАВЦОВА⁴,
Светлана Игоревна РЮМИНА⁵**

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России», Балашиха, Россия

¹ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 2055-8509, ID: 748245)

² (akond2008@mail.ru, SPIN 2248-9764, ID: 102556)

³ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 7690-7389, ID: 748201)

⁴ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 1125-8841, ID: 561477)

⁵ (otdel_1_3@mail.ru, SPIN 2523-5991, ID: 952798)

Расход воды при тушении пожаров в многоквартирных жилых домах в зависимости от этажа, на котором произошел пожар

Аннотация. На основе анализа пожаров, произошедших в Российской Федерации в 2019-2021 гг. определен фактический расход воды на один пожар в многоквартирных жилых домах в зависимости от этажа, на котором произошел пожар. Наибольший средний расход воды зарегистрирован для пожаров, возникших на чердаке и мансарде. Проведено сравнение полученных результатов с требованиями свода правил СП 8.13130.2020.

Ключевые слова: расход воды, пожар, многоквартирный жилой дом, этажность

**Vladislav A. MASHTAKOV, Andrey A. KONDASHOV, Evgeny V. BOBRINEV,
Elena Yu. UDAVTSOVA, Svetlana I. RYUMINA**

Federal State Budgetary Institution "All-Russian Research Institute of Fire Defense of the Ministry of Emergency Situations of Russia", Balashikha, Russia

Water consumption when extinguishing fires in multi-apartment residential buildings, depending on the floor on which the fire occurred

Abstract. Based on the analysis of fires that occurred in the Russian Federation in 2019-2021, the actual water consumption per fire in multi-apartment residential buildings was determined depending on the floor on which the fire occurred. The highest average consumption of water was registered for fires that occurred in the attic and attic. The obtained results were compared with the requirements of the code of rules SP 8.13130.2020.

Key words: water consumption, fire, apartment building, number of storeys

Для обеспечения пожарной безопасности на объектах защиты требуется, как правило, большое количество воды, основным источником которой являются системы наружного противопожарного водоснабжения. Проблема оценки и обеспечения достаточности водоотдачи сетей водоснабжения для тушения пожара изучена многими исследователями [1; 3; 4; 5].

В работе [2] проведена сравнительная оценка уровней пожарной опасности объектов защиты для случаев нарушения противопожарного водоснабжения, способствующих развитию пожара.

Свод правил СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Наружное противопожарное водоснабжение. Требования пожарной безопасности» (далее – СП 8) определяет требования к расходу воды на наружное пожаротушение. Для населенных пунктов расход воды на один пожар зависит от численности населения и от этажности зданий и варьируется от 5 л/с для населенных пунктов с численностью населения не более 1 тыс. человек с застройкой зданиями высотой не более 2 этажей до 110 л/с для населенных пунктов с населением более 1 млн человек.

В настоящей работе проведено изучение фактического расхода воды на тушение пожаров для объектов различных классов функциональной пожарной опасности.

Для определения расхода воды при тушении пожаров в многоквартирных жилых домах проведен анализ пожаров, произошедших в Российской Федерации в 2019-2021 годах.

Статистические данные о пожарах за период 2019-2021 гг. получены из федеральной государственной информационной системы «Федеральный банк данных «Пожары», который ежегодно формируется, согласно приказа МЧС России от 24.12.2018 № 625 «О формировании электронных баз данных учета пожаров и их последствий».

Для определения расхода воды использовалась информация, содержащаяся в карточке учета пожара в разделе «Силы и средства пожаротушения» пункт 56 «Пожарные стволы, поданные на тушение» и пункт 57 «Количество стволов».

Распределение пожаров по расходу воды в зависимости от этажа, на котором произошел пожар для объектов класса ФПО Ф1.3 «многоквартирные жилые дома, в том числе общежития квартирного типа» представлено на рис. 1. На пожары с расходом воды не более 7 л/с приходится 88,4% от общего количества пожаров, пожары с расходом более 60 л/с составляют 0,25%, с расходом более 100 л/с – 0,06%.

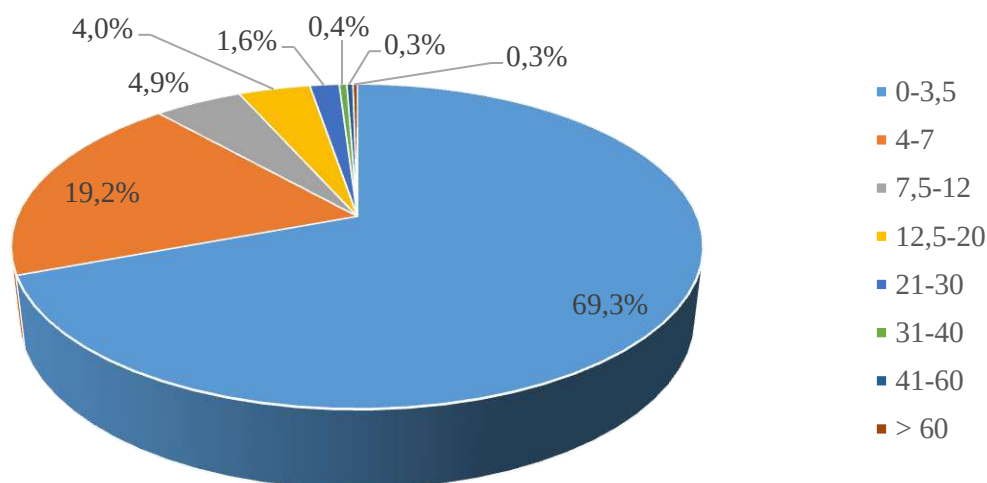


Рисунок 1 - Распределение пожаров на объектах класса ФПО Ф1.3 в зависимости от расхода воды

Средний расход воды при тушении пожаров в зависимости от этажа, на котором возник пожар, для объектов класса ФПО Ф1.3 показан на рис. 2. Наибольший средний расход воды зарегистрирован для пожаров, возникших на чердаке и мансарде – соответственно, 10 л/с и 9,2 л/с, а также на 1 и 2 этажах – 6,2 л/с и 6,1 л/с. Для пожаров, возникших на других этажах, средний расход лежит в пределах 4-5 л/с. Исключение составляет 10 этаж, для пожаров на этом этаже средний расход воды составляет 6,2 л/с. Такой большой расход получен из-за одного пожара, произошедшего 30 сентября 2021 года в г. Тюмень по адресу Восточный административный округ, ул. Народная, д. 10, для тушения которого было привлечено 15 единиц пожарной техники и использовалось 26 пожарных стволов. Общий расход воды составил 421 л/с. Без учета этого пожара средний расход воды для пожаров на 10 этаже составляет 4,1 л/с.

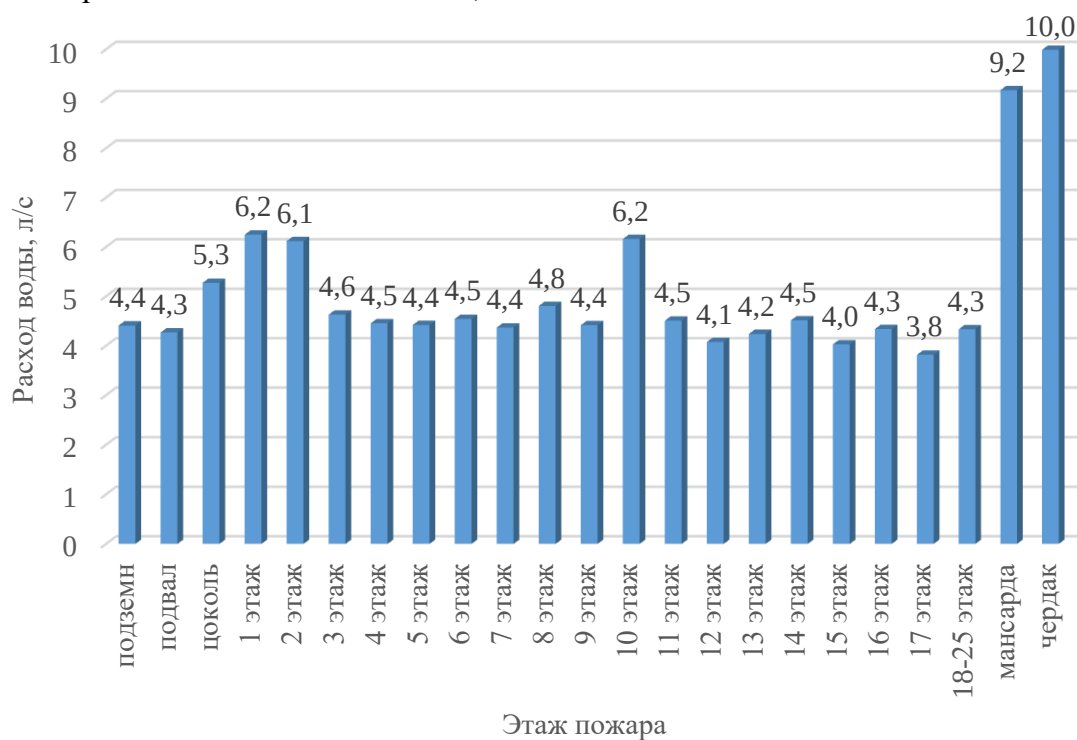


Рисунок 2 - Средний расход воды в зависимости от этажа пожара для объектов класса ФПО Ф1.3

Согласно таблице 2 СП 8 расход воды на наружное пожаротушение зданий на один пожар для зданий класса Ф1.3 и Ф1.4 зависит от этажности зданий и их строительного объема. Как показали проведенные исследования, фактический расход воды практически не зависит от этажа, на котором произошел пожар, но существенно возрастает для пожаров на чердаках и мансардных этажах. При этом для зданий высотой не более 2 этажей в СП 8 определен расход воды 10 л/с на один пожар. Фактический же расход в 109 пожарах из 1000 для зданий класса Ф1.4 превышает 12 л/с.

Для зданий и сооружений класса ФПО Ф1.1, Ф1.2, Ф2, Ф3, Ф4 расход воды на наружное пожаротушение зависит от этажности и строительного объема зданий и сооружений и не зависит от класса ФПО. Проведенный анализ показал, что средний фактический расход воды существенно отличается для объектов разного класса ФПО и варьируется от 5,1 л/с на один пожар для объектов класса Ф4.2 до 10,7 л/с на один пожар для объектов класса Ф1.2.

Основным направлением в организации пожарной безопасности объектов защиты является противопожарная профилактика, которая включает в себя в том числе: регулярный контроль противопожарного водоснабжения, объективность планирования достаточного водоснабжения для ликвидации пожаров на территории населенных пунктов и промышленных предприятий, а также своевременное обслуживание и ремонт наружных и внутренних водопроводов противопожарного водоснабжения.

Список источников

1. Бараковских, С.А. Совершенствование способов тушения пожаров в условиях неудовлетворительного противопожарного водоснабжения / С.А. Бараковских, Е.А. Карама // Техносферная безопасность. 2018. № 4 (21). С. 26-29.

2. Маштаков, В.А. Влияние нарушений противопожарного водоснабжения в крупных пожарах в Российской Федерации в 2010-2021 годах / В.А. Маштаков, Е.В. Бобринев, Е.Ю. Удавцова, А.А. Кондашов, О.С. Маторина // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: Сборник материалов X всероссийской научно-практической конференции. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 357-361.

3. Пивоваров, Н.Ю. Подходы к установлению нормативных требований по расходу на наружное противопожарное водоснабжение для жилых многоэтажных зданий из сит панелей / Н.Ю. Пивоваров, В.В. Зыков, А.Н. Гладких, А.Н. Петухов // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. 2022. № 3 (7). С. 12-20.

4. Реутт, М.В. Наружное противопожарное водоснабжение поселений и городских округов / М.В. Реутт, А.В. Панов // В сборнике: Актуальные проблемы пожарной безопасности. материалы XXXI Международной научно-практической конференции. 2019. С. 477-481.

5. Седнев, В.А. Предложения по обеспечению устойчивого противопожарного водоснабжения сельских населенных пунктов в условиях воздействия природных пожаров / В.А. Седнев, Н.В. Тетерина, А.В. Смуров // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2016. № 1-1 (7). С. 176-180.

ГСНТИ 614.8
УДК 614.841.2
ББК 30в6

Ринат Валерьевич ХАЛИКОВ¹, Олег Викторович ДВОЕНКО²

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (rinathal@icloud.com, SPIN 2007-4793, ID: 1045928);

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (dvoenko_oleg@mail.ru, SPIN 2013-9651, ID: 772016).

Аналитический обзор способов повышения безопасности тушения пожаров в условиях вооруженных конфликтов

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы обеспечения безопасного тушения в условиях военных конфликтов. На примере работ по спасению людей и тушению пожаров личного состава подразделений пожарной охраны в условиях проведения специальной военной операции, представлены способы защиты личного состава и пожарной техники. Проведена аналитика используемых способов защиты.

Ключевые слова: вооруженные конфликты, тушение пожаров, способы защиты, безопасность, личный состав.

Rinat V. KHALIKOV¹, Oleg V. DVOENKO²

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Analytical review of ways to improve the safety of fire fighting in armed conflicts

Abstract. The article deals with topical issues of ensuring safe extinguishing in military conflicts. On the example of work on saving people and extinguishing fires of personnel of fire departments in the conditions of a special military operation, ways to protect personnel and fire equipment are presented. An analysis of the methods of protection used has been carried out.

Key words: armed conflicts, fire extinguishing, methods of protection, security, personnel.

Опыт проведения специальной военной операции показал, что одной из главных проблем, возникающей перед системой МЧС России является защита личного состава и специальной техники подразделений пожарной охраны от поражения осколков разорвавшихся снарядов и иных взрывчатых веществ.

Для предотвращения поражения личного состава подразделений пожарной охраны в приграничных к месту проведения СВО регионах используются бронежилеты и тактические каски (рисунок 1) при ведении аварийно-спасательных работ и тушении пожаров.



Рисунок 1 – Личный состав подразделений пожарной охраны в бронежилетах и касках

Несмотря на то, что данные способы защиты эффективны от поражения осколков разорвавшихся снарядов и иных взрывчатых веществ, проведение аварийно-спасательных существенно осложняется в виду того, что средний вес бронежилета 5 класса превышает 18 кг [1], что в совокупности с переносимым дыхательным аппаратом и пожарно-техническим оборудованием даже передвижение по горизонтальной поверхности может быть приравнено к работе очень тяжелой степени тяжести [2].

Защита мобильной пожарной техники осуществляется «кустарными» методами, навариванием металлических листов в районе радиаторов и установки листов на боковые стекла кабины водителя и боевого расчета. Однако, предпринимаемые решения малоэффективны, так как в полной мере не защищают личный состав, находящийся в автомобиле от поражения, снижают видимость для водителя, а навариваемые листы в районе радиаторов защищают только от фронтальных попаданий.

Для решения проблемы защиты мобильной техники находящегося в ней личного состава от поражения осколков разорвавшихся снарядов и иных взрывчатых веществ возможно использование опыта бронирования военной техники (рисунок 2).



Рисунок 2 – Бронирование автомобиля УРАЛ 4320

Подобная система бронирования была частично реализована при создании пожарной бронированной автоцистерны АЦБ 5,0-40 (4320) (рисунок 3).



Рисунок 3 – Пожарная бронированная автоцистерна АЦБ 5,0-40 (4320)

Кабина водителя и боевого расчёта обеспечивает защиту от воздействия пуль стрелкового оружия калибра 5,45 7Н10 (автомат АК-74), 7,62 57 Н-231 (Автомат АКМ), 7,62 57-Н323С (Винтовка СВД), класс защиты Бр-4¹. Однако для массового производства и использования подобных образцов техники необходимо выработать и утвердить технические условия с учетом специфики применения.

В частности необходимо для подобных пожарных автоцистерн на различных базовых шасси пересмотреть требования к следующим показателям:

- удельной мощности;
- создаваемом шуме;
- дымности отработавших газов шасси с дизельными двигателями;
- по размещению в салоне индивидуальных средств защиты органов дыхания и зрения газодымозащитников (запасных баллонов)
- оснащению роботизированными комплексами пожаротушения
- оснащение дистанционными системами управления.

Формирование объективного подхода, с учетом технических особенностей конструкции пожарных автоцистерн бронированных, позволит применять хорошо зарекомендовавшие себя технических решения по бронированию техники и наладить серийное производство и поставку в подразделения МЧС России этих образцов.

Список источников

1. ГОСТ Р 50744-95 Бронеодежда. Классификация и общие технические требования (с изменениями п 1, 2)
2. Шалаяин Денис Николаевич, Шмелева Елена Александровна, Тараканов Денис Вячеславович, Гринченко Борис Борисович Методика формирования безопасных режимов работы газодымозащитников с учетом мониторинга пульсовых зон // *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2021. №4.

ГСНТИ 81.92.17
УДК 536(075.8)
ББК 68.9ж

Михаил Сергеевич ХАЦЬКО¹, Сергей Александрович ОНИЩЕНКО²

¹ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России» Донецк, Донецкая Народная Республика, Россия (kursantaczu@bk.ru, SPIN 8950-6750, ID: 1149704)

²ФГКОУ ВО «Донецкий институт ГПС МЧС России» Донецк, Донецкая Народная Республика, Россия (serg-onis@mail.ru, SPIN 8950-6750, ID: 1149704)

Особенности тушения пожаров в условиях нестационарного теплообмена

Аннотация. В работе выполнен анализ теплового механизма тушения пожара огнетушащими средствами общего назначения с учётом инерционности передачи тепла частицам при нестационарном теплообмене для выявления оптимальных условий тушения пожаров. В качестве инструмента анализа использованы методы экспериментального и математического моделирования процесса тушения пожара огнетушащими веществами общего назначения и их комбинаций при кратковременном воздействии на очаг пожара.

Ключевые слова: системные недостатки, нестационарные задачи теплопроводности, классические линейные задачи теории теплопроводности, математическое моделирование тушения пожара, дисперсные системы, гидрогели, теплофизические свойства водных систем, нестационарная передача, комбинирование огнетушащих веществ, анализ тушения пожара.

¹ ГОСТ 34282-2017. Защита броневая автомобилей. Общие технические требования

Mikhail Sergeyevich KHATSKO¹, Sergey Alexandrovich ONISHCHENKO²

1FGKOU VO "Donetsk Institute of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia"

Donetsk, Donetsk People's Republic, Russia (kursantaczu@bk.ru , SPIN 8950-6750, ID: 1149704)

2FGKOU VO "Donetsk Institute of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia"

Donetsk, Donetsk People's Republic, Russia (serg-onis@mail, SPIN 8950-6750, ID: 1149704)

Features of fire extinguishing in conditions of non-stationary heat exchange

Annotation. The aim of the work was to analyze the thermal mechanism of fire extinguishing by general-purpose extinguishing agents, taking into account the inertia of heat transfer to particles during non-stationary heat exchange to identify optimal conditions for extinguishing fires. The goal was studied by the method of experimental and mathematical modeling of the process of extinguishing a fire with general-purpose extinguishing agents and their combination with short-term exposure to the fire.

Keywords: system disadvantages, non-stationary thermal conductivity problems, classical linear problems of the theory of thermal conductivity, mathematical modeling of fire extinguishing, dispersed systems, hydrogels, thermophysical properties of water systems, non-stationary transmission, combination of extinguishing agents, fire extinguishing analysis.

Известно, что значительное число объектов военной инфраструктуры Министерства обороны, а также других силовых ведомств страны, расположено на землях лесного фонда, на территориях со сложным рельефом местности. На многих из названных объектов применяется дорогостоящее оборудование и эксплуатируются современные системы вооружений.

Указанные обстоятельства предопределяют ужесточение требований к уровню безопасности таких объектов, в том числе пожарной [1]. Несмотря на продолжающийся поиск новых решений в борьбе с пожарами, защите личного состава, зданий и сооружений, статистика борьбы, например, с лесными пожарами, не показывает резких скачков в снижении потерь от их последствий. Это свидетельствует о наличии системных недостатков в развитии данной области и об отсутствии прогрессивных средств пожаротушения.

Нестационарные задачи теплопроводности, связанные с расчетом времени нагрева или охлаждения различных объектов, оценкой скорости выравнивания температуры, определением количества аккумулируемой или отдаваемой теплоты, часто возникают в различных теплотехнологических процессах, при термической обработке материалов и т.д.

Математические модели для этого круга задач представляются дифференциальными уравнениями в частных производных, в отличие от ранее рассмотренных более простых одномерных стационарных задач, описываемых обыкновенными дифференциальными уравнениями. В данной главе предметом анализа будут классические линейные задачи теории теплопроводности для тел простой геометрии, допускающие аналитические решения.

Материалы, содержащие в своем составе две фазы, представляют собой дисперсные системы. Теплопроводность таких систем зависит от теплопроводности дисперсной фазы и дисперсионной среды. Так, например, коэффициент теплопроводности сухого песка, равный 0,33, имеет промежуточное значение между кристаллическим кварцем и воздухом. Такие рассуждения позволяют объяснить причину того, почему воздушно-механическая пена плохо охлаждает поверхность горючего материала [1].

Пена - это дисперсия воздуха в воде, и он может только уменьшить ее теплопроводность. В то же время становится ясно, почему высокая теплопроводность огнетушащего вещества на основе дисперсных систем важна в пожаротушении: попадая на горящую поверхность и препятствуя притоку воздуха к зоне горения, такое вещество будет отводить от нее тепло значительно быстрее, чем вода. [2]

Однако, основным продуктом, используемым в качестве «хладагента» для тушения пожаров, остается вода, обладающая наибольшей среди всех веществ удельной

теплоемкостью, то есть способностью поглощать тепло на единицу массы. Несмотря на это, на больших участках пожаров ее огнетушащая способность нивелируется: она или не попадает в очаг, или неравномерно распределяется, испаряясь вне зоны горения. Это свидетельствует о значительных недостатках воды, как огнетушащего вещества в том, что касается её слабых адгезивных свойств.

Одним из способов изменения этого параметра для воды и, как следствие, раскрытие в большей мере ее потенциала в качестве огнетушащего вещества, является применение соответствующих добавок поверхностно-активных веществ (далее – ПАВ). Некоторые ПАВ образуют в воде гидрогель и повышают её адгезивные свойства.

По своей природе гидрогели представляют собой структурированные двухфазные коллоидные свободносвязанные дисперсии, состоящие из высокомолекулярных компонентов ПАВ – дисперсной фазы, заполненных и окруженных дисперсионной средой, в данном случае водой (рис. 1).

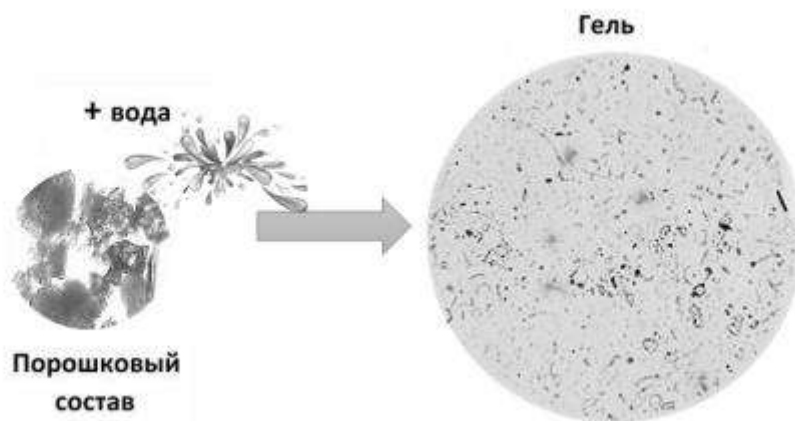


Рис. 1. Схема процесса образования гидрогеля из твердых гранул ПАВ при добавлении воды.

Исходя из сказанного ранее, хочется отметить важность порошковых средств при тушении. Порошковое пожаротушение целенаправленно применяется на практике уже более полувека. Большая востребованность порошков как огнетушащего материала обусловлена рядом их существенных преимуществ по сравнению с другими огнетушащими средствами.

Тушение пожара огнетушащим порошком обеспечивается синергетическим действием ряда реализуемых в процессе тушения физических и химических механизмов тушения. Основными из них являются тепловой механизм тушения, обусловленный нагревом частиц порошка, и химический процесс ингибирования активных продуктов горения либо поверхностью частиц порошка (гетерогенное ингибирование), либо веществами, образующимися при их испарении или разложении в результате поглощения тепла (гомогенное ингибирование).

Исследованию огнетушащей способности порошков посвящено большое число экспериментальных и теоретических работ. На основе данных исследований разработан ряд эффективных порошковых составов, способных потушить любой из известных классов пожаров[2].

В настоящее время предполагается, что доминирующим механизмом огнетушащего действия порошков является их способность ингибировать пламя пожара, в частности гетерогенное ингибирование, заключающееся в восстановлении на поверхности частиц порошка активных центров пламени, которыми являются свободные атомы и радикалы горючего вещества. Одним из доказательств преобладания гетерогенного механизма ингибирования пламени над тепловым является зависимость эффективности тушения пожара от дисперсности частиц порошка.

Отмечается, например, что, если бы доминировал тепловой механизм тушения пожара, то порошки с разной дисперсностью частиц мало бы отличались друг от друга по огнетушащей способности, хотя на практике различие между ними весьма заметное.

Другим фактором порошкового пожаротушения, требующим критического (с точки зрения особенностей взаимодействия частиц порошка с горючим материалом) анализа, является сильная зависимость результатов тушения пожара от условий применения порошка и режимов подачи его в зону пожара.

Пена низкой кратности на тех же поверхностях может создать слой в 15-20 мм. При средней толщине пленки воды в пене 0,006 мм и размере пузырьков 0,7 мм формируется около 30 слоев (рис. 2) жидкой фазы и практически тот же общий слой пленки воды – 0,2 мм, который необходимо преодолеть тепловому потоку при движении к горючей нагрузке.

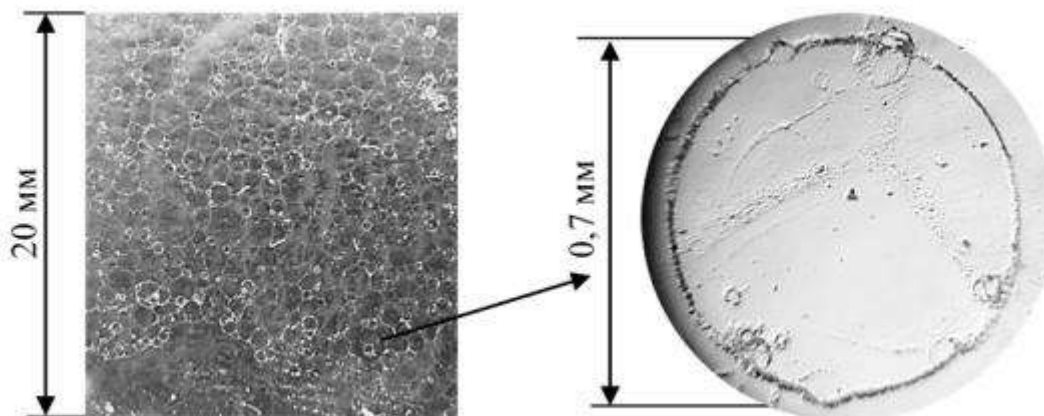


Рис 2. Структура пены низкой кратности.

Более высокие показатели тушения, в данном случае, достигаются за счет наличия воздуха в пузырьках. Гидрогели способны задерживаться на наклонной, в том числе вертикальной, поверхности при толщине нанесения до 3-5 мм и сохранять неизменной толщину слоя до полного потухания пламени.

Другим способом улучшения свойств воды, как огнетушащего вещества, как было указано выше, является увеличение теплопроводности за счёт диспергирования в ней веществ, обладающих более высокой, чем вода, теплопроводностью. Подобные водно-дисперсные композиции обладают, однако, тем недостатком, что дисперсная фаза довольно быстро седиментирует из-за разницы в плотности или за счет агрегации частиц в отсутствие соответствующих стабилизаторов [4].

Проведённый нами несложный анализ выявил общие проблемы, характеризующие рассматриваемые продукты, повышающие теплофизические свойства водных систем, направленных на локализацию и тушение пожаров:

- высокий показатель вязкости составов, исключающий возможность использования принятой в Вооруженных Силах штатной пожарной техники;
- отсутствие возможности увеличения теплопроводности огнетушащих составов;
- нестабильность системы после частичного испарения воды и отсутствие гарантированного возобновления всех своих свойств после ее добавления, что крайне важно в решении чрезвычайных ситуаций;
- отсутствие возможности формирования достаточного количества огнетушащего вещества непосредственно при тушении пожара попутным смешиванием воды из доступных источников водоснабжения и предлагаемых продуктов;
- ограничения по условиям хранения продуктов;
- высокая стоимость продуктов, связанная, в первую очередь с тем, что их производство находится вне ДНР [5].

В целях исследования возможностей применения исследуемого ГОПС в области тушения пожаров проведены испытания ГОПС и готового ВОС в МЧС ДНР.

Процедура испытаний ГОПС и готового ВОС включала серию лабораторных и натурных работ с определением следующих показателей:

- внешнего вида, растворимости, времени полного растворения, плотности геля, температуры застывания, коррозионной активности геля к стали марки, срока сохраняемости геля, кинематической вязкости геля;
- времени тушения модельных очагов пожара класса А и автомобильных шин;
- критической температуры и теплового потока в любой точке подкостюмного пространства специальной защитной одежды (далее – СЗО), обработанной огнезащитным гелем;
- остаточного горения, термических разрушений материала СЗО в виде: (оплавления, обугливания, сквозного прогара), обработанной огнезащитным гелем [3].

В результате испытаний установлено следующее:

- ВОС при концентрации 0,8% в воде обеспечивает значительный уровень снижения угрозы повторного воспламенения, т.е. повторное возгорание с последующим устойчивым горением в местах его воздействия не наблюдается и обладает огнетушащей способностью тушения модельного очага пожара 4А и модельного очага пожара, состоящего из 6 автомобильных шин R16 (в качестве огнетушащего средства использован огнетушитель ОВЭ-10, заполненный ВОС);
- время защиты объекта (пожарного) от теплового потока в очаге возгорания, одежда которого обработана водным раствором ГОПС, составляет не менее 16 минут;
- время устойчивости к однократному воздействию открытого пламени в очаге возгорания одежды, обработанной водным раствором ГОПС, составляет 90 секунд.
- водный раствор ГОПС с концентрацией 1,5% обладает свойствами, повышающими огнезащитные характеристики СЗО, при условии равномерного нанесения раствора по поверхности изделия, и может использоваться для дополнительной защиты личного состава от огня и термического воздействия в очагах пожаров [5].

Получены теоретические зависимости количества тепла, поглощаемого частицами огнетушащего порошка, и скорости реакции гетерогенного ингибирования ими активных центров пламени в нестационарных условиях теплопередачи и протекания реакции ингибирования для струйных систем порошкового пожаротушения.

Установлено, что эффективность как теплового механизма тушения пожара, так и гетерогенного ингибирования активных центров пламени частицами огнетушащего порошка в нестационарном режиме их реализации, зависит от дисперсных характеристик частиц порошка и соотношения времени пребывания их в зоне горения и характерной длительности теплопереноса и реакции ингибирования.

Тушение пламени огнетушащим порошком в нестационарных условиях происходит тем эффективнее, чем меньше эффективный размер частиц порошка, чем больше время пребывания их в зоне горения и чем меньше характерные длительности теплопередачи и реакции ингибирования.

Сопоставление фактов характерных длительностей теплопереноса и реакции ингибирования для широко применяемых в настоящее время огнетушащих порошков показало большую инерционность теплового механизма тушения пожара, что сильно снижает его вклад в результат тушения пожара при малом времени пребывания частиц порошка в составе геля в зоне горения.

Список источников

1. Баратов А.Н. Горение – Пожар – Взрыв – Безопасность. М. : ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 198 - 363 с.
2. Абдурагимов И.М. О механизме огнетушащего действия средств пожаротушения // Пожаровзрывобезопасность/Fire and explosion safety. 2012. Т. 21. № 4. С. 60–82. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17821706>

3. Григорьевская А. О., Иванов Н. В., Вишнев А. В. Анализ использования авиации для тушения лесных пожаров // Сборник Международной конференции «Решетневские чтения». – 2014. – Т. 1, № 18. – С. 340-352.

4. Триполицын А. А., Потапенко В. В., Старков Н. Н., Жуйков Д. А., Бабкин О.Э. Увеличение эффективности тушения твердых горючих материалов путем использования в качестве добавки амидофосфатов // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – № 1 (6), – С. 198 - 199.

5. Гуцев Н. Д., Михайлова Н. В., Корчунова И. Ю. Результаты сравнительных испытаний новых огнетушащих составов на модельных лесных пожарах // Труды СанктПетербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2013. – № 4. – С. 30-52.

ГСНТИ 81.93.21

УДК 614.847.9

ББК 30н

**Евгений Иванович ХИЛЬ¹, Александр Владимирович ХРИСТЕНКО²,
Андрей Юрьевич ЧЕКМЕНЕВ³**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (inhil@yandex.ru, SPIN 1901-3551, ID: 771474)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (a-khristenko@bk.ru)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (andreyfrostix@mail.ru)

Применение пожарной техники при тушении пожаров сложных объектов

Аннотация. Настоящая статья рассматривает вопросы применения пожарных занавесов для безопасной эвакуации людей из зданий лечебно-оздоровительного комплекса на примере Государственного бюджетного учреждения здравоохранения города Москвы «городской клинической больницы им. М.П. Кончаловского»

Ключевые слова: лечебно-оздоровительный комплекс, пожарная безопасность, пожарные занавесы, распространение пожара, безопасная эвакуация

Evgenij I. KHIL¹, Aleksandr V. KHRISTENKO², Andrej Y. CHEKMENEV³

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Application of fire equipment for extinguishing fires in complex objects

Abstract. This article considers the use of fire curtains for ensuring the safe evacuation of people from complex medical and recreational buildings exemplified by the example of the «M.P. Konchalovsky City Clinical Hospital» State Budgetary Health Institution.

Key words: medical and recreational complex, fire safety, fire curtains, fire spread, safe evacuation

Лечебно-оздоровительный комплекс считается местом круглосуточного безопасного пребывания больных, где проводятся сложные операции и характерно большое количество малотранспортабельных пациентов. Несмотря на то, что больничные комплексы соблюдают меры безопасности, всегда существует вероятность возникновения нештатной ситуации, поскольку больничная среда сопряжена со сложными неотъемлемыми рисками. Лечебно-оздоровительные комплексы представляют собой сочетание многочисленных опасностей в разных частях здания. Так, согласно Федеральному закону от 22.07.2008 N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» больницы относятся к категории опасности Ф1.1. Фактически, больничные комплексы являются многокатегорийными сложными объектами и включают в себя хозяйственные помещения категории Ф5.1 и Ф5.2, административные помещения, связанные с деятельностью в сфере образования в рамках клинической ординатуры категории Ф4.2 и Ф4.3, амбулаторные медицинские помещения категории Ф3.4.

Отметим влияющие на пожарную безопасность специфические особенности, характерные для данных сложных объектов на примере лечебно-оздоровительного комплекса ГБУЗ «ГКБ им. М.П. Кончаловского», расположенного на территории Зеленоградского административного округа города Москвы, в районе выезда 70 ПСЧ ФПС ПСО ФПСУ по Зеленоградскому административному округу ГУ МЧС России.

Стоит отметить одновременное наличие грузового, пассажирского и лифта непрерывного действия, пневматических систем почты и мусороудаления. Все эти системы за счет сопутствующих воздушных потоков способствуют возникновению эффекта дымохода с высокой скоростью распространения пламени и продуктов горения.

Применение в медицинских целях баллонов со сжатыми газами, такими как закись азота, кислород, водород, гелий увеличивает возможный риск взрыва и утечки газовых баллонов.

Наличие процессов медицинского характера, которые затруднительно или невозможно одномоментно прекратить в случае возникновения экстренной ситуации обуславливают необходимость задержки эвакуации из помещения. К таким помещениям, например, относятся блоки интенсивной терапии, операционные, реанимационные боксы.

Специфика и сложность эвакуации больных стационаров больниц и медицинских городков обусловили введение в Свод правил СП 158.13330.2014 «Здания и помещения медицинских организаций. Правила проектирования» термина «позапанная горизонтальная эвакуация», при котором на этажах больницы обязательно предусматривают отдельные безопасные зоны, выделяемые противопожарные преградами и служащие для защиты эвакуированных пациентов от пожара и его негативов. Время пребывания пациентов в безопасных зонах – до ликвидации пожара, до момента освобождения основных эвакуационных путей и выходов или до принятия решения спасательной бригады, прибывшей на место пожара. В безопасной зоне вместе с пациентами находится медперсонал, который в дальнейшем занимается эвакуацией больных при содействии спасателей пожарной службы.

По вышеописанным причинам традиционные противопожарные двери в больнице – имеют ряд недостатков. В этом случае движение в чрезвычайных ситуациях без ущерба для безопасности могут поддерживать гибкие противопожарные занавесы. Они предоставляют подобным объектам ряд преимуществ, в том числе следующие.

Повышенная безопасность – противопожарные шторы нельзя подпереть с помощью дверных упоров, как традиционные противопожарные двери.

Оптимальный транспортный поток – противопожарные шторы устанавливаются в полости стен или потолка и таким образом помогают поддерживать открытость коридоров, когда счет идет на секунды.

Дополнение к полному управлению пожаром – разворачиваемые противопожарные шторы являются отличным дополнением к комплексной системе управления пожаром, включая вытяжные вентиляторы, спринклеры.

Первые противопожарные занавесы появились в 1970-х. В попытке найти новый метод контроля горячего дыма инженеры разработали первую автоматическую дымовую завесу. Основополагающим элементом противопожарного занавеса является огнеупорная ткань. Каждому занавесу присваивается рейтинг в соответствии с его огнестойкостью. Подобно металлическим ставням, используемым в витринах при их закрытии, противопожарные занавесы спускаются вертикально и разворачиваются сверху. Автоматические версии этих занавесов могут раскрываться механически и убираться в зависимости от системы пожарной сигнализации здания. В ряде случаев их можно развернуть удаленно. Однако, в отличие от металлических жалюзи, противопожарные занавесы гибки и компактны, что позволяет более правильно вписать их в определенное пространство, тем самым обеспечивая его лучшее распределение и уменьшая негативное влияние на эстетику помещений. В их конструкцию также встроены отказоустойчивые сейфы, которые позволят развернуть занавес в случае отключения электроэнергии или отказа двигателя. Помимо этого в данное время существуют модели переносных пожарных занавесов, которые могут использоваться, как подразделениями пожарной охраны, так и персоналом организации в местах возможного распространения пожара.

Противопожарные занавесы, подходят как для больших, так и для небольших помещений, могут быть установлены в кабинах даже на направляющие для занавесок в больницах. Учитывая эстетику дизайна здания, их можно встраивать в стены или потолки, что делает их практически незаметными.

Таким образом, противопожарные занавесы, созданные для обеспечения безопасности людей, защиты здания и снижения воздействия пожаров, могут стать надежной защитой и необходимым решением для обеспечения безопасности на сложных объектах.

Список источников

1. Левина, И. В. Противопожарные занавесы и завесы / И. В. Левина // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: Материалы VII Международной научно-практической конференции, Саратов, 17–19 марта 2020 года. – Саратов: Общество с ограниченной ответственностью «Амирит», 2020. – С. 292-295.

2. Асанов, Т.Р. Организация оперативно-тактических действий пожарно-спасательных подразделений при тушении пожаров в торгово-развлекательных центрах / Т. Р. Асанов, М. С. Кнутов // Актуальные вопросы пожаротушения : сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 28 мая 2021 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 239-243.

3. Патент № 2690805 С1 Российская Федерация, МПК А62С 2/10. Переносное средство для предотвращения распространения и локализации пожара: № 2018129673 : заявл. 07.08.2017 : опубл. 05.06.2019 / П. Д. Ридигер, Г. В. Кривошапка, В. С. Еньков [и др.].

ГСНТИ 810000

УДК 614.88

ББК 30у

**Евгений Иванович ХИЛЬ¹, Иван Александрович ОЛЬХОВСКИЙ²,
Антон Владимирович ГРАЧЕВ³, Наталья Сергеевна МЕЛЕШИНА⁴,
Евгений Сергеевич ЧЕРЕМУШКИН⁵**

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (e.hil@academygps.ru, SPIN-код: 1901-3551, AuthorID: 771474)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (i.olhovskiy@academygps.ru, SPIN-код: 4380-8730, AuthorID: 771909)

³ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (e.hil@academygps.ru)

⁴ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (e.hil@academygps.ru)

⁵ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (cheremushkin.91@mail.ru, SPIN-код: 1606-2218, AuthorID: 143509)

Повышение надежности средств водообеспечения тушения пожаров в городской местности

Аннотация. В статье рассмотрены проблемные вопросы водоснабжения тушения пожаров от наружного противопожарного водопровода, посредством гидрантов и колонок. В результате анализ технического состояния гидрантов и их элементов после длительной эксплуатации установлены наиболее характерные причины отказов в работе этого важного элемента системы обеспечения пожарной безопасности. Авторами предлагается усовершенствовать конструкцию пожарной колонки, что позволит компенсировать износ элементов гидранта и обеспечит эффективно выполнение задач стоящих перед пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров.

Ключевые слова: пожарная безопасность, пожарный гидрант, пожарная колонка, наружное водоснабжение, тушение пожаров

Evgeny I. KHIL¹, Ivan A. OLKHOVSKIY², Anton V. GRACHEV³, Nataya S. MELESHINA⁴, Evgeny S.CHEREMUSHKIN⁵

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia (e.hil@academygps.ru, SPIN-код: 1901-3551, AuthorID: 771474)

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia (i.olhovskiy@academygps.ru, SPIN-код: 4380-8730, AuthorID: 771909)

³ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

⁴ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

⁵ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia (cheremushkin.91@mail.ru, SPIN-код: 1606-2218, AuthorID: 143509)

Improving the reliability of water supply means for extinguishing fires in the city

Abstract. The article discusses the problematic issues of water supply for extinguishing fires from an external fire-fighting water supply, by means of hydrants and columns. As a result of the analysis of the technical condition of hydrants and their elements after prolonged operation, the most characteristic causes of failures in the operation of this important element of the fire safety system have been established. The authors propose to improve the design of the fire column, which will compensate for the wear of the hydrant elements and ensure the effective performance of the tasks facing the fire and rescue units when extinguishing fires.

Key words: fire safety, fire hydrant, fire pump, outdoor water supply, fire extinguishing

Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров¹. К сожалению какие бы серьезные и всеобъемлющие профилактические меры не предпринимались для обеспечения пожарной безопасности, статистические показатели пожаров продолжают оставаться на неприемлемо высоком уровне [1].

¹ Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 10.07.2023) «О пожарной безопасности»

В городской местности за 2022 год (рисунок 1) зарегистрировано 192310 пожаров (за аналогичный период прошлого года (далее – АППГ) – 211972, – 9,3%), на которых погибло 3968 человек (АППГ – 4419, – 10,2%), в том числе 142 несовершеннолетних (АППГ – 202, – 29,7%), получили травмы 5 267 человек (АППГ – 5 435, – 3,1%).

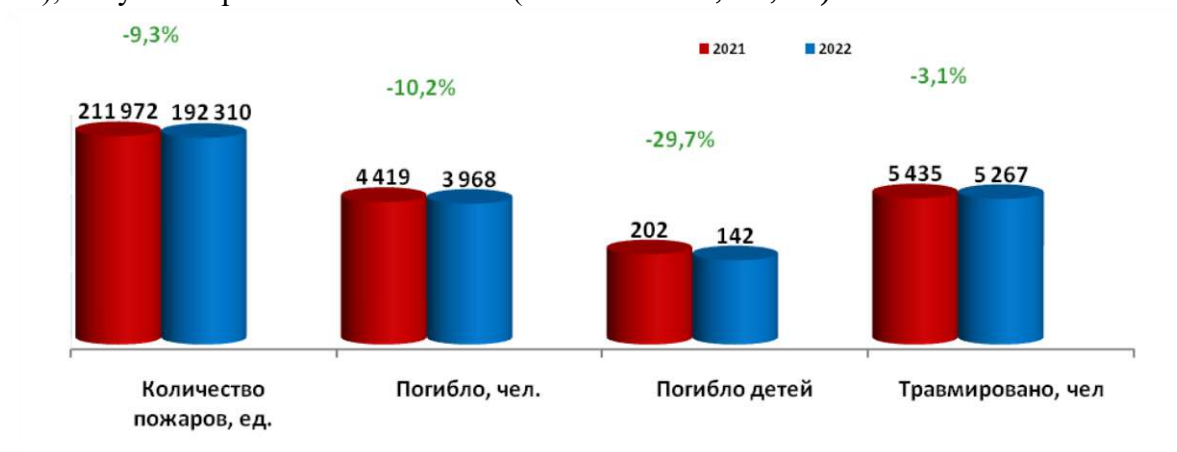


Рисунок 1 – Обстановка с пожарами и их последствиями в городской местности

Обстановка с пожарами по группам объектов в городской местности представлена на рисунке 2.

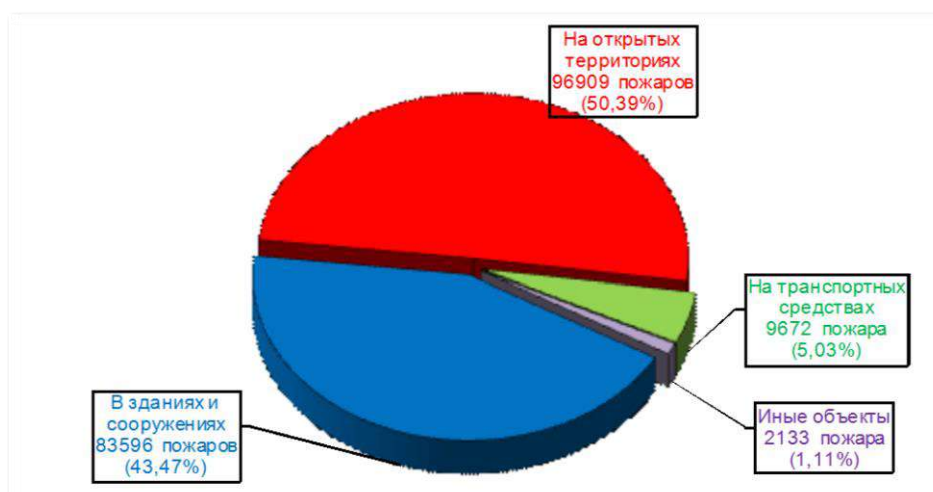


Рисунок 2 – Обстановка с пожарами по группам объектов в городской местности

Анализ обстановки с пожарами по группам объектов в городской местности свидетельствует о том, что чуть менее половины из них произошло в зданиях и сооружениях для которых предусматривается наружное противопожарное водоснабжение [2]. Кроме того на федеральном уровне закреплено¹, что территории населенных пунктов, а также находящиеся на них здания и сооружения должны быть обеспечены источниками наружного противопожарного водоснабжения. К наружному противопожарному водоснабжению относятся:

- централизованные и (или) нецентрализованные системы водоснабжения с пожарными гидрантами, установленными на водопроводной сети (наружный противопожарный водопровод);
- водные объекты, используемые в целях пожаротушения в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- пожарные резервуары.

¹ Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023)

Так же стоит отметить, что забор (изъятие) водных ресурсов для тушения пожаров допускается из любых водных объектов без какого-либо разрешения, бесплатно и в необходимом для ликвидации пожаров количестве¹

Распределение количества водоисточников, использовавшихся при тушении пожаров в 2018-2022 гг., по их видам[1] представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение количества водоисточников, использовавшихся при тушении пожаров в 2018-2022 гг.

Вид водоисточника	Количество водоисточников, ед.				
	2018	2019	2020	2021	2022
1	2	3	4	5	6
Забор воды из водоема	8479	16756	17445	15959	12696
Забор воды из пожарного гидранта	17833	30336	29476	31916	29362
Забор воды из внутреннего противопожарного водопровода	477	668	648	576	1757
Забор воды из емкости у места пожара	415	990	1105	610	393
Подвоз воды к месту пожара	19158	35228	32514	31501	25211
Прочие	3614	13942	14526	15329	6873
Подача воды от АЦ без установки на водоисточник	79601	348230	318728	274031	236896

Анализ использования объектов наружного противопожарного водоснабжения свидетельствует о том, что в среднем гидранты применяются более чем в 2 раза чаще, чем открытые водоёмы.

Надежность в эксплуатации пожарного оборудования является одним из самых значимых факторов, ведь благодаря этому, повышается уровень оперативного реагирования пожарно-спасательных подразделений и качество выполняемых ими функций [3].

В настоящее время для обеспечения пожарной безопасности в населенных пунктах устанавливают пожарные гидранты подземного типа – ГОСТ Р 53961 - 2010, работающего в паре с пожарной колонкой – ГОСТ Р 53250 - 2009.

Как показал анализ систем противопожарного оборудования, установленных на водопроводной сети, пожарный гидрант имеет конструктивные недостатки, существенно замедляющие процесс установки пожарной колонки и, следовательно, подачи воды на тушение пожара [4]. Один из недостатков может появиться в ходе эксплуатации данного оборудования, так как при определенных изменениях осевого положения конца штока (шток занижен, шток завышен) пожарного гидранта сопряжение с квадратной муфтой центрального ключа пожарной колонки становится затруднительным. Это связано с использованием пожарной колонки, имеющей фиксированный в осевом направлении центральный ключ [5].

В связи с вышеизложенным авторским коллективом предлагается модернизация пожарной колонки. Для создания опытного образца была проведена работа по моделированию модернизированных элементов (рисунок 3-5).

Для изготовления втулки со шлицами 1 (рисунок 5) целесообразно использовать металлическую трубу длиной 270 мм, диаметром 42 мм и толщиной 5 мм которая крепиться к центральному ключу пожарной колонки диаметром 25 мм болтовым соединением, а так же шлицевого вала длиной 120 мм и диаметром 32 мм, с учетом прочностных нагрузок последующего размещения элементов устройства.

Внутренняя часть элемента шлицевой втулки 2 (рисунок 5) снаружи в нижней части которой находится ограничитель, который задерживает центральный ключ пожарной

¹ «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023)

колонки на нужной высоте, состоит из пружины 3 (рисунок 5) длиной 145 мм и диаметром 35 мм, которая упирается в шлицы втулки, далее во втулке располагаются регулировочные шайбы 4 (рисунок 5) длиной 35 мм и диаметром 39 мм, в которые упирается наконечник центрального ключа пожарной колонки 5 (рисунок 5) длиной 150 мм и диаметром в верхней части 25мм, а нижней 47 мм в которой находится четырёхгранное углубление 37 × 37.

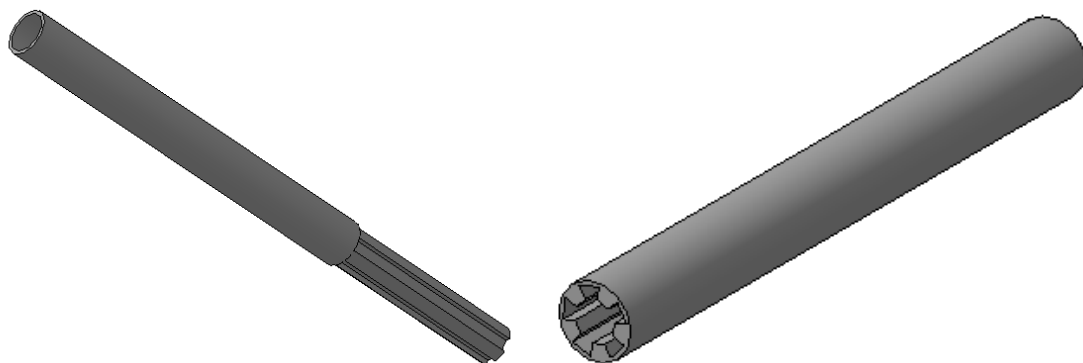


Рисунок 3 – 3D-модель втулки с шлицами и шлицевого вала

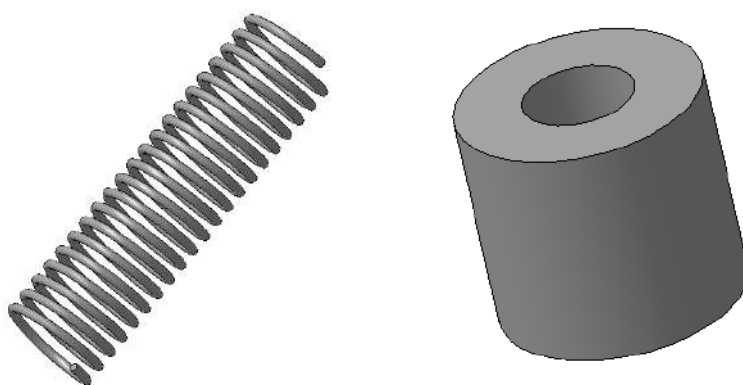


Рисунок 3 - 3D-модель пружины и регулировочных шайб

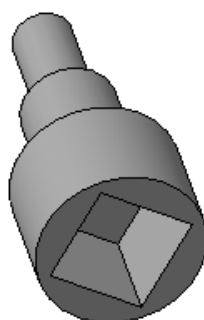


Рисунок 5 - 3D-модель наконечника центрального ключа пожарной колонки

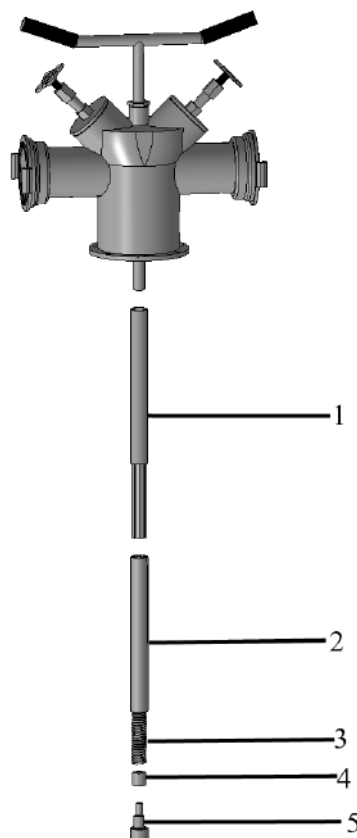


Рисунок 5 – Элементы конструкции модернизированной пожарной колонки

Принцип работы модернизированной пожарной колонки заключается в следующем: если шток гидранта, который отвечает за подачу воды, из-за изгиба опустился ниже нормативного уровня, то наконечник 5 (рисунок 5) колонки выдвигается до нужной отметки для обеспечения смыкания с квадратом штока. Так же в случае, когда шток гидранта из-за износа уплотнений запорного устройства поднялся выше нормативной отметки, в этом случае наконечник 5 (рисунок 5) колонки при смыкании с квадратом штока сожмёт пружину 3 (рисунок 5) и обеспечит подачу воды.

Модернизированная пожарная колонка внешне ничем не отличается от обычной пожарной колонки и поэтому может перевозиться в пожарном автомобиле в отсеке на штатном месте.

Предлагаемая модернизация пожарной колонки в значительной мере повысит вероятность эффективного использования пожарных гидрантов при заборе огнетушащих веществ для нужд пожаротушения и проведения аварийно-спасательных работ. Материальные затраты, необходимые на разработку колонки пожарной универсальной не соизмеримы с потенциальными человеческими жертвами и материальном ущербе от развития пожара, за время обеспечения водой участников его ликвидации.

Список источников

1. Гончаренко, В.С., Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.-аналитич. сб. / В.С. Гончаренко, Гончаренко, В.С., Т.А. Чечетина, В.И. Сибирко и др./ Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.
2. Хиль, Е. И. Сравнительный анализ пожаров в городской и сельской местности / Е. И. Хиль, А. С. Ситник // Материалы международной научно-технической конференции «Системы безопасности». – 2022. – № 31. – С. 115-118.
3. К вопросу достоверности применяемых исходных данных для расчета сил и средств в документах предварительного планирования / В. А. Меженков, И. А. Ольховский, А. Н. Неровных, С. С. Скворцов // Гражданская оборона на страже мира и безопасности :

Материалы III Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. В 3-х частях, Москва, 01 марта 2019 года. Том Часть 1. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2019. – С. 155-161.

4. Алгоритмы оптимального расположения гидрантов наружного противопожарного водоснабжения / Е. А. Черепанов, В. А. Родин, А. В. Калач, А. Ю. Акулов // Вестник Воронежского института ФСИИ России. – 2019. – № 4. – С. 124-131.

5. Гребенщиков, А. А. Модернизированная пожарная колонка как устройство, сокращающее время тушения пожара / А. А. Гребенщиков, М. Ф. Самадова // Вопросы науки и образования. – 2018. – № 5(17). – С. 27-31.

ГСНТИ 59.01.92
УДК 614.842/.847
ББК 43.432.8

**Владимир Васильевич РОЕНКО¹, Алексей Петрович КАРМЕС²,
Сергей Петрович ХРАМЦОВ³, Андрей Андреевич КОЛОСКОВ⁴**

¹ Академия ГПС МЧС России, Москва, Россия (piroemail@bk.ru, SPIN 9241-7330, ID: 810145)

² Академия ГПС МЧС России, Москва, Россия (karmec84@mail.ru, SPIN 7016-35889, ID: 765737)

³ Академия ГПС МЧС России, Москва, Россия (petrovich-76@mail.ru, SPIN 5233-6877, ID: 761688)

⁴ ГУ МЧС России по Краснодарскому краю, Краснодар, Россия (andrey_koloskov@mail.ru)

Метод тушения лесных пожаров температурно-активированной водой

Аннотация. В статье рассмотрена проблема тушения лесных пожаров. Проанализирован опыт применения технологии пожаротушения температурно-активированной водой при тушении лесных пожаров. Изложен метод применения технологии для эффективного пожаротушения лесных пожаров. Отражены преимущества многофункциональных средств пожаротушения, использующих данную технологию, а также аспекты их совершенствования.

Ключевые слова: лесные пожары, температурно-активированная вода, левитирующая пена, автомобиль пожарный многоцелевой, установка распыления многофункциональная, комплект многоцелевых пожарных контейнеров.

**Vladimir Vasilievich Roenko¹, Alexey Petrovich Karmes², Sergey Petrovich Khramtsov³,
Andrei Andreevich Koloskov⁴**

¹ Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russian Federation;

² Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russian Federation;

³ Academy of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Moscow, Russian Federation;

⁴ The Ministry of Emergency Situations of Russia in the Krasnodar Territory, Krasnodar, Russian Federation

Method of extinguishing forest fires with temperature-activated water

Annotation. The article considers the problem of extinguishing forest fires. Experience in applying the technology of fire extinguishing with temperature-activated water when extinguishing forest fires. The method of applying the technology for effective firefighting of forest fires is

described. The advantages of multifunctional fire extinguishing means using this technology are reflected, as well as aspects of their improvement.

Keywords. Forest fires, temperature-activated water, levitating foam, multi-purpose fire truck, multifunctional spraying unit, a set of multi-purpose fire containers.

Лесные пожары наносят значительный экономический и экологический ущерб. Они характеризуются тяжелыми условиями тушения. Для борьбы с ними привлекаются значительные трудовые и материальные ресурсы, а также требуется решение комплекса технических, организационных, и тактических задач.

Площадь лесного фонда России — 1,2 млрд га. И только 90 млн га — это районы с транспортной инфраструктурой, где возможны наземное наблюдение за лесопожарной обстановкой и доставка сил и средств пожаротушения автотранспортом.

Более 1 млрд га — труднодоступные и удалённые территории. Около 500 млн га входят в зону авиационного мониторинга, остальная часть — зона космического мониторинга.

В нашей стране ежегодно регистрируется от 9 до 35 тыс. лесных пожаров, охватывающих площади от 500 тыс. до 3,5 млн га. По данным МЧС России и Рослесхоза, всего с начала 1992 года до конца 2020 года в России зарегистрировано более 635 тыс. лесных пожаров.

Следует отметить, что средний размер ущерба от лесных пожаров в год составляет порядка 20 млрд рублей, из них от 3 до 7 млрд — ущерб лесному хозяйству (потери древесины). Остальные потери: расходы на тушение и последующую расчистку горелых площадей; ущерб от гибели животных, загрязнения продуктами горения; затраты на восстановление леса и т.д. [1].

Особое внимание вызывают пожары, возникшие в труднодоступных местах. Из-за специфики их сложно обнаружить, добраться до места возгорания, практически невозможно потушить классическими методами.

В условиях чрезвычайной горимости лесные пожары охватывают более крупные территории. Трудности, возникающие при доставке и подаче огнетушащих веществ к очагу пожара в труднодоступные места на значительные расстояния, усложняют своевременную остановку, локализацию и ликвидацию пожара.

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что наиболее перспективными, теоретически обоснованными и экспериментально проверенными методами ликвидации лесных пожаров являются такие средства и технологии, которые основаны на экологически чистых методах тушения, основанных на принципах искусственного осадкообразования над очагами лесных пожаров и подаче огнетушащих веществ в глубь очага горения [2–4].

Исходя из этого актуальным является вопрос модернизации и введения инновационных способов тушения пожаров, совершенствования методов тушения лесных пожаров в условиях горной местности с помощью мобильных средств пожаротушения.

Учеными Академии ГПС МЧС России при тушении лесных пожаров в г. Саров в 2010 году были проведены исследования по возможности и эффективности использования технологии пожаротушения температурно-активированной водой (ТАВ) и левитирующей пеной (струи ТАВ, полученные из раствора пенообразователя в воде) (ЛП) для тушения лесных пожаров. Технология на тот момент была представлена в виде многоцелевого пожарно-спасательного автомобиля (АПМ) [5].

Проведенные исследования позволили доказать эффективность применения АПМ в сравнении с традиционными методами тушения лесных пожаров. За два дня были успешно ликвидированы пожары на площадях до 3 га в лесных массивах густого смешанного леса с выходами на поверхность пересохших болот и сплошными завалами из деревьев различных пород (береза, сосна, ель). Способы подачи струй ТАВ и ЛП при тушении лесных пожаров представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Подача струй ТАВ и ЛП при тушении лесных пожаров

Использование тепловизорной установки, позволяющей обнаруживать скрытые очаги горения в инфракрасном диапазоне, при проведении разведки и ликвидации позволяет определить отдельные участки поверхности без видимых следов горения, имеющие скрытые температурные области, нагретые до 350–400 °С, а на некоторых участках – до 600–700 °С.

Максимальные температуры наблюдаются под слоем песка, которым присыпаются очаги горячей подстилки, или под корнями деревьев, особенно если корни деревьев были предварительно засыпаны песком или грунтом. Зоны максимальных температур горения (тления) при низовом пожаре представлены на рисунке 2.



Рисунок 2 – Зоны максимальных температур горения (тления) при низовом пожаре

При сопоставлении результатов выполненных работ по защите одного и того же лесного массива с использованием обычной тактики тотального пролива водой и с использованием выборочной обработки поверхности струями ТАВ и ЛП установлено уменьшение расхода воды на тушение в десятки раз, при этом обеспечивалось качество обработки поверхности, исключающее повторное возгорание.

Успешное тушение лесных пожаров с использованием АПМ основано на следующих его возможностях:

1. Возможность самостоятельно, без привлечения другой техники ликвидировать лесные завалы и прокладывать проходы для прокладки рукавных линий с использованием вывозимого электрического механизированного инструмента (цепных и дисковых пил,

аварийно-спасательного инструмента). Обеспечивать питание внешних потребителей позволяет мощная электросиловая установка, установленная на АПМ. Причем подавать ТАВ и обеспечивать работу внешних потребителей электроэнергии можно одновременно.

2. Создание водяного тумана на высоте 15–20 метров в кронах высохших стоящих и поваленных деревьев, снижение риска возникновения верховых пожаров в местах работы АПМ.

3. Барботаж (перемешивание) струями ТАВ лесной подстилки, толщина которой в некоторых случаях достигала 30–50 см, и нагретой песчаной почвы. При подаче ТАВ количество воды, подаваемой на один кв. метр почвы, может быть уменьшено в 10 и более раз, т.е. требуется не 50 литров на один кв. метр почвы, а не более 5 литров. Малая эффективность тушения лесной подстилки и охлаждения почвы с высокой температурой струями, подаваемыми от традиционной пожарной техники, объясняется тем, что на поверхности с температурой более 160 °С успевает образоваться паровая пленка, которая и препятствует проникновению воды к скрытым очагам или разогретой до температуры более 300 °С почве.

4. Возможность одновременной подачи струй ТАВ, струй ЛП, струй тонкораспыленной воды и компактных струй.

5. Возможность ликвидации очагов пожаров в лесных завалах и под корнями деревьев струями ТАВ без разборки и трелевки деревьев, а также подкапывания деревьев.

6. Возможность длительной автономной работы с одновременной подачей огнетушащих веществ (воды, ТАВ и ЛП) в течение не менее 40 минут без дозаправки водой и 6-ти часов без дозаправки дизельным топливом.

7. Возможность прокладки рукавных линий АПМ диаметром не более 25 мм на расстояние более 200–250 метров позволяет оперативно реагировать на возникающие в лесной чаще очаги пожаров без съезда АПМ с дороги. Прокладка рукавной линии АПМ в условиях сложного рельефа местности для подачи ТАВ и ЛП возможно до 2000 метров.

В Академии ГПС МЧС России постоянно работают над совершенствованием технологии пожаротушения ТАВ. Развитие этого направления идёт по пути совершенствования насосно-рукавных систем и повышения надежности эксплуатации.

В 2020 году была разработана и введена в эксплуатацию усовершенствованная модель многофункциональной техники, основанной на использовании технологии пожаротушения ТАВ, получившая название установка распыления многофункциональная (УРМ) (представлена на рисунке 3).



Рисунок 3 – Внешний вид УРМ

Помимо этого, для обеспечения оперативной транспортабельности разработан опытный образец комплекта многоцелевых пожарных контейнеров (КМПК), состоящий из двух 20-футовых контейнеров (представлен на рисунках 4 и 5) [6].



Рисунок 4 - Общий вид энергетического блока КМПК



Рисунок 5 - Блок вспомогательного оборудования КМПК

Основным достоинством технологии пожаротушения ТАВ является обеспечение эффективного тушения пожаров в условиях ограниченного запаса огнетушащих веществ, пожаротушения в труднодоступных местах, а также обеспечение выполнения широкого спектра задач при тушении пожаров и ликвидации ЧС.

Считаем целесообразным совершенствовать конструкцию технических средств получения и подачи ТАВ, исследовать новые аспекты её применения на различных объектах защиты, в том числе расположенных в труднодоступных местах, а также активизировать работу по подготовке личного состава, обслуживающего пожарно-спасательную технику с установками пожаротушения ТАВ.

Список источников

1. Лесные пожары в России. Статистика и антирекорды. [Электронный ресурс] // Оф. сайт ТАСС. URL: <https://tass.ru/info/6712527> (дата обращения: 27.07.2023).
2. Подрезов Ю.В. Диссертация на соискание ученой степени докт. с/х наук на тему: «Методологические основы прогнозирования динамики и последствий чрезвычайных лесопожарных ситуаций». М.: Мос. гос. ун-т леса, 2005.
3. Подрезов Ю.В., Тимошенко З.В. Анализ особенностей современных способов борьбы с лесными пожарами и чрезвычайными лесопожарными ситуациями // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2014. № 2.

4. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С. Тимошенко З.В. Особенности лесопожарной обстановки на территории Российской Федерации летом 2018 года // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2018. № 6.

5. Роевко В. В., Кармес А. П. Технология температурно-активированной воды: физическая сущность, история разработки, перспективы развития // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2017. № 3. С. 15–20. <https://doi.org/10.25257/FE.2017.3.15-20>.

6. Роевко В. В., Храпцов С. П., Кармес А. П., Чистяков Т. И., Музыченко А. С., Кочетыгов В. А. Опыт применения и совершенствование технологии температурно-активированной воды для тушения пожаров и предупреждения чрезвычайных ситуаций // Технологии техносферной безопасности. 2022. Вып. 2 (96). С. 34–52. <https://doi.org/10.25257/TTS.2022.2.96.34-52>

ГСНТИ 52.13.37

УДК 622.8.662

ББК 3.33н

**Александр Викторович ЧЕРНЫХ¹, Евгений Александрович ГОЛОВЧЕНКО²,
Николай Геннадьевич МЫШКИН³, Сергей Владимирович БОРДУНОВ⁴,
Дмитрий Андреевич ИЩЕНКО⁵**

¹ Департамент спасательных формирований МЧС России, Москва, Россия (bulan@inbox.ru)

² ФГКУ «Научно-исследовательский институт «Респиратор» МЧС России», Донецк, Донецкая Народная Республика, Россия (ennio_80@mail.ru)

³ ООО «Респект», Пермь, Россия (mng10senclub@yandex.ru)

⁴ ООО «Научно-внедренческое предприятие «ЭЧТЕХ», Томск, Россия (sbordunov@yandex.ru)

⁵ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (adinko@mail.ru)

Опыт применение способа, технологии генерации и подачи тумана активированного структурированного на шахте Распадская

Аннотация. Статья посвящена актуальной научно-технической проблеме профилактики, локализации и тушению подземных пожаров и предотвращению взрывов пыле-газовоздушных смесей на шахтах и рудниках. Рассмотрены результаты промышленного эксперимента, проведенного на шахте «Распадская» ОАО «Распадская» разработанного способа и технологии «Генерации и подачи тумана активированного структурированного с целью профилактики, локализации, тушения подземных пожаров и предотвращения взрывов пыле-газовоздушных смесей» и оборудование для его реализации.

Ключевые слова: угольные шахты, тушение подземного пожара, температурно-активированная вода, инертизация выработок, эффект тушения, предотвращение взрыва

**Aleksandr V. CHERNYH¹, Evgenii A. GOLOVCHENKO² Nikolai G. MYSHKIN³,
Sergey V. BORDUNOV⁴, Dmitry A. ISHENKO⁵**

¹ Department of Rescue Formations EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² Research Institute «Respirator» of EMERCOM of Russia, Donetsk, Russia

³ Public Corporation Scientific «Respect», Perm, Russia

⁴ Public Corporation Scientific-innovation enterprise «Echteh», Tomsk, Russia

⁵ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Experimental application of the method and technology of generation and supply of activated structured mist

Abstract. The article is devoted to the actual scientific and technical problem of prevention, localization and extinguishing of underground fires and prevention of explosions of dust-gas-air mixtures in mines and mines. The results of an industrial experiment conducted at the Raspadskaya mine of JSC «Raspadskaya» of the developed method and technology of «Generation, supply of activated structured fog for the purpose of prevention, localization, extinguishing of underground fires and preventing explosions of dust-gas-air mixtures and equipment for its implementation are considered.

Key words: coal mines, fire extinguishing, temperature-activated water, inertia of workings, extinguishing effect, explosion prevention

Учеными Академии ГПС МЧС России совместно со специалистами ВГСЧ МЧС России и ООО «Научно-внедренческое предприятие «ЭЧТЕХ» при поддержке ООО «Респект» разработан способ и технология «Генерации, подачи тумана активированного структурированного (далее – ТАС) с целью профилактики, локализации, тушения подземных пожаров и предотвращения взрывов пыле-газовоздушных смесей» и оборудование для ее реализации (далее – ГенТАС).

Использование указанного способа и технологии позволяет создать безопасную для человека огнетушащую и взрыволокализирующую среду в горных выработках и выработанных пространствах шахт и рудников.

Основные функциональные задачи применения ГенТАС:

- прекращение процесса горения, основанного на новых физических принципах;
- эффективное удаление или осаждение продуктов горения ТАС;
- быстрое уменьшение температуры продуктов горения рудничного пожара ТАС, как на путях эвакуации, так и в непосредственной близости от очага пожара, обеспечивается тем, что размер большинства капель «водяного тумана» ТАС составляет 1,0-5,0 и до 10,0-90,0 мкм, поэтому капли витают и не осаждаются, огибают препятствия, остаются в охлаждаемом объеме и практически вся вода участвует в процессе охлаждения;
- тушение очага пожара как поверхностным (активно-непосредственным), так и объемно-дистанционным способом.

Основные параметры реализованные технологически ГенТАС – интенсивность генерации ТАС 5 м³/с (30 600 м³/час) и более или обеспечение взрыво-пожаробезопасной среды (присутствие ТАС в рудничной атмосфере 32%) 92 000 м³/час.

Установка получения ГенТАС смонтирована на автомобильном шасси повышенной проходимости и может быть транспортирована как железнодорожным, так и морским транспортом. Также разработана конструкция установки получения ТАС, размещенной в контейнере или группе контейнеров с возможностью транспортировки вертолетом.

Для обеспечения непрерывной работы одной установки требуется заправка дизельным топливом из расчета 160 литров в час, водой 8 тонн в час и пенообразователя, смачивателя или иного реагента, например фреона 200 литров в час (при необходимости). При этом установка будет образовывать в зоне действия рудничного пожара огнетушащую концентрацию комбинированного воздействия.

Еще одна возможность, которая реализуется при использовании технологии ГенТАС это выбор оптимальных параметров «водяного тумана» за счет изменения температуры недогретой воды (температурно-активированной воды).

Недогретой называют воду, которая, находясь в замкнутом объеме, при температуре более 100°C и при давлении больше атмосферного не вскипает и не переходит в пар, если давление недогретой воды быстро уменьшается до атмосферного, то происходит почти мгновенное её вскипание. В результате вскипания одна часть (до 30%) недогретой воды

переходит в пар, а другая часть трансформируется на капли диаметром 1,0 – 10,0 мкм, эти капли образуют «водяной туман с добавленными физическими свойствами».

Регулирование температуры недогретой воды позволяет изменять соотношение между паровой и водяной фазами «водяного тумана» и размер капель воды.

Основные преимущества использования температурно-активированной воды:

- струи температурно-активированной воды эффективно осаждают дым и уменьшают взрывоопасные концентрации газов;
- струи температурно-активированной воды могут быть использованы для тушения практически всех видов горючих веществ, которые не вступают в химическую реакцию с водой с выделением большого количества тепла или горючих газов;
- струи температурно-активированной воды эффективно тушат бензины различных марок, нефтепродукты, спирты, ацетон, другие углеводороды и водорастворимые жидкости, а также твердые материалы: древесину, резину, поливинилхлорид, полистирол и др.;
- наиболее эффективно струи температурно-активированной воды тушат пожары в замкнутых объемах.

Разработана технология получения ТАС с размером капель воды от 0,01 до 10 мкм и более. За счет изменения сочетания температуры, давления и типа распылителя недогретой воды удается добиться изменения соотношения паровой и капельной фаз ТАС в достаточно широких пределах – до 1/3 паровой и 2/3 капельной массовой доли от общей массы недогретой воды. Дополнительная структуризация ТАС реализуется за счёт использования специальных квантовых функциональных генераторов, значительно повышая тем самым получаемый огнетушащий и взрыволокализирующий эффект.

Успешный опыт промышленного экспериментального применения данного способа и технологии был получен на шахте «Распадская» ОАО «Распадская» в декабре 2012 года. Подача огнетушащей среды, полученной из шахтной воды, была осуществлена двумя установками с поверхности в зону действующего пожара № 63экз через скважину № 6-3 пласта 6-ба на глубину до 350 м.

Согласно Акта оценки производственного научно-исследовательского эксперимента по «Возможности и целесообразности использования ГенТАС для целей подземного пожаротушения, многоцелевой выработки добычного и выработанного пространств для профилактики подземных пожаров и газодинамических явлений в условиях ОАО «Распадская», экспериментально была отмечена повышенная способность смачивания парокапельной смесью слоя угольной пыли дисперсностью менее 74 мкм, приводя ее в инертное состояние. Получаемая парокапельная смесь способна связывать углеводородные и пожарные газы.

На основании натурных экспериментов опробования технологии использования температурно-активированной воды для связывания и инертизации отложений угольной пыли в горных выработках, разработаны и опробованы технические возможности подачи ГенТАС в горные выработки (со средой ТАС пенообразователя, смачивателя и других реагентов для усиления проникающего и изолирующего эффектов среды ТАС («левитирующая пена» - ЛП) с целью дистанционно-локального тушения очагов пожаров и инертизации угольной пыли).

Как показала практика промышленного экспериментального применения, часть среды ТАС при длительном соприкосновении с поверхностью горных выработок, пластами и оборудованием, имеющим меньшую температуру, конденсируется, поэтому подачу ТАС требуется подавать с расчётным запасом. Коэффициент запаса принимается при изучении особенностей зоны пожара, имеющихся точек подачи и может составлять от 1,2 до 10. Также имеет место накопительный эффект качества ТАС в горных выработках и в процессе подачи указанный коэффициент уменьшается. Отмечен феномен переноса свойств ТАС на окружающие горные породы, древесину и прочее.

Таким образом, для достижения огнетушащей концентрации при заполнении объема подземного (выработанного) пространства около 1 000 000 м³ потребуется примерно двенадцать часов (расчетное время, для фактических условий шахты Распадская зафиксировано

24-32 часов) непрерывной работы двумя установками. Для целей уменьшения времени тушения подземного пожара требуется учитывать особенности совместной работы двух и более установок на одну скважину или трубопровод. Работу установки обеспечивают два человека. Для непрерывной подачи ТАС в течение суток и более, с учетом двухсменного дежурства требуется обеспечение жизнедеятельности минимум четырех человек. Использование варианта ГенТАС в подземном взрывобезопасном исполнении значительно повышает эффективность способа тушения.

Результаты проведенных промышленных экспериментов:

1. Несмотря на значительный объем горных выработок и выработанного пространства аварийного участка ($\geq 3\,000\,000\text{ м}^3$) в зоне действующего пожара № 63экз шахты «Распадская» ОАО «Распадская» и значительные приточки воздуха на аварийный участок, составляющие 1200-1500 $\text{м}^3/\text{мин}$, очевидный эффект тушения пожара начал наблюдаться через одни сутки. Общее непрерывное время воздействия ТАС на пожар составило шесть суток. Эффекты от воздействия технологии ГенТАС наблюдались на аварийном участке не менее шести месяцев.

В сравнении с ранее применяемыми технологиями тушения и локализации подземных пожаров (генерация инертных газов и парогазовых смесей, мембранная технология газоразделения и получения инертной пены, использования хладонов, применение способа рециркуляции пожарных газов, а также способ изоляции и комбинированного тушения) способ и технология ГенТАС показала свою наилучшую эффективность, а именно обеспечение воздействия на весьма большие объемы (на основании проведенного промышленного эксперимента $\geq 3\,000\,000\text{ м}^3$) горных выработок и труднодоступных зон в виде выработанных пространств, обрушенных и погашенных горных выработок, что недоступно известным технологиям. Таким образом, способ и технология «ГенТАС с целью профилактики, локализации, тушения подземных пожаров и предотвращения взрывов пыле-газовоздушных смесей» при проведении промышленного эксперимента показала свою высокую эффективность и работоспособность.

2. При проведении натурного эксперимента опробования технологии использования температурно-активированной воды для связывания и инертизации отложений угольной пыли в горных выработках, при обработке тонкодисперсной угольной пыли температурно-активированной водой в горных выработках шахты «Распадская» ОАО «Распадская» коэффициент влагонасыщения угольной пыли достигал 30-35% в первые 20-40 минут эксперимента, угольная пыль при этом становилась взрывобезопасной, прирост воды достигал 70 г на 180 г угольной массы. По сравнению с известными химическими реагентами (различные пенообразователи и смачиватели) применяемый способ оказался на порядок эффективнее и безопаснее в экологическом аспекте.

3. Также при проведении промышленного эксперимента на шахте «Распадская» ОАО «Распадская» дополнительно установлено, что при взаимодействии ТАС с пожарными газами происходит активный процесс адсорбции окиси углерода, метана в коагулированном состоянии в конденсированный продукт, и адсорбция продуктов горения (дыма и аэрозолей).

4. Дополнительно способ и технология ГенТАС может быть применен для дистанционной подачи различных реагентов пенообразователя, смачивателя, фреона и др., а также для ликвидации (разрушения) ледяных покровов при обмерзании устьев стволов в зимний период без фазы плавления, (монолит ледяного покрова осыпается в виде небольших чешуек). Данная проблема может быть решена за счёт расширения диапазона приданных свойств ТАС до пяти-семи режимов работы ГенТАС.

5. ГенТАС является многофункциональным высокоэффективным средством профилактики безопасного ведения горных работ, локализации и тушения рудничных пожаров, создания взрывобезопасной среды без её инертизации (работники шахт и рудников при угрозе взрыва газо-пылевоздушной среды могут эвакуироваться и быть эвакуированы без применения СИЗОД).

Список источников

1. Дубовик В.М., Дубовик Е.Н., Кривицкий В.А. Обзор современного состояния экспериментальных исследований странного излучения: Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. Т.1. вып.1-2012 специальный выпуск Система Планета Земля.
2. Черных А.В., Бордунов С.В., Балин Д.Н. Использование магнито-ядерного резонанса с целью управления свойствами различных веществ и комплексных продуктов: Сборник материалов научно-практической конференции – М. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2023. – 148 с.
3. Роечко В.В. Теоретические основы получения и подачи водных сред в метастабильном фазовом состоянии для предупреждения и тушения пожаров [текст]: Отчёт о НИР/ В.В. Роечко, С.П. Храпцов, Т.Г. Меркушина, Е.Н. Денисов и др. – № госрегистрации И222050400050-4 в 2 частях Ч.2 – М: Академия государственной противопожарной службы МЧС России. – 2021. – 36 с.

ГСНТИ 81.92.17

УДК 614.84

ББК 30н Г

Сергей Александрович ШКУНОВ¹, Валерий Бахаратович ТЕУНАЕВ²

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (s.shkunov@academygps.ru, SPIN 7694-1573, ID: 860013)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия

О некоторых рекомендациях при тушении пожаров на предприятиях резиновой промышленности

Аннотация. В работе кратко рассмотрены особенности тушения пожаров на предприятиях резиновой промышленности, а также представлены рекомендации применения огнетушащих веществ и пожарного оборудования при тушении изделий на основе каучука и примесей, которые применяются при производстве резиновых изделий.

Полученные результаты могут быть полезны для подразделений пожарной охраны, осуществляющих реагирование на пожары, связанные с горением веществ и материалов, изготовленных на основе каучука.

Ключевые слова: пожары на предприятиях резиновой промышленности, горение резины, тушение пожаров, огнетушащие вещества, пожарное оборудование, горение каучука, рекомендации для пожарной охраны.

Sergey A. SHKUNOV¹, Valery B. TEUNAEV²

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

About some recommendations for extinguishing fires in the rubber industry

Annotation. The paper briefly discusses the features of extinguishing fires in the rubber industry, and also presents recommendations for the use of extinguishing agents and fire equipment when extinguishing products based on rubber and impurities that are used in the manufacture of rubber products. The results obtained can be useful for fire protection units responding to fires associated with gorenje substances and materials made on the basis of rubber.

Key words: fires at rubber industry enterprises, gorenje gorenje, fire extinguishing, fire extinguishing agents, fire equipment, burning rubber, recommendations for fire protection.

В ходе проведенного анализа деструктивных событий, имеющих место на предприятиях, занимающихся переработкой резинотехнических изделий (далее РТИ), отмечается значительный рост случаев возникновения пожаров за последнее десятилетие. Пожары, происходящие на таких предприятиях, характеризуются обширными участками горения и, следовательно, причиняют значительные материальные и финансовые убытки.

Анализ [1] указывает на то, что причинами возникновения пожаров в производстве РТИ могут быть нарушения технологического регламента, статический электрический разряд, неисправности оборудования и невыполнение правил пожарной безопасности во время проведения электрогазосварочных работ.

Горение материалов, содержащих каучук и резину, вызывает значительные трудности при их тушении. Это обусловлено преимущественно физико-химическими свойствами указанных веществ. При горении каучука и резины их температура может достигать 1200°C, сопровождаясь интенсивным выделением тепла и различных токсичных веществ в атмосферу, в том числе наблюдается интенсивное образование черно-бурого дыма. Процесс распространения пламени по поверхности РТИ обусловлен передачей тепла от зоны горения к поверхности горящего материала.

Не секрет, что эффективность тушения зависит от выбора правильных огнетушащих веществ и их применения в соответствии с особенностями горения резины и примесей, используемых при производстве резиновых изделий. Для тушения таких пожаров требуется применение специальных огнетушащих веществ и оборудования.

По прибытии подразделений пожарной охраны для тушения развившегося пожара на объекте РТИ кроме основной задачи по эвакуации людей, проведения спасательных работ и оказании им первой помощи необходимо:

1. Провести разведку и определить решающее направление для прибывших подразделений¹, а также оценить достаточность сил и средств для борьбы с пожаром в данный момент времени.

2. Учитывая связь всей цепочки производственных мощностей РТИ с оборудованием, работающим под напряжением более 240 вольт, необходимо принять меры по отключению объекта от электросетей. В случае невозможности тушения оборудования под напряжением рекомендуется использовать порошковые огнетушители (при напряжении до 1000 В) или углекислотные огнетушители (при напряжении до 10000 В) с расстояния не менее одного метра с соблюдением правил по охране труда.

3. Из-за описанных ранее свойств, возникающих при горении каучука и готовой продукции (резинотехнических изделий), работы по тушению пожара следует проводить исключительно в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения [2].

4. Развертывание прибывающих сил и средств следует проводить не менее чем в двух направлениях. Первое направление предполагает подачу огнетушащих веществ на несущие конструкции и оборудование, а также принятие мер по предотвращению дальнейшего распространения огня. Второе направление предполагает применение сил и средств для демонтажа конструкций и обнаружения скрытых очагов горения.

5. В случае возникновения трудностей при поиске пострадавших на месте пожара, рекомендуется проводить разведку не менее чем двумя звеньями газодымозащитной службы (ГДЗС), при этом необходимо выставлять дополнительное звено ГДЗС на посту безопасности². Учитывая высокую плотность задымленности в результате горения указанных веществ и при невозможности оперативного решения первоочередных задач по поиску пострадавших необходимо принять меры по наращиванию количества звеньев ГДЗС,

1 Приказ МЧС России от 16 октября 2017 г. № 444 "Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ". URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/pri me/doc/71746130/> (дата обращения: 08.09.2023).

2 Приказ МЧС России от 27 июня 2022 г. N 640 "Об утверждении Правил использования средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения личным составом подразделений пожарной охраны". URL: <https://base.garant.ru/404977659/> (дата обращения: 08.09.2023).

предусматривая резервные для оказания помощи личному составу, если возникнет такая необходимость.

6. Определить методы и способы забора воды от ближайших водоисточников, а также достаточность их водоотдачи для бесперебойной работы насосных систем.

7. Для тушения РТИ применять воду со смачивателями, пену и порошки [3].

8. Для подачи огнетушащих веществ использовать стволы с подачей не менее 7 л/с. Высокая теплота испарения воды (2236 кДж/кг) обеспечивает эффективное отвод тепла в процессе тушения пожаров, а низкая теплопроводность способствует созданию эффективной тепловой изоляции на поверхности горящего материала. Также использовать водопенные стволы, которые обеспечат эффективное тушение очагов горения. В первом случае будет достигаться интенсивное охлаждение поверхности горючих веществ, а во втором - изоляция от окислителя и охлаждение, кроме того свойства пены позволяют проникать вглубь изделий и предотвращает повторное воспламенение. В отличие от порошков и газов, вода и пена лучше отводят тепло, поэтому для тушения каучука и резины вода и пена являются наиболее предпочтительными огнетушащими веществами.

Выводы:

пожары на предприятиях резиновой промышленности представляют серьезную опасность и наносят значительный материальный ущерб из-за особенностей горения резины и каучука;

причины возникновения таких пожаров разнообразны - нарушения технологического процесса, неисправности оборудования, нарушения правил пожарной безопасности;

для успешного тушения пожаров на объектах резиновой промышленности требуется выбор эффективных огнетушащих веществ и тактики их применения;

рекомендуется использовать для тушения воду, водные растворы смачивателей, пену, порошок;

необходимо применять стволы с большой водоотдачей, а также пенные стволы для изоляции горючих материалов от кислорода;

обязательно соблюдение мер безопасности из-за токсичности продуктов горения резины и сильного задымления;

требуется гибкая тактика тушения и оперативное наращивание сил и средств в зависимости от развития ситуации.

Это лишь некоторые основные рекомендации по выбору тактики, выбора огнетушащих веществ, способов их подачи и мер безопасности при тушении пожаров на объектах резиновой промышленности.

Каждый пожар и объект обладает своими особенностями, где применение тех или иных огнетушащих веществ может быть неэффективным, а тактика тушения пожара может меняться в соответствии со складывающейся обстановкой.

Список источников

1. Матиев, Р. Т. Особенности проявления пожарных рисков на предприятиях по переработке резинотехнических изделий / Р.Т. Матиев, В.Б. Теунаев // Инновации технических решений в машиностроении и транспорте : Сборник статей XI Всероссийской научно-технической конференции молодых ученых и студентов с международным участием, Пенза, 16–17 марта 2023 года / Под научной редакцией. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 298-310. – EDN DMYHCQ.

2. Современные технологии для проведения работ в условиях ограниченной видимости (часть 1) / В. Д. Федяев, Е. А. Агаева, О. В. Двоенко, С. А. Шкунов [и др.] // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2022. – № 2. – С. 94-99. – DOI 10.25257/FE.2022.2.94-99. – EDN HLAQMU.

3. Сборник методик по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ подразделениями пожарной охраны на объектах различного функционального назначения. – М.: ВНИИПО, 2022.- 323 с.

ГСНТИ 82.33.17

УДК 614.847.9

ББК 30н

Елизавета Михайловна СЕМЕНЕНКО¹, Сергей Александрович ШКУНОВ²

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (mdagps@yandex.ru, SPIN 1539-8110, ID: 853796)

² ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (s-schkunov-71@yandex.ru, SPIN 7694-1573, ID: 860013)

К вопросу тактических возможностей пожарно-спасательных подразделений при тушении пожаров на предприятиях по изготовлению лакокрасочных материалов

Аннотация. Пожары на предприятиях с наличием лакокрасочных материалов являются наиболее разрушительными и трудноликвидируемыми. В статье рассматривается тушение пожара на производственном предприятии по изготовлению лакокрасочных материалов, в частности, в статье рассматривается применение воздушно-механической пены как наиболее эффективного агента – огнетушащего вещества в сравнении с тонкораспыленной водой при тушении пожаров горючих жидкостей, к которым относятся лакокрасочные материалы.

Ключевые слова: тушение лакокрасочных материалов, воздушно-механическая пена, тонкораспыленная вода, бесперебойное водоснабжение.

Elizaveta M. SEMENENKO ¹, Sergey A. SHKUNOV ²

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

On the issue of tactical capabilities of fire and rescue units when extinguishing fires at paint and varnish manufacturing enterprises

Abstract. Fires at enterprises with the presence of paint and varnish materials are the most destructive and difficult to liquidate. The article deals with fire extinguishing at a manufacturing enterprise for the manufacture of paints and varnishes, in particular, the article discusses the use of air-mechanical foam as the most effective agent – extinguishing agent in comparison with finely sprayed water when extinguishing fires of flammable liquids, which include paints.

Key words: extinguishing of paint and varnish materials, air-mechanical foam, fine-sprayed water, uninterrupted water supply.

Актуальность и сложность вопроса обеспечения пожарной безопасности в современном мире бесспорна. Пожары представляют собой одно из разрушительных явлений, постоянно сопровождающих развитие человеческой цивилизации. С давних времен

они причиняют значительный, порой невосполнимый ущерб живой природе и обществу, его достоянию, материальным и духовным ценностям.

Общие тенденции развития строительной индустрии последних лет свидетельствуют о значительном росте применения лакокрасочных материалов (далее - ЛКМ) в качестве отделочных. Наряду с российскими производителями лакокрасочных материалов достаточно активную позицию на рынке занимает продукция иностранных фирм [1].

ЛКМ отличаются по виду, химическому составу (роду пленкообразующего вещества) и преимущественному назначению [2], что обуславливает в том числе и их пожароопасные свойства.

Способность лакокрасочных покрытий к воспламенению и распространению пламени по поверхности определяет необходимость изучения закономерностей возникновения и развития процесса их горения [3,4], дальнейшего развития нормативной базы, регламентирующей их пожарную безопасность при использовании на различных объектах, а также совершенствование методологии оценки параметров пожарной опасности.

В настоящее время в проведении строительных работ, работ по отделке помещений и обеспечению пожарной безопасности строительных конструкций в качестве основных материалов для повышения огнезащиты начали активно применяться такие материалы как трудногорючие краски, огнезащитные лаки и пропитки. Внедрение новых технологий в изготовлении лаков и красок разрешило значимо увеличить ассортимент данных материалов и зоны их применения, но их применение представляет огромную опасность из-за использования химически опасных материалов в случае разлива, разрушения, что способствует стремительному распространению огня по площади.

Пожарная опасность процессов окраски обусловлена:

свойствами применяемых ЛКМ, в составе которых находится 50...60% и даже 70...80% легковоспламеняющихся растворителей;

при пневматическом распылении и распылении в электрическом поле высокого напряжения при нарушении режима работы вытяжной и рециркуляционной систем вентиляции создаются наиболее благоприятные условия для образования взрывоопасной концентрации.

Наиболее пожаровзрывоопасен способ распыления сжатым воздухом, при котором образуется пожаровзрывоопасная смесь мельчайших взвешенных частиц лака или краски в воздухе.

В случае возникновения пожара остро встает вопрос в оперативности действий пожарно-спасательных подразделений на лакокрасочных предприятиях [5]. При пожаре в зданиях по производству лаков и красок основной проблемой будет выброс вредных веществ в окружающую среду. Кроме того, для личного состава подразделений пожарной охраны будет иметь место ряд сложностей, таких как паника людей, стремительное распространение огня по цеху, стремительное и плотное задымление помещений и т.п. [6], которые руководитель тушения пожара в рамках своих обязанностей должен учесть при организации боевых действий по тушению пожара [7].

Горючие жидкости тушат на начальной стадии пожара как ручными переносными, так и передвижными воздушно-пенными, порошковыми, воздушно-эмульсионными огнетушителями; используют противопожарное полотно, кошму, накидывая его на очаг возгорания, при этом существенное значение имеет обеспечение бесперебойного водоснабжения.

Тушение пожаров класса В, согласно нормативным документам, производят следующими огнетушащими веществами:

- воздушно-механической пеной, получаемой из водных растворов пенообразователя.
- огнетушащим порошком, для чего используют порошковые автоматические установки пожаротушения (АУПТ).
- используют установки пожаротушения тонкораспыленной водой для небольших по площади и объему помещений, отсеков, например, расходных складов ГСМ.

При пожарах в окрасочных цехах как правило сначала обеспечивается выключение вентиляции, перекрываются задвижками воздуховоды и только потом приступают к тушению пеной и распылённой водой. Крайне важно при этом не допускать распространения огня в смежные помещения, вытяжные шкафы. В любом случае целесообразно попытаться подать пену на поверхность горючей жидкости в них с помощью стационарных систем пожаротушения при их наличии.

Применение распылённой воды для тушения пламени горючих жидкостей, имеющих низкую температуру вспышки, не всегда рационально, так как капли воды не могут охладить нагретый поверхностный слой ниже температуры вспышки, однако, тушение горючих красок с высокой температурой вспышки распыленной водой может принести положительный результат при условии относительно небольшой площади тушения (затухание пламени произойдет в том числе благодаря резкому снижению температуры), кроме того, вода может использоваться для тушения сухих красок. В любом случае, применение воды обосновано, поскольку позволяет обеспечить охлаждение горячих поверхностей в зоне горения.

Решающим же фактором механизма огнетушащего действия воздушно-механической пены является изолирующая способность пены. При покрытии зеркала горения жидкости пеной прекращается поступление паров жидкости в зону горения, и горение прекращается. Помимо этого, пена охлаждает прогретый слой жидкости выделяющейся жидкой фазой - отсеком. Чем мельче пузырьки пены и больше поверхностное натяжение раствора пенообразователя, тем выше изолирующая способность пены. Неоднородность структуры, крупные пузырьки снижают эффективность пены, соответственно, приоритет должен быть отдан устройствам, обеспечивающим подачу воздушно-механической пены низкой и средней кратности.

В частности, если мы попытаемся рассмотреть возможности по тушению лакокрасочных материалов пожарно-спасательным подразделением Тверским пожарно-спасательным гарнизоном, непосредственно участвующих в тушении пожара, то основным средством тушения пожаров на данном объекте могут быть использованы стволы ручные для подачи пены низкой кратности СВП(Э)-4, либо стволы КУРС-8 (с пеногенератором), способные подавать пену низкой кратности, а ствол КУРС-8 дополнительно обеспечивает подачу распылённой водной струи.

Таблица 1 – Тактико-технические характеристики КУРС-8

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра
1.	Рабочее давление	0,4 – 0,6 МПа (4 – 6 кгс/см ²)
2.	Расход воды: сплошной струи распылённой	2,0; 4,0; 6,0; 8,0 л/с (шаг 2,0 л/с) 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 л/с (шаг 2,0 л/с)
3.	Дальность подачи пены стволом	20 м
4.	Кратность воздушно-механической пены (в комплекте с пеногенератором), не менее	20
5.	Масса	1,8 кг (12,5 кг с пеногенератором)

Ствол СВП-4 представляет собой водоструйный аппарат, в котором рабочей жидкостью служит водный раствор пенообразователя, а подсасываемой – воздух, в результате чего образуется пена низкой кратности.

Таблица 2 – Тактико-технические характеристики СВП(Э)-4

№ п/п	Наименование параметра	Значение параметра
1.	Рабочее давление	0,6 МПа (6 кгс/ см ²)
2.	Расход раствора воды с ПО (пенообразователем)	8 л/с
3.	Расход пенообразователя, л/с к расходу воды	4-5 %
4.	Кратность воздушно-механической пены	8
5.	Дальность подачи пены стволом	18 м
6.	Масса	2,8 кг

В заключении стоит подчеркнуть значимость наличия пожарных стволов этих типов в арсенале оборудования пожарно-спасательных подразделений. Это будет служить существенным дополнением к их текущему оснащению и улучшит их способность реагирования на тушение пожаров лакокрасочных материалов, где применение воздушно-механической пены низкой кратности в качестве огнетушащего вещества будет наиболее целесообразно. Соответственно, пожарной оборудование в виде пожарных стволов с возможностью подачи пены низкой кратности станет ключевым элементом при выполнении боевых действий по тушению пожаров данного типа, кроме того, успешное тушение горящих лакокрасочных материалов требует одновременного сочетания различных приемов и методов, учитывающих специфику горящего материала и требует наличия соответствующего пожарногооборудования, при этом нужно иметь ввиду, что применение комбинированных стволов по типу КУРС-8 более предпочтительно, поскольку данный ручной ствол является более универсальным в применении, а значит, может обеспечить выполнение более широкого круга задач на пожаре.

Список источников

1. Каверинский В.С. Несколько штрихов к образу лакокрасочной промышленности // Лакокрасочные материалы и их применение. 2014. № 4. С. 14–17.
2. Рейбман А.И. Защитные лакокрасочные покрытия. Л.: Химия, 1982. 320 с.
3. Карякина М.И., Майорова Н.В. Лакокрасочные материалы: Технические требования и контроль качества. М.: Химия, 1985. 272 с.
4. Асеева Р.М., Зайков Е.Г. Горение полимерных материалов. М: Наука, 1981. 280 с.
5. Терехнев В.В., Подгрушный А.В. Пожарная тактика: Основы тушения пожаров: учебное пособие. – Академия ГПС МЧС России, 2012. – 322 с.
6. Белорожев О.Н., Ермилов А.В. Особенности применения современных средств пожаротушения при ликвидации пожаров // Пожарная и аварийная безопасность. 2017. № 2 (5). С. 44-52.
7. Приказ МЧС России от 16 октября 2017 г. № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».

ГСНТИ 81.92.17
УДК 614.8
ББК 30в6

Вячеслав Юрьевич ЯРОВОЙ¹, Павел Владимирович ШИРИНКИН²

¹ ФГБОУ ВО «Сибирская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (yarovoiviacheslav@yandex.ru, SPIN 8454-3940, ID: 1138565)

Обзор методов зондирования пространства в задымленной среде

Аннотация. В статье представлен разбор методов зондирования пространства применяемых и предлагаемых различными авторами для использования звеньями газодымозащитной службы в задымленной среде с помощью различного технического сопровождения с целью повышения сбора информации при проведении разведки в зоне ограниченной видимости при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ. Произведен анализ особенностей технического сопровождения для обеспечения рассмотренных методов зондирования и составляющая информационной поддержки полученная в ходе их использования. Рассмотрены возможности к комбинированному решению путем синергии методов для нивелирования недостатков выявленных и рассмотренных в ходе разбора методов зондирования используемых или предлагаемых различными авторами в научных трудах в настоящее время. Предложен вариант использования комбинированного метода зондирования.

Ключевые слова: методы зондирования, задымленная среда, информационная поддержка, техническое обеспечение, газодымозащитная служба, разведка, ограниченная видимость.

Vyacheslav Yu. YAROVY¹, Pavel V. SHIRINKIN²

¹ Siberian Fire and Rescue Academy of EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

² State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Space sensing techniques in smoke-filled environments and their synergy

Abstract. The article presents the analysis of space sensing methods used and proposed by different authors for use by gas and smoke protection service units in smoke-filled environment with the help of various technical support in order to increase the collection of information when conducting reconnaissance in the zone of limited visibility in firefighting and rescue operations. The peculiarities of technical support for the provision of the considered methods of sensing and the component of information support obtained in the course of their use are analyzed. Possibilities for a combined solution by means of synergy of methods for leveling of disadvantages revealed and considered during the analysis of sensing methods used or proposed by different authors scientific works currently. A variant of using the combined method of probing is presented.

Key words: sensing methods, smoked environment, information support, technical support, gas and smoke protection service, reconnaissance, limited visibility.

С момента формирования газодымозащитной службы (далее – ГДЗС) и активного развития приемов использования (задействования/управления) при тушении пожаров такой тактической единицы, как звено ГДЗС, стоит вопрос о методах и способах ориентации в пространстве и обеспечении безопасности звена в зоне ограниченной видимости при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ. В ходе развития тактических приемов тушения пожаров был сформирован ряд технических решений, так или иначе влияющих на состояние данного вопроса в настоящее время.

Однако стоит учитывать, что все реализованные технические решения, начиная от использования путевых тросов и заканчивая системами позиционирования местоположения звеньев ГДЗС с учетом планировки здания, не решили проблему ориентации звена в пространстве с ограниченной видимостью полностью. Это и является основным фактором, не снимающим актуальности данного вопроса в настоящее время. Такие авторы как Суриков А.В. [2], Терехин С.Н. [3], Н.Г. Топольский [4], О. Бас [5], Ершов С.О. [6], Барыкин К.К. [7], Соколик С.И. [8] в своих работах предлагают различные решения, основанные на следующих методах зондирования пространства:

- ультразвуковое зондирование;
- радиолокационное зондирование;
- активно-импульсное (оптико-электронное) зондирование.

Метод ультразвукового зондирования пространства стал, основополагающим решением проблем ориентации в задымленном пространстве у следующих авторов [5], [6], [7]. Если рассматривать эффективность предложенных технических решений и опираясь на физические законы поведения ультразвука в пространстве, можно выделить ряд критических недостатков:

1. При расчете скорости распространения звука в агрессивной среде пожара не учитывается влияние температуры окружающей среды. На рисунке 1 продемонстрирована зависимость распространения скорости звука в зависимости от окружающей температуры.

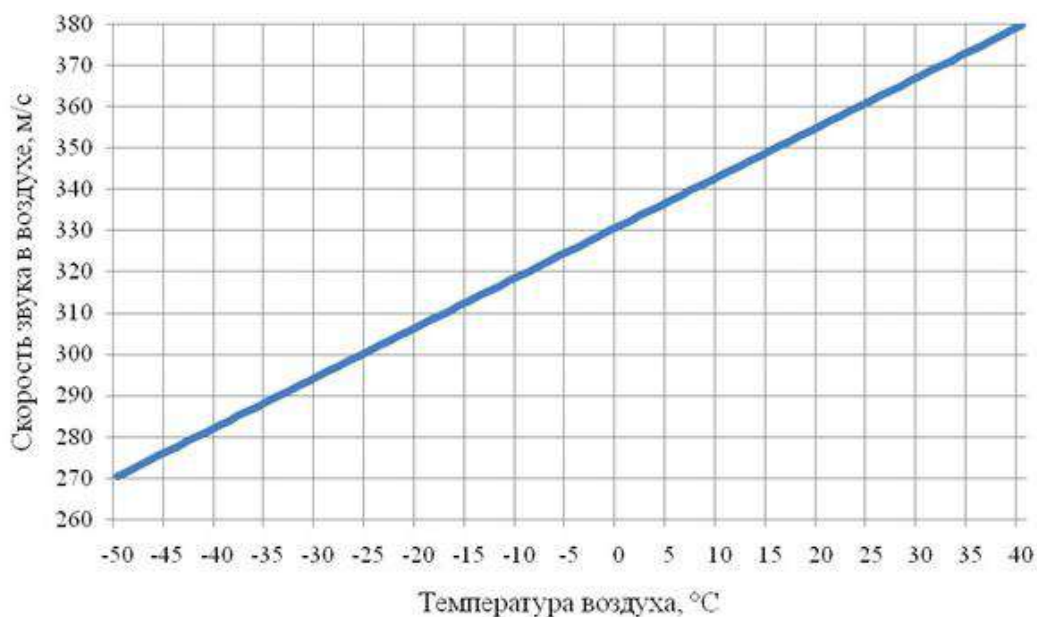


Рисунок 1 – График зависимости скорости звука от температуры окружающей среды [1]

Определение расстояния между датчиком и препятствием производится процессором прибора с учетом следующей формулы:

$$S = \frac{(331.4 + 0.6 \times T) \times t}{2}, \quad (1)$$

где:

T – температура окружающей среды;

t – время, затраченное на отправку ультразвукового импульса и получение его отражения.

При рассмотрении возможности использования датчика в нормальных условиях влияние такого фактора как температура не является критичным, однако в высокотемпературной среде, преобладающей на пожаре получаемые данные будут выдаваться с существенной погрешностью.

Также стоит отметить, что использование контроля такого ключевого параметра окружающей среды, как температура в помещении, на пожаре может являться одним из способов формирования ориентационного понимания расположения очага пожара.

2. При формировании технического обеспечения метода были использованы единичные датчики, что является малоэффективным решением. Более результативным решением было бы использование метода фазированной решетки датчиков, так как получение полигона значений более информативно в оперативном отношении для процесса визуализации пространства. Результативность данного решения продемонстрирована на рисунке 2.

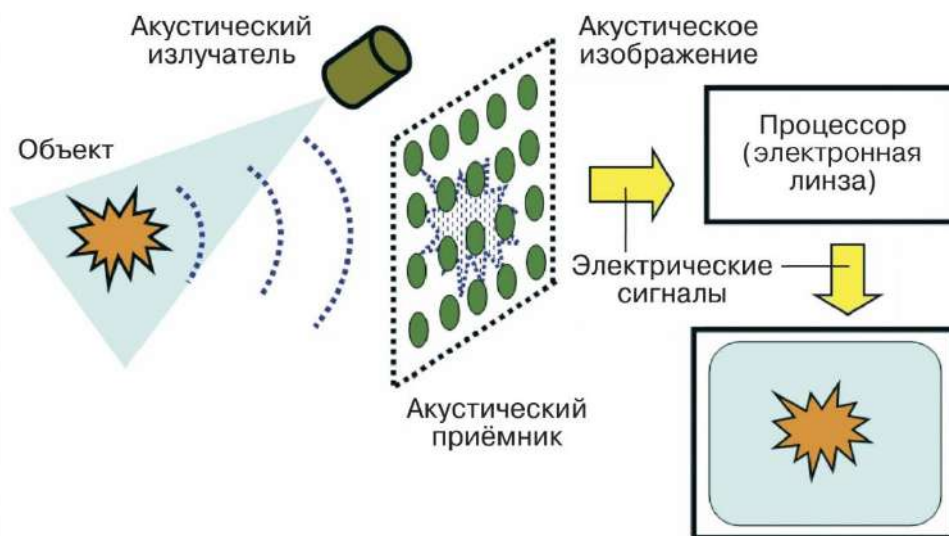


Рисунок 2 – Сканирование пространства на базе метода фазированных решеток

Недостатки и особенности метода радиолокационного зондирования описаны ранее в статье [9]. Данный метод больше подходит для обнаружения людей при радиолокационном зондировании помещений через стены, что наглядно демонстрируется в автореферате Игониной Ю.В. [10].

Реализацией же метода активно-импульсного (оптико-электронного) зондирования описана двумя основными способами:

1. Первый способ реализации данного метода – это использование тепловизорных технологий. Авторами в [3], [4], [8] описано в достаточно развернутом виде, но при этом стоит учитывать недостатки самой технологий, заключающиеся в низкой работоспособности при достижении средой высоких температур при наличии конвективных потоков. Соответственно решение проблемы улучшения видимости является временным явлением, зависящим от обстановки на пожаре ввиду принципиального недостатка самой технологии.

2. Реализация данного метода вторым способом детально проработана в работах [2], [11], [12]. А.В. Суриковым исследована светопропускаемость волн в задымленной среде различного характера, а апогеем работы является экспериментальный образец оптико-электронной системы улучшения видимости в дыму. Программно-аппаратная фильтрация на рисунке 3 демонстрирует качественные изменения, получаемых данных при работе в задымленной среде. Однако при всем этом система унаследовала общий принципиальный недостаток от своей базисной основы.

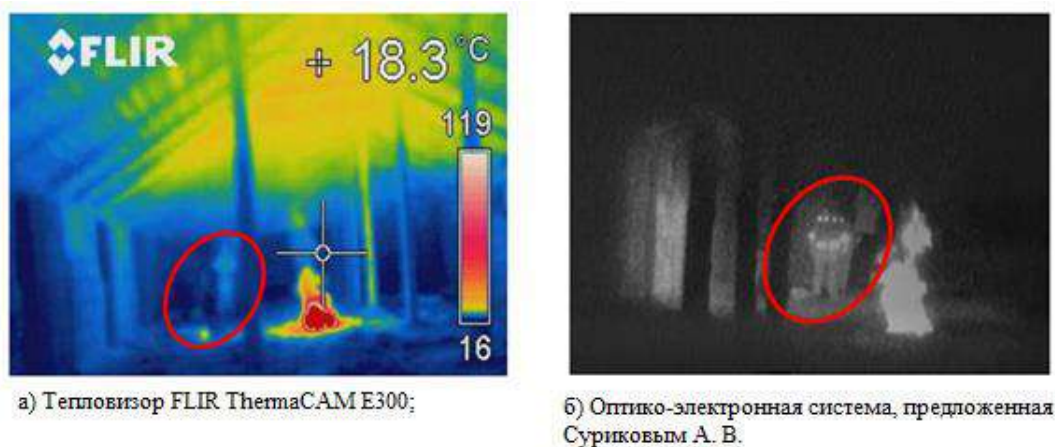


Рисунок 3 – Результаты эффективности, предлагаемой автором в [2] системы

На основе исследований [11] проходимости световых волн в дымовой среде можно сделать вывод о применимости метода зондирования пространства. Основная проблема заключается в его техническом исполнении. Для обеспечения зондирования пространства в агрессивной среде подходит принцип технологии лидар.

На основе выше рассмотренных условий в качестве решения предлагается обеспечение ориентации звена ГДЗС в зоне ограниченной видимости рассмотреть вопрос синергии в виде оптико-акустического метода зондирования.

Заключение

Информационная поддержка звена ГДЗС в зоне ограниченной видимости является актуальной проблемой, стоящей перед пожарной охраной в настоящем времени. Недостаток информации об окружающей обстановке сопутствующей выполнению основной боевой задачи в зоне ограниченной видимости является критичным недостатком с точки зрения обеспечения безопасности участников тушения пожара и обеспечения эффективности их действий. По итогам проведения сравнительного анализа можно выдвинуть гипотезу об синергетическом эффекте комбинации акустического и оптического методов зондирования пространства для повышения надежности и обеспечения полноты получаемой информации вне зависимости от окружающих факторов среды пожара.

Список источников

1. База данных по теплофизическим свойствам газов и их смесей, используемых в ядерно-электронных установках.
2. Оптико-электронная система для улучшения видимости при задымлении / А. В. Суриков, Н. С. Лешенюк, Б. Ф. Кунцевич, В. В. Горобец // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2014. – № 2(20). – С. 4-12. – EDN SWENLB.
3. Терехин, С. Н. Повышение эффективности управления звеньями газодымозащитной службы при тушении пожаров на потенциально опасных промышленных объектах / С. Н. Терехин, А. А. Триш, А. В. Сальников // Проблемы науки. – 2020. – № 10(58). – С. 15-18. – EDN NXPEIU.
4. Топольский Н.Г., Тараканов Д.В., Михайлов К.А., Мокшанцев А.В. Совершенствование информационного обеспечения групп разведки пожара при его мониторинге в здании с использованием инфракрасных технологий. Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2019;28(3):89-97. <https://doi.org/10.18322/PVB.2019.28.03.89-97>.
5. Бас О. и др. ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКУ ДЛЯ ОРІЄНТУВАННЯ У ЗАДИМЛЕНОМУ СЕРЕДОВИЩІ //Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація. – 2021. – Т. 5. – №. 1. – С. 15-26.

6. Патент на полезную модель № 59208 U1 Российская Федерация, МПК F21V 33/00. Устройство обнаружения препятствий : № 2006118249/22 : заявл. 26.05.2006 : опубл. 10.12.2006 / С. О. Ершов, А. Т. Безуглов, В. Н. Тищенко ; заявитель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Балтийский государственный технический университет "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова (БГТУ "ВОЕНМЕХ"). – EDN CUYURT.

7. Патент на полезную модель № 192698 U1 Российская Федерация, МПК A62C 99/00. пожарный шлем : № 2019103280 : заявл. 21.07.2017 : опубл. 26.09.2019 / К. К. Барыкин, Р. И. Муртазин, Д. Д. Кислицын, А. И. Иркабаев ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Уфимский государственный авиационный технический университет". – EDN MTBTDR.

8. Патент № 2790474 C9 Российская Федерация, МПК G02B 27/01, A62B 7/02. Система газодымозащитника : № 2022100913 : заявл. 13.01.2022 : опубл. 20.03.2023 / С. И. Соколик, А. А. Юсупов, В. М. Батюшев, А. А. Корнилов. – EDN VCGTXL.

9. Яровой, В. Ю. Аналитический обзор подходов к информационной поддержке звеньев газодымозащитной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ в зоне ограниченной видимости / В. Ю. Яровой, П. В. Ширинкин // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2023. – № 1(28). – С. 136-144. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2023.95.54.011. – EDN QDNRWQ.

10. Игонина Ю.В. Обнаружение и сопровождение людей при радиолокационном зондировании помещений через стену в библиотеке: Автореф. дис. канд. техн. наук – Москва, 2021. – 23 с.

11. Суриков, А. В. Исследование оптических свойств дымов / А. В. Суриков // Чрезвычайные ситуации: образование и наука. – 2012. – Т. 7, № 2. – С. 14-17. – EDN TKVQHL.

12. Суриков, А. В. Система визуализации объекта при пониженной прозрачности окружающей среды и повышенных температурах / А. В. Суриков, Н. С. Лешенюк // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – № 1-1(4). – С. 441-444. – EDN VLCSRZ.

ГСНТИ 73.01.88

УДК 614.849

ББК 30.82

Николай Николаевич ОШКИН¹, Владимир Васильевич РОЕНКО¹

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (nikolaj056@rambler.ru, SPIN 1525-6869, ID: 809499)

¹ ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (piroemail@bk.ru, SPIN 9241-7330, ID: 810145)

Особенности принятия управленческих решений при техническом оснащении подразделений пожарной охраны

Аннотация. В статье представлены некоторые особенности принятия управленческих решений при техническом оснащении подразделений пожарной охраны МЧС России. Приводится пирамидальная система управления материально-техническим обеспечением в территориальном органе МЧС России. Выделяются основные аспекты решения управленческих задач материально-технического обеспечения и указана проблематика вопроса организации алгоритма поддержки управленческих решений. Подчеркивается важность реализации управления техническим обеспечением пожарной и аварийно-спасательной техники

Ключевые слова: материально-техническое обеспечение, система управления, территориальный орган, управляющие параметры, техническое обслуживание, ремонт.

Nikolay N. OSHKIN¹, Vladimir V. ROENKO¹

¹ State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Abstract. The article presents some features of managerial decision-making in the technical equipment of fire departments of the Ministry of Emergency Situations of Russia. The pyramidal system of material and technical support management in the territorial body of the Ministry of Emergency Situations of Russia is given. The main aspects of solving managerial tasks of material and technical support are highlighted and the problematic of the organization of the algorithm for supporting managerial decisions is indicated. The importance of the implementation of technical support management of fire and rescue equipment is emphasized

Keywords: logistics, management system, territorial authority, control parameters, maintenance, repair.

Обеспечение и поддержание в постоянной технической готовности парка пожарной и аварийно-спасательной техники является важной функцией в деле по тушению пожаров и ликвидации аварий на территории каждого субъекта Российской Федерации [1]. Решение этой функции возможно за счет четко отлаженной организационно-управленческой структуры службы материально-технического обеспечения (МТО) МЧС России.

В последние годы в МЧС России происходят изменения организационно-штатной структуры за счет изменения и преобразования юридических лиц, организации процедуры закупок и снабжения, новых схем для обеспечения финансовых ассигнований и т.п. Проводимые изменения в первую очередь направлены на реализацию системы управления взаимодействия департаментов и служб для организации переоснащения ведомства с учетом современных реалий [2]. Подобные изменения не обходят стороной и блок материально-технического обеспечения.

Согласно положения Приказа¹ под системой материально-технического обеспечения МЧС России подразумевается совокупность взаимосвязанных органов управления и подразделений МТО и установленный порядок осуществления мероприятий по материальному, техническому и квартирному-эксплуатационному обеспечению территориальных органов (учреждений).

Учитывая географические масштабы нашей страны, реализация этой системы происходит за счет территориального принципа, где должна реализовываться классическая пирамидальная многоуровневая иерархическая структура управления подразделениями, специалистами с применением технических средств управления (рис 1).

Так на примере пожарной техники на первом уровне (операционном) управления обеспечивается решение многократно повторяющихся задач и операций, связанных с проведением процедур технического обслуживания и ремонта. На оперативной уровне, количество управленческих задач снижается и на первое место выходит анализ ранее сформированной и полученной информации с выработкой предложений для решения задач. Стратегический уровень подразумевает выработку сложных управленческих решений направленных на долгосрочную перспективу функционирования и развития материально-технического обеспечения территориального органа.

¹ Приказ МЧС России от 01.10.2020 № 737 «Об утверждении Руководства по организации материально-технического обеспечения Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

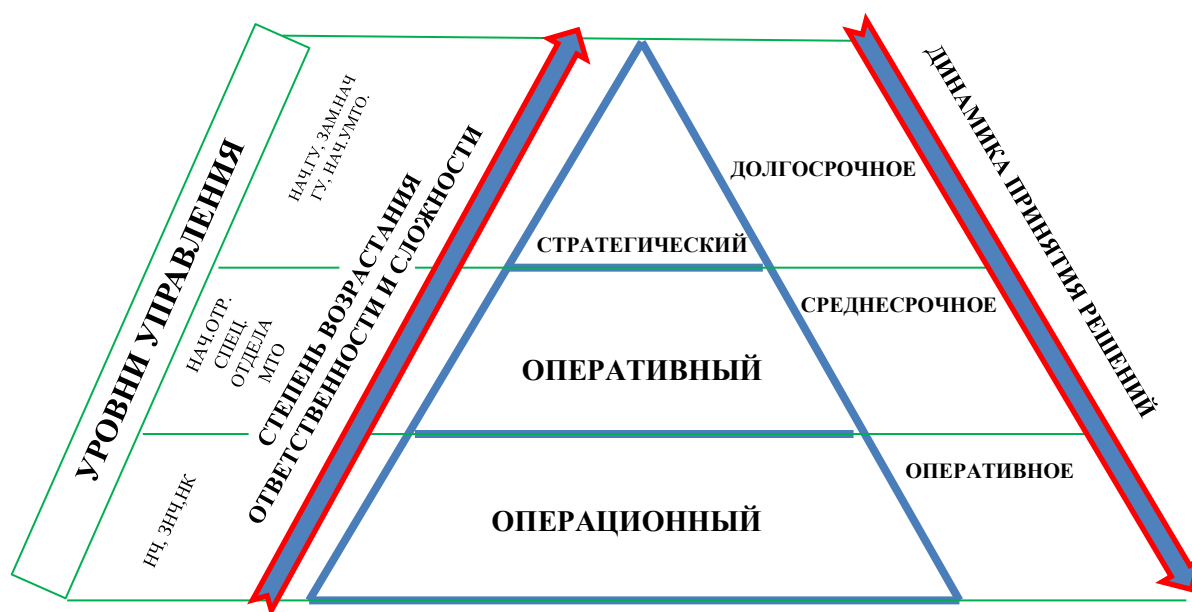


Рисунок 1 – Пирамидальная система управления МТО в территориальном органе

Каждый из субъектов принимает и вырабатывает свой комплекс организационно-управленческих мер для функционирования системы и поддержания территориального органа в постоянной готовности для выполнения задач по предназначению. Для территориальных органов это весьма сложная управленческая задача:

- во-первых каждый регион не похож на предыдущий и выработать единый алгоритм поддержки управленческих решений невозможно;
- во-вторых в штатную структура отделов и служб МТО могут входить сотрудники, не имеющие профильное образование, что существенным образом сказывается, начиная от этапа планирования, заканчивая распределением ресурсов;
- в третьих отсутствие единого подхода к оценке реальной обстановки с материально-техническим обеспечением не позволяет в полной мере выполнять планирование на более длительный срок;
- в четвертых отсутствие зарекомендовавших себя автоматизированных систем поддержки управленческих решений при проведении анализа и планирования.

В современных реалиях еще одной проблемой является управление техническим обеспечением оперативных подразделений МЧС России. Здесь управленческой задачей является определение потребностей в материальных и технических ресурсах, нахождение путей реализации импортозамещения, планирование дополнительных денежных средств в условиях финансовой нестабильности и т.п.

Выбор в территориальном органе того или иного алгоритма поддержки управленческих решений технического обеспечения пожарных подразделений влияет на реализацию взаимодействия всех подсистем от этапа закупки до этапа распределения.

При этом важно не забывать про управление техническим состоянием каждого отдельного образца пожарной техники. Выстроенный алгоритм с использованием управляющих параметров, таких как оценка технического состояния автомобиля, сравнение и обработка результатов измерения контрольных параметров, корректирующие показатели позволят наиболее точно спрогнозировать момент выхода из строя образца и заранее применить управленческий подход к планированию дополнительных материальных и технических затрат.

Список источников

1. Аристархов, В. А. Стационарные ремонтные органы МЧС России: современное состояние и направления развития / В. А. Аристархов, П. С. Гришанков, О. В. Двоенко // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2023. – № 1. – С. 89-98. – DOI 10.25257/FE.2023.1.89-98. – EDN IFHBZR.

2. Актуализация проблем управления техническим обеспечением территориальных органов МЧС России на основе анкетирования и экспертного опроса / В. А. Аристархов, А. П. Сатин, В. А. Дайнес [и др.] // Технологии техносферной безопасности. – 2021. – № 4(94). – С. 172-186. – DOI 10.25257/TTS.2021.4.94.172-186. – EDN ICHXGM.

ГСНТИ 26.21, 47.63, 26.21

УДК:614.8, 004.

ББК 38.96, 30н, 68.9

Юлия Николаевна ВОРОБЬЁВА

Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям МЧС России (федеральный центр науки и высоких технологий) Россия, Москва (u.n.vorobyova@gmail.com, SPIN-код: 6392-2341, ID: 1178442)

Перспективные технологии в промышленном пожаротушении

Аннотация. Статья посвящена рассмотрению перспективных технологий в промышленном пожаротушении, которые основаны на достижениях Четвертой промышленной революции. Детально рассмотрены такие инновации как дроны, тепловизоры, программное обеспечение для аудита пожарной безопасности.

Ключевые слова: пожар, промышленный объект, безопасность, инновации.

Yulia N. VOROBYOVA

All-Russian Research Institute for Civil Defense and Emergencies of the Ministry of Emergency Situations of Russia (Federal Center for Science and High Technologies) Moscow, Russia

Promising technologies in industrial firefighting

Abstrakt. The article is devoted to the consideration of promising technologies in industrial firefighting, which are based on the achievements of the Industry 4.0. Such innovations as drones, thermal imagers, software for fire safety audit are considered in detail

Keywords: fire, industrial facility, safety, innovations.

Противопожарная защита является важнейшим компонентом безопасности промышленных объектов и окружающей среды. Производственные пожары представляют опасность для предприятия, персонала и находящихся рядом жителей населенных пунктов. Выброс горючих материалов может привести к возникновению огненного шара, пожара в бассейне, вспышке, факельному или струйному пожару и даже взрыву облака неконцентрированных паров. Риски взрыва, выброса химических веществ и быстро распространяющихся пожаров на промышленных объектах очень велики. Ежегодно 37 тыс. промышленных пожаров в РФ приводят в среднем к гибели 114 человек, травмам 279 человек и прямому материальному ущербу более чем на 10 млрд. руб. [1]. Растущая сложность современной инфраструктуры и потребность в более устойчивых решениях также увеличивают потребность в улучшении защиты от подобного рода стихийных бедствий.

Обозначенные обстоятельства предопределяют необходимость постоянного развития противопожарной защиты на промышленных объектах благодаря использованию передовых достижений науки и техники, которые становятся доступными вследствие Четвертой промышленной революции. И хотя основные принципы противопожарной защиты остаются неизменными, новые продукты позволяют создавать более эффективные и устойчивые решения. Независимо от направления деятельности, почти все инновации в отрасли пожарной безопасности основаны на цифровых технологиях и искусственном интеллекте. Благодаря этому теперь несколько решений могут радикально снизить риск пожара и помочь бороться с ним лучше и быстрее.

Таким образом, изучение перспектив новых технологий в повышении эффективности промышленного пожаротушения и уровня безопасности объектов представляет собой актуальную научно-практическую задачу, которая и обуславливает выбор темы данной статьи.

Над разработкой методики определения оптимального варианта технологии и необходимого снаряжения для тушения пожара на промышленных предприятиях трудятся такие авторы как: Карпович Р.П., Тишкин Д.Д., Алексеева Н.А., Мифтахова Э.З., Федоров А.В., Алешков А.М., Колесникова Е.Г.

Влияние основных факторов на параметры пожара, который возник на промышленном объекте, рассматривают Рогожников Н.А., Тимиров Р.А., Гринченко Б.Б., Кузнецов А.В., Баканов М.О., Тараканов Д.В.

В тоже время, высоко оценивая работы современных авторов, необходимо отметить, что ряд вопросов в данной предметной плоскости требует отдельного внимания и проработки. В частности, в дополнительном исследовании нуждаются методы и подходы интеграции систем пожарной сигнализации и обнаружения, основанных на «умных» технологиях, с системами автоматизации промышленных зданий.

Таким образом, цель статьи заключается в изучении перспективных технологии в промышленном пожаротушении и возможностях их использования для более безопасных и эффективных способов предотвращения и тушения пожаров.

Передовые технологии в промышленном пожаротушении в целом используют передовые алгоритмы и методы машинного обучения для обнаружения пожаров быстрее и точнее, чем традиционные системы идентификации возгорания. Они также широко применяют интеллектуальные датчики и исполнительные механизмы для тушения пожара, обеспечивая тем самым автоматизированное и эффективное реагирование на чрезвычайную ситуацию [2].

Значительный потенциал эффективности в системах противопожарной защиты в промышленном секторе на сегодняшний день имеют такие инновации.

1. Дроны и беспилотные летательные аппараты. Использование беспилотников при ликвидации промышленных пожаров, где пожарные могут столкнуться с пламенем очень высокой температуры, взрывоопасностью, токсичными испарениями и опасными химическими веществами, становится все более широким. Дрон позволяет создать более целостную картину пожара с нескольких точек обзора. Беспилотники дают полную картину места происшествия, не подвергая людей опасности. Дроны обеспечивают получение изображений с воздуха, что повышает уровень осведомленности об обстановке. Новые недорогие решения для тепловизионной съемки на беспилотниках улучшают видимость в сложных условиях. Эта технология позволяет беспилотникам «видеть» сквозь дым и передавать пожарным ключевую информацию [2]. Командиры подразделений могут получать видео в режиме реального времени, топографию местности и карты с наложением на них, что дает возможность повысить эффективность пожаротушения. При полете беспилотников над головой технология может точно определить распространение скрытого горения, чтобы лучше защитить пожарных.

2. Тепловизоры. Персональные тепловизоры изменяют методы борьбы бригад с промышленными пожарами. Их применение включает в себя:

- основной поиск: поиск людей и домашних животных, обнаружение источника пожара;
- самоспасение: тепловизор помогает пожарным найти выход в условиях плохой видимости. Для самоспасения они могут обнаружить окна, более холодные помещения и рукавные линии;
- помощь в поиске потерянных членов бригады: пожарные могут реагировать на сигналы бедствия и находить своих товарищей в условиях задымленности;
- сигналы тревоги, запахи и дым: благодаря тепловизору команды могут определить источник скрытых проблем. Прибор позволяет выявить очаги возгорания, неисправную проводку, короткие замыкания и т.д.

3. *Программное обеспечение для аудита пожарной безопасности* — это инновационный инструмент, который помогает организациям обеспечить безопасность своих объектов и сотрудников от потенциальных угроз возникновения пожара. Программное обеспечение автоматизирует процесс аудита противопожарной защиты, который ранее выполнялся вручную, что делает его более эффективным, точным и комплексным. Программное обеспечение объединяет передовые технологии, такие как алгоритмы оценки пожарного риска и анализ данных, для обеспечения комплексной оценки систем противопожарной защиты на объекте. Оно оценивает меры пожарной безопасности, такие как пожарная сигнализация, спринклерные системы, огнетушители и аварийное освещение, чтобы убедиться, что они находятся в хорошем рабочем состоянии и соответствуют необходимым стандартам [3].

Таким образом, подводя итоги, отметим, что перспективные технологии в промышленном пожаротушении основаны на достижениях Четвертой промышленной революции, что позволяет кардинальным образом изменить способы борьбы с пожарами, повысив их эффективность и безопасность.

Список источников

1. Зверев А.Л. Технологические инновации в области приложения безлюдных технологий в пожаротушении // Наука и бизнес: пути развития. 2020. № 4 (106). С. 122-124.
2. Никишов С.Н. К вопросу применения инновационных технологий в пожаротушении // Молодые ученые - развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК). 2021. № 1. С. 351-353.
3. Царик Д.А. Инновационное оборудование системы пожарной безопасности // Научно-Исследовательский Центр "ScienceDiscovery". 2022. № 11. С. 222-226.

ГСНТИ 614.8

УДК 614.841

ББК 30в6

Сергей Викторович ПУЗАЧ

ФГБОУ ВО «Академия Государственной противопожарной службы МЧС России», Москва, Россия (puzachsv@mail.ru, SPIN 5637-8461, ID: 18265)

Развитие математического моделирования динамики опасных факторов пожара

Аннотация. Кратко рассмотрена история разработки методов математического моделирования динамики опасных факторов пожара. Обобщены новые подходы к расчету времени блокирования путей эвакуации опасными факторами пожара. Показан способ развития базы данных пожарной нагрузки с целью повышения достоверности ее применения при моделировании пожара. Представлены новые подходы к расчету оптической плотности дыма и парциальных плотностей токсичных газов. Проанализированы способы выбора критических значений опасных факторов пожара. Показано, что необходимо при расчете

времени блокирования путей эвакуации учитывать реальный механизм отравления человека токсичными газами.

Ключевые слова: пожарная нагрузка, база данных, оптическая плотность дыма, токсичность

Sergey V. PUZACH

State Fire Academy of EMERCOM of Russia, Moscow, Russia

Development of mathematical modeling of dangerous fire factors dynamics

Abstract. The history of the development of methods for mathematical modeling of the dynamics of fire hazards is briefly considered. New approaches to calculating the time of blocking escape routes by fire hazards are summarized. A method for developing a fire load database is shown in order to improve the reliability of its use in fire modeling. New approaches to calculating the optical density of smoke and partial densities of toxic gases are presented. Methods of selecting critical values of fire hazards were analyzed. It is shown that when calculating the time of blocking escape routes, it is necessary to take into account the real mechanism of human poisoning with toxic gases.

Key words: fire load, database, optical density of smoke, toxicity

Введение

Современные тенденции развития стандартов пожарной безопасности заключаются в переходе на гибкое объектно-ориентированное противопожарное нормирование, которое позволяет наиболее оптимальным образом обеспечить пожарную безопасность объекта с учетом его индивидуальных особенностей.

Методы математического моделирования динамики опасных факторов пожара (ОФП) являются основой обоснования требуемого уровня пожарного риска в зданиях и сооружениях. Поэтому вопрос достоверности и точности вышеуказанных методов является ключевым при решении большинства задач пожарной безопасности.

На рисунке 1 показана краткая история разработки интегральных, зонных и полевых методов расчета динамики ОФП. Необходимо отметить, что впервые в мире интегральная модель была предложена доктором технических наук, профессором Кошмаровым Ю.А. в 1976 г. [1].

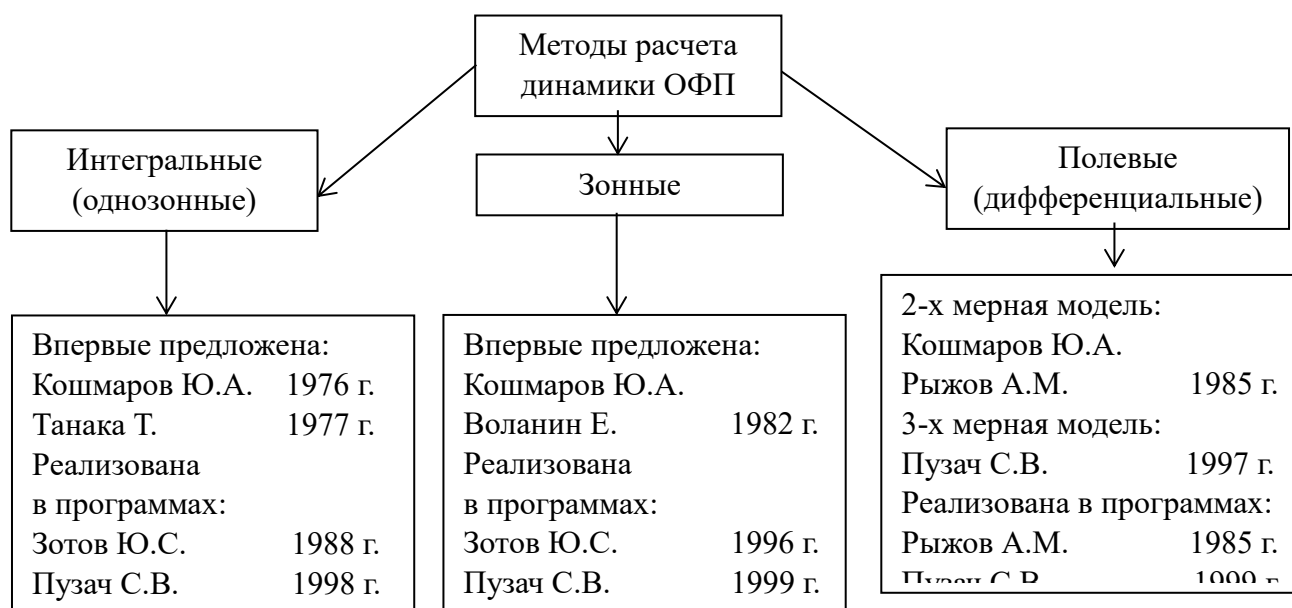


Рисунок 1 - Краткая история разработки методов расчета динамики ОФП

Методика определения времени блокирования путей эвакуации ОФП

Основные составные части методики расчета времени блокирования путей эвакуации ОФП представлены на рисунке 2.

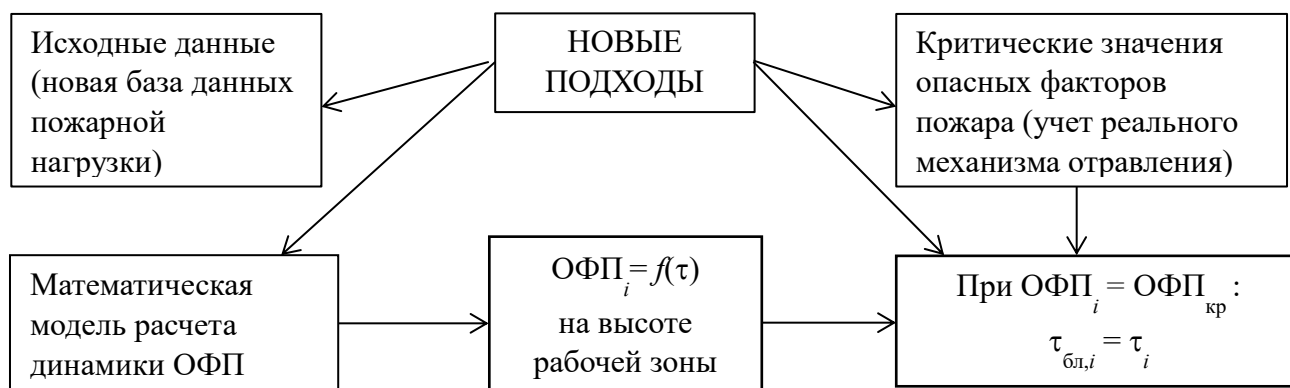


Рисунок 2 - Схема расчета времени блокирования путей эвакуации ОФП

Обозначения на рисунке 2: ОФП_i – *i*-й ОФП (потеря видимости, концентрации токсичных газов и т.д.); τ - время; τ_{бл,i} – время блокирования путей эвакуации *i*-м ОФП.

В данной работе представлены новые подходы к расчету времени блокирования путей эвакуации ОФП.

Разработка новой базы данных пожарной нагрузки

База данных типовой горючей нагрузки [1] содержит информацию по пожароопасным свойствам горючих веществ и материалов, находящихся в жилых, общественных и производственных зданиях и сооружениях. Однако использование вышеуказанной базы данных при моделировании динамики ОФП не позволяет получить корректные значения ОФП. Это связано с тем, что:

- данные получены в результате маломасштабных экспериментов, однако используются при моделировании пожара в крупномасштабных помещениях;
- отсутствуют удельные коэффициенты образования высокотоксичных газов, таких как, фосген, циановодород, акролеин и т.д.;
- отсутствуют данные по современным горючим веществам и материалам, находящихся в современных зданиях и сооружениях.

Кроме того, опасность дыма учитывается только таким ОФП как потеря видимости в дыму. Однако, наличие мелкодисперсных твердых частиц, вдыхание которых может привести к потере ориентации, сознания и последующему удушью, не рассматривается.

Введение дополнительного ОФП, такого как концентрация и размеры части дыма позволит более достоверно оценить влияние параметров дыма на время блокирования путей эвакуации.

Поэтому вышеуказанные недостатки информации, находящейся в базе данных пожарной нагрузки, ограничивает достоверность исходных данных при расчете динамики ОФП, а значит и полученных значений времени блокирования путей эвакуации.

В работах [2-4] предложены методы учета масштабного фактора, позволяющие использовать результаты маломасштабных экспериментов в качестве исходных данных при расчете оптической плотности дыма и парциальных плотностей токсичных газов в полномасштабном помещении.

Новый подход к расчету дальности видимости в дыму

В случае горения в условно герметичном объеме (маломасштабные экспериментальные установки для получения параметров процесса горения веществ и материалов или полномасштабные помещения с малой величиной проемности) зависимость среднеобъемной оптической плотности дыма от изменения среднеобъемной парциальной плотности кислорода имеет вид [2]:

$$\mu_m = K_1(\rho_{O2a} - \rho_{O2m}), \quad (1)$$

где μ_m – среднеобъемная оптическая плотность дыма, Нп/м; $K_1 = \frac{D_m}{\eta L_{O_2}}$ – коэффициент пропорциональности, Нп·м²/кг; ρ_{O2m} – среднеобъемная парциальная плотность кислорода, кг/м³; ρ_{O2a} – среднеобъемная парциальная плотность кислорода в воздухе, кг/м³; D_m – удельный коэффициент дымообразования горючего материала, Нп·м²/кг; L_{O_2} – удельный коэффициент потребления кислорода; η – полнота сгорания.

Когда проемы помещения работают только на выброс газа наружу (начальная стадия пожара в полномасштабном помещении или маломасштабные экспериментальные установки) для получения параметров процесса горения веществ и материалов зависимость среднеобъемной оптической плотности дыма от относительного изменения среднеобъемной парциальной плотности кислорода [2]:

$$\mu_m = K_2(\rho_{O2a} - \rho_{O2m}), \quad (2)$$

где $K_2 = \frac{\mu_*}{\frac{B\eta L_{O_2}}{V} + \rho_{O2a}}$ – коэффициент пропорциональности, Нп·м²/кг; $\mu_* = \frac{c_p \rho_a T_a D_m}{\eta(1-\phi)Q_n^p}$ –

характерная оптическая плотность, Нп/м; V – объем помещения, м³.

В формулы (1) и (2) не входят размеры помещения. Поэтому, если при получении пожароопасных свойств веществ и материалов на маломасштабной установке в базу данных вносить не удельный коэффициент дымообразования, а зависимость оптической плотности дыма от изменения парциальной плотности кислорода, то будет учтен масштабный фактор отличия объема экспериментальной установки от объема реального помещения.

Полученные результаты показали, что в математических моделях расчета динамики ОФП для повышения точности расчета оптической плотности дыма нет необходимости решать дифференциальное уравнение закона ее сохранения. Величина вышеуказанного параметра может быть определена с использованием его зависимостей (1) или (2) от изменения парциальной плотности кислорода, которая определяется из решения дифференциального уравнения закона сохранения массы кислорода.

Новый подход к расчету парциальных плотностей токсичных газов

При горении в условно герметичном объеме (маломасштабные экспериментальные установки для получения параметров процесса горения веществ и материалов или полномасштабные помещения с малой величиной проемности) зависимость среднеобъемной парциальной плотности i -го токсичного газа от изменения среднеобъемной парциальной плотности кислорода имеет вид [3, 4]:

$$\rho_i = K_3(\rho_{O2a} - \rho_{O2m}), \quad (3)$$

где ρ_i – среднеобъемная парциальная плотность i -го токсичного газа, кг/м³; $K_3 = \frac{L_i}{L_{O_2}}$ – коэффициент пропорциональности; L_i – удельный массовый коэффициент образования i -го токсичного газа; L_{O_2} – удельный массовый коэффициент поглощения кислорода.

В формулу (3) не входят размеры помещения. Поэтому, если при получении пожароопасных свойств веществ и материалов на маломасштабной установке в базу данных вносить не удельный массовый коэффициент образования i -го токсичного газа, а зависимость парциальной плотности i -го токсичного газа от изменения парциальной плотности кислорода, то будет учтен масштабный фактор отличия объема экспериментальной установки от объема реального помещения.

Полученные результаты показали, что в математических моделях расчета динамики ОФП для повышения точности расчета парциальных плотностей токсичных газов нет необходимости решать дифференциальные уравнения законов сохранения массы токсикантов. Величина вышеуказанного параметра может быть определена с использованием его зависимости (3) от изменения парциальной плотности кислорода, которая определяется из решения дифференциального уравнения закона сохранения массы кислорода.

Критические значения опасных факторов пожара

Будем рассматривать критические концентрации токсичных газов, так как, в первую очередь, непосредственно от них происходит отравление, травмирование и гибель людей на пожарах.

Опасность воздействия токсичных газов на человека можно оценить по четырем критериям, используемым в российских и зарубежных нормативных документах по пожарной безопасности. Можно выделить четыре критерия:

- критерий №1 (независимое воздействие токсичных газов): парциальная плотность i -го токсичного газа на уровне рабочей зоны достигает ее критической величины:

$$\rho_i = \rho_{i,кр}; \quad (4)$$

- критерий №2 (аддитивное воздействие токсичных газов): величина показателя токсичности на уровне рабочей зоны равна ее критическому значению:

$$H_{LC} = \frac{m_{LC}\rho_{CO}}{\rho_{CO_2} - b_{LC}} + \frac{\rho_{HCN}}{\rho_{HCN,кр}} + \frac{349,65/T_o - \rho_{O_2}}{349,65/T_o - \rho_{O_2,кр}} + \frac{\rho_{HCl}}{\rho_{HCl,кр}} + \frac{\rho_{HBr}}{\rho_{HBr,кр}} + \frac{\rho_{HF}}{\rho_{HF,кр}} + \frac{\rho_{CH_2=CH-CHO}}{\rho_{CH_2=CH-CHO,кр}} + \frac{\rho_{COCl_2}}{\rho_{COCl_2,кр}} + \frac{\rho_{H_2S}}{\rho_{H_2S,кр}} + \frac{\rho_{NO_2}}{\rho_{NO_2,кр}} + \frac{\rho_{SO_2}}{\rho_{SO_2,кр}} + \frac{\rho_{NH_3}}{\rho_{NH_3,кр}}; \quad (5)$$

- критерий №3 (независимое воздействие токсичных газов): величина дозы i -го токсичного газа на уровне рабочей зоны равна ее критическому значению:

$$LC_i = LC_{i,кр}; \quad (6)$$

- критерий №4 (аддитивное воздействие токсичных газов): величина дозы смеси газов на уровне рабочей зоны равна ее критическому значению:

$$LC = LC_{кр}. \quad (7)$$

Ни один из критериев (4)-(7) не учитывает реальный механизм отравления.

Критические значения вышеуказанных критериев обосновываются данными медицинской справочной литературы и носят приближенный характер. Например, критическая плотность монооксида углерода (критерий (1)) является безопасной при спокойном дыхании эвакуирующихся людей, в то время как при повышенной объемной скорости вентиляции легких во время эвакуации может привести к гибели человека [5].

В работе [4, 5] предложены новые критерии блокирования путей эвакуации монооксидом углерода и циановодородом.

Например, в случае монооксида углерода время блокирования путей эвакуации этим токсикантом критерий безопасности эвакуации имеет вид (критерий №5):

$$\bar{M}_{HbCO} = 0,2, \quad (8)$$

где $\bar{M}_{HbCO} = M_{HbCO}/M_{Hb}$ – массовая доля гемоглобина, перешедшего в карбоксигемоглобин; M_{HbCO} – масса карбоксигемоглобина, г; M_{Hb} – масса гемоглобина, г.

Сравнение критерия №5 с критерием №1 показало, что, например, при горении древесных стройматериалов в помещении размерами 4×5×6 м время блокирования путей эвакуации монооксидом углерода при использовании критерия №5 равно 2,92 мин, в то время как при применении критерия №1 блокирования не произошло.

Заключение

Повышение достоверности математического моделирования динамики ОФП требует внедрения новых подходов к получению исходных данных (база данных пожарной нагрузки), расчету парциальных плотностей токсичных газов и оптической плотности дыма, а также к выбору критических значений ОФП с учетом реального механизма отравления.

Список источников

1. Кошмаров, Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 118 с.
2. Пузач С. В., Мустафин, В. М., Акперов Р. Г. Новый подход к расчету времени блокирования путей эвакуации по потере видимости в дыму при пожаре в помещении // Пожаровзрывобезопасность. – 2021. – Т.30. – №3. – С. 76-87.
3. Пузач, С. В., Акперов, Р. Г. Экспериментальное определение удельного коэффициента образования монооксида углерода при пожаре в помещении // Пожаровзрывобезопасность. – 2016. – Т. 25. – № 5. – С. 18–25. DOI: 10.18322/PVB.2016.25.05.18-25.
4. Пузач, С. В., Болдрушкиев, О. Б., Сулейкин, Е. В. Определение удельного коэффициента образования и критической парциальной плотности циановодорода и монооксида углерода при пожаре в помещении // Пожаровзрывобезопасность. – 2019. – Т. 28. – №5. – С. 19-26.
5. Пузач, С. В., Нгуен, Тат Дат Критические времена воздействия монооксида углерода на человека при пожаре в помещении // Пожаровзрывобезопасность. – 2016. – Т. 25, № 11. – С. 27–34. DOI: 10.18322/PVB.2016. 25.11.27-34.

ГСНТИ 73.01.92

УДК 004.9

ББК 39.1

Вячеслав Валериевич КИСЕЛЕВ¹, Андрей Александрович СИДОРОВ²

¹ ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, Россия (slavakis76@mail.ru, SPIN: 8663-7415, ID: 342823)

² ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», Иваново, Россия (andipaint@yandex.ru, SPIN: 3928-6006, ID: 1025285)

Разработка и применение роботизированных устройств с манипуляторами в пожарной робототехнике

Аннотация. Для выполнения оперативных задач, связанных с тушением пожаров, спасением людей, ежегодно в мире создаются новые образцы робототехнических устройств. В основе разработок образцов специальной транспортной робототехники лежат разнообразные типы шасси: гусеничные, колесные, шагающие и другие. Отличительной особенностью пожарной робототехники является наличие специализированного навесного оборудования для различных видов работ. В данной статье описывается разработанное

роботизированное устройство с модульной компоновкой на гусеничном шасси и рассматривается возможность укомплектования его манипулятором.

Ключевые слова: пожарная робототехника, робототехнический комплекс, гусеничное шасси, тушение пожара

Vyacheslav V. KISELEV¹, Andrey A. SIDOROV²

¹ Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia, Ivanovo, Russia

² Ivanovo Fire Rescue Academy of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia, Ivanovo State Power University named after V.I. Lenin, Ivanovo, Russia

Development and application of robotic devices with manipulators in fire robotics

Abstract. To perform operational tasks related to extinguishing fires, saving people, new samples of robotic devices are created annually in the world. The development of samples of special transport robotics is based on various types of chassis: tracked, wheeled, walking and others. A distinctive feature of fire robotics is the availability of specialized attachments for various types of work. This article describes the developed robotic device with a modular layout on a tracked chassis and considers the possibility of completing it with a manipulator.

Key words: fire robotics, robotics complex, tracked chassis, fire extinguishing

Транспортная робототехника в последнее время стремительно развивается [1], совершенствуются как механические элементы роботизированных устройств, так и их программное обеспечение. Применение роботизированных устройств находит в различных отраслях деятельности человека, в том числе и в пожарно-спасательном деле. Анализ созданных мобильных роботизированных устройств для нужд пожарных и спасателей показал, что наибольшее применение нашли устройства, выполненные на базе гусеничных или колесных шасси и оснащенные различными видами пожарного оборудования [2].

Истоки создания роботизированных устройств лежат в стремлении производителей повысить рентабельность своих производств, которая напрямую зависит от значения эксплуатационных расходов, поэтому снижение данного показателя всегда является важной задачей. Это может достигаться разными подходами – за счет уменьшения ошибок в производственном процессе, потерь сырья и количества несчастных случаев, повышения технологической гибкости и производительности предприятия, улучшения условий труда и степени безопасности сотрудников. В современном высокотехнологичном производстве данную проблему возможно решать все более широкой автоматизацией, в том числе внедрением роботизированных установок, способных с высокой точностью выполнять сложные повторяющиеся задачи даже в опасных условиях. Роботостроение развито во многих ведущих экономиках мира. Среди наиболее именитых производителей робототехнической продукции следует отметить такие компании, как FANUC, KUKA, HANWHA. В нашей стране также уделяется серьезное внимание разработкам роботизированных устройств и их внедрением в промышленности.

Что касается профессии пожарного и спасателя, то в своей профессиональной деятельности они часто сталкиваются с различными опасными факторами [3]. Поэтому внедрение роботизированных установок различного назначения является весьма важным. По сути, типовая пожарная роботизированная установка представляет собой базовое шасси с необходимым навесным оборудованием и программно-аппаратным комплексом, позволяющим либо дистанционно управлять роботом, либо обеспечивать его автономную работу. В данной статье рассматривается вопрос о применении в качестве навесного оборудования на роботизированном гусеничном модульном шасси манипулятора. Именно

гусеничное шасси продемонстрировала лучшую по сравнению колесным проходимость, что является весьма важным показателем для пожарного робота.

Роботом-манипулятором принято называть тип роботов с функциями, аналогичными функциям человеческой руки. Манипулятор может быть как самостоятельным устройством, так и находиться в составе более сложного роботизированного комплекса. Сегменты манипулятора имеют соединения, допускающие вращательное или поступательное движение. Для предотвращения утечек гидравлической жидкости целесообразно применять в роботизированных установках инновационные герметизаторы [4], которые дополнительно повысят их надежность.

Среди отраслей различных производств роботизированные конвейерные линии наиболее масштабно применяются в автомобилестроении (рис. 1). На конвейерах одновременно может работать до 160 роботизированных установок. И их число постоянно увеличивается, вытесняя при этом ручной труд.



Рисунок 1 – Применение роботов – манипуляторов в сборочном производстве отечественных легковых автомобилей [5]

Другая сфера производства, где повсеместно применяются роботизированные установки с манипулятором – это компьютерное производство. Здесь требуется высокая производительность и точность, и роботы – манипуляторы позволяют обеспечить необходимый производственный темп.

В химической промышленности также нашли широкое распространение роботизированные установки, но в отличие от предыдущих типов производств, здесь не требуется высокая производительность, а распространенность роботизированных устройств может объясняться наличием опасных химических сред, способных привести к отравлению людей.

Применение роботизированных установок с манипуляторами в пожарно-спасательном деле распространено как за рубежом, так и в нашей стране. Их начали применять достаточно давно. В качестве яркого примера хотелось бы привести отечественный робототехнический комплекс Ель – 4 (рис. 2).



Рисунок 2 – Полигонные испытания робототехнического комплекса Ель – 4 [6]

Данная роботизированная установка манипуляторного типа применяется для проведения аварийно-спасательных работ на открытых участках местности, опасных производственных объектах – химические производства, атомные станции и так далее. При помощи установки возможно осуществлять доставку огнетушащих веществ к месту пожара, проводить проведение специальных работ в зоне чрезвычайной ситуации, осуществлять разборку конструкций при обрушениях.

Кроме роботизированных устройств со значительными габаритами разрабатываются и применяются более компактные роботы. Они могут применяться для разведки пожара или для работы со взрывоопасными предметами с целью их обезвреживания. Авторским коллективом были разработана модульные роботизированные платформы на гусеничном шасси [7, 8]. Модульность заключается в возможности установки на базовую платформу различного оборудования, приводимого в действие механическим или гидравлическим приводом [9]. В существующем исполнении роботизированные установки оснащены датчиками, средствами телеметрии и системами порошкового тушения (рис. 3). Роботизированные установки управляются дистанционно оператором, благодаря установленным Bluetooth или GPS модулям. Питание осуществляется от установленного в корпусе аккумулятора. Время работы в режиме повышенных нагрузок до полной разрядки до 1 часа. Гусеничное шасси разработанных устройств позволяет перемещаться как по гладким поверхностям внутри помещений, так и по открытому грунту.

Кроме этого, разработанный комплекс может быть использован для получения основных базовых знаний и навыков по робототехнике, изучения кинематики и принципа построения мобильных роботов, отработки навыков программирования, отладки и управления роботом, изучения устройств и способов управления самоходной роботизированной платформой, изучения современных технологических датчиков [10, 11].



а)



б)

Рисунок 3 – Модульные роботизированные установки:

а) с датчиками и средствами телеметрии, б) с модулем порошкового пожаротушения

В настоящее время прорабатывается вопрос установки на базовую модульную платформу манипулятора. Трехмерная модель такого исполнения роботизированного устройства показана на рис. 4



Рисунок 4 – Модульная роботизированная установка с манипулятором

Установка на базовое шасси манипулятора позволит выполнять погрузо-разгрузочные работы опасных предметов при ликвидации последствий аварий, отягощённых химическим и радиационным загрязнением, или подозрениях на взрывоопасность перемещаемого предмета.

Таким образом, с использованием единого базового шасси возможно получить устройство, решающее значительный спектр задач, требующих использования робототехнических устройств.

Список источников

1. Бейктал Дж. Конструируем роботов на Arduino. Первые шаги. - М.: Лаборатория знаний, 2016. 320 с.
2. Катаев К.А., Киселев В.В. Обоснование выбора типа шасси для создания транспортной автоматизированной платформы // В сборнике: Общенаучные проблемы инженерной подготовки кадров МЧС России. Сборник трудов секции № 15 XXXIII Международной научно-практической конференции. Химки, 2023. С. 65-68.
3. Дистанционный мониторинг техногенных пожаров и чрезвычайных ситуаций. Баканов М.О., Тараканов Д.В. // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 1 (373). С. 173-177.
4. Топоров А.В., Малый И.А., Киселев В.В., Иванов В.Е., Пучков П.В., Зарубин В.П., Кропотова Н.А., Покровский А.А., Легкова И.А., Шарабанова И.Ю. Торцевое магнитожидкостное уплотнение. // Патент на полезную модель RU 184858 U1, 12.11.2018. Заявка № 2018127280 от 24.07.2018.
5. Интернет-ресурс: <https://a.d-cd.net/f03fa26s-1920.jpg>.
6. Интернет-ресурс: https://pozhproukt.ru/nsis/KatalogPTP/Special/Parts/Raz_8/pict_8/el41.jpg.
7. Киселев В.В., Иванов В.Е. Конструирование робототехнического комплекса легкого класса на основе модульной компоновки для мониторинга, разведки и тушения загораний // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2021. № 11. С. 483-485.
8. Киселев В.В. Разработка разведывательно-поискового роботизированного устройства для пожарно-спасательных подразделений // В сборнике: Актуальные вопросы перспективных направлений применения вооружения, военной и специальной техники. сборник научных трудов III Межведомственной научно-практической конференции. 2021. С. 203-207.
9. Топоров А.В., Малый И.А., Киселев В.В., Потемкина О.В., Маслов А.В., Иванов В.Е., Пучков П.В., Зарубин В.П., Кропотова Н.А., Покровский А.А., Легкова И.А., Мальцев А.Н. Переносной гидравлический аварийно-спасательный инструмент. // Патент на полезную модель RU 175901 U1, 22.12.2017. Заявка № 2017116326 от 10.05.2017.
10. Топоров А.В., Наумов В.А. Разработка кинематической схемы привода роботизированного устройства с гусеничным движителем. // В сборнике: Пожарная и аварийная безопасность. Сборник материалов XII международной научно-практической конференции, посвященной году гражданской обороны. 2017. С. 386-387.
11. Топоров А.В., Кропотова Н.А., Иванов В.Е., Яковенко Т.А. Изготовление и применение комплекса беспилотных систем в целях предупреждения и мониторинга чрезвычайных ситуаций, проведения аварийно-спасательных работ // Техносферная безопасность, 2018 №4(21). С. 18-26.

ГСНТИ 87.33.31

УДК 504.61:351.78:614.8

ББК 30н

Игорь Михайлович МАЗУРИН

ООО «Меридиан», Москва, Россия, (mazurine@mail.ru, ID: 39783020)

Застарелая проблема выбора веществ для систем пожаротушения в торговых центрах и на флоте

Аннотация. В статье сделан краткий обзор состояния выбора рабочих веществ для систем пожаротушения в России после принятия запретов на применение бромфреонов по Монреальскому протоколу и Венской Конвенции по озону 1985 г. Практические результаты

использования рекламируемых заменителей бромфреонов, особенно из группы гидрофторуглеродов (ГФУ), не дают оснований считать их полными альтернативами запрещенным бромфреонам. Это факт является юридически значимой основой для продолжения применения бромфреонов в системах пожаротушения до момента появления на рынке полных альтернатив запрещенным бромфреонам на основе ГК РФ, а также закона о правах потребителей. Регламент ЕС №517/2014 является иллюстрацией этой возможности. В России также можно использовать это право.

Ключевые слова: рабочие вещества систем пожаротушения, Монреальский протокол, бромфреоны.

Igor MAZURIN

Limited Liability Company "Meridian", Moscow, Russia

The long-standing problem of choosing substances for fire extinguishing systems in shopping centers and in the navy

Abstract. The article provides a brief overview of the state of choice of working substances for fire extinguishing systems in Russia after the adoption of bans on the use of bromfreons under the Montreal Protocol and the Vienna Ozone Convention of 1985. This fact is a legally significant basis for the continued use of bromfreons in fire extinguishing systems until full alternatives to prohibited bromfreons appear on the market on the basis of the Civil Code of the Russian Federation, as well as the law on consumer rights. EU Regulation No. 517/2014 is an illustration of this possibility. In Russia, you can also use this right.

Key words: working substances for fire extinguishing systems, Montreal Protocol, bromfreons.

С самого начала введения запретов на производство и использование пожаротушащих бромфреонов, проблемы безопасности стали принимать всё более угрожающий характер из-за отсутствия альтернатив запрещаемым веществам и увеличения катастроф на флоте и в торговых центрах. Всё, что сегодня разрешено для применения и есть на рынке является суррогатами, т.е. неполными заменителями для запрещенных продуктов. По закону о правах потребителей и по Гражданскому Кодексу РФ это нарушение прав потребителей.

Из-за использования суррогатных пожаротушащих веществ погиб экипаж и утеряна АПЛ "Комсомолец", погиб экипаж и приёмочная комиссия АПЛ "Нерпа", погибли посетители ночного клуба "Хромая лошадь"(не менее 100 погибших), посетители ТРЦ "Зимняя Вишня"(не менее 100 погибших), флагманский крейсер "Москва". Важно и то, что предлагаемый в качестве замены суррогат хладон R-125 не выдерживает никакого сравнения по основным свойствам с запрещенными бромфреонами, такими как 114B2,13B1, или с хладоном с-318, или с R-218.

Учитывая печальные последствия запретов на использование проверенных и эффективных рабочих веществ систем пожаротушения и замены их на новые и дорогие неэффективные суррогаты, необходимо вернуться к выпуску и использованию прежних эффективных пожаротушащих веществ в соответствии с законом ФЗ№ 390 от 28.10.2010 "О безопасности" с поправкой от 01.07.2020г. При этом, в соответствии с Конституцией РФ ст.79, все ограничения по производству и использованию безопасных и эффективных пожаротушащих веществ признать недействительными, как противоречащих конституционному приоритету человека.

До введения запретов на ХФУ и на бромированные пожаротушащие фреоны, на пяти отечественных заводах производилось не менее 30 тыс. тонн продукции, 2/3 из которой экспортировалось. При довольно скромных ценах, в среднем 2 \$/кг, это 60 млн. \$ в год по цене продукта в ценах того времени. Рабочих мест утрачено при этом около 5 тыс. При цене

раб места 20000\$ убыток составит 100 млн. \$. За 30 лет суммарные потери РФ только от закрытия пяти заводов составили около 5 млрд. \$ в ценах 80-х годов. Россия навсегда утратила внутренние рынки хладагентов, бытовых и промышленных холодильников и кондиционеров, потеряв при этом не менее 50 тыс. рабочих мест, что по финансовым потерям эквивалентно 1 млрд. \$, а за 30 лет составило 30 млрд. \$. Кроме рабочих мест на заводах, утрачены исследовательские и конструкторские коллективы, разрабатывающие новые образцы оборудования. Оценить в денежном выражении эти потери можно с определённым упрощением всей катастрофы, которая постигла Россию из-за утраты рынков в период перестройки. Для восстановления утраченного уровня конструирования и создания коллективов исследователей потребуется не менее десяти лет при условии восстановления отечественного внутреннего рынка. Потери от утраты интеллектуального потенциала разрушенной отрасли можно грубо ценить в 3-5 млрд. \$.

В общем объеме, только по холодильной промышленности, после вхождения в Монреальский протокол, Россия получила убыток не мене 50 млрд. долл., почти полностью утратив производство отечественных бытовых и малых промышленных холодильных машин и кондиционеров, закрыв при этом почти все заводы-изготовители этого оборудования и ОКБ при них. Изделия оборонной отрасли сегодня комплектуются зарубежными холодильными агрегатами и хладагентами, а также "пожаротушащим" ГФУ R-125, которому в справочнике по свойствам фтористых соединений [1], изданном в 1996 году, приписали термостойкость на уровне 900оС. При проверке этого показателя по просьбе РЖД, разложение этого фторсодержащего вещества при экспозиции в течение 5 минут при температуре 100оС в стальном сосуде при давлении 1 ата было отмечено на масс-спектрометре по появлению фтор-иона, а также визуально по появлению серой патины на образце полированной нелегированной стали, помещённого в сосуд. Обращение РЖД по вопросу термостабильности R-125 было связано с фактом отравления двух машинистов тепловоза из-за негерметичности вентиля баллона с R-125. Реальные значения термостойкости R-125 позволили найти истинную причину отравления машинистов, поскольку работать машинистам тепловоза приходится в одном объёме с работающим дизельным двигателем, детали которого в районе выхлопа нагревается до температур 250-300оС и выше. Дирекция тяги РЖД по этому поводу 21 февраля 2013 года проводила совещание с участием НИПК "Элегаз", который и выполнил масс-спектрометрический анализ фторсодержащего газа R-125 до и после температурного воздействия, а также представил заключение № 01-03 от 4 февраля 2013 г. и рекомендации по вопросу выбора безопасных пожаротушащих веществ. Безопасными и не запрещёнными на тот период времени были фторуглероды R-218, R-31-10, R-318С и SF6. Их огнетушащая концентрация по [2] даже ниже, чем у R-125, а показатель кардиотоксичности практически втрое выше, чем у R-125, т.е. они более безопасны и по этому показателю. Но в то время их ещё можно было купить в России, а R-125 надо было покупать за рубежом в сопровождении дилерской премии. По этой причине в 1996 году и приписали этому гидрофторуглероду термостойкость, которая недостижима даже стабильным фторуглеродам. По методике ГИПХа термостойкость R-125 определяли в течение нескольких секунд на образцах никеля. Но про это стало известно только при выяснении причин столь неприятных последствий.

Особую категорию потерь составляют катастрофы с человеческими жертвами из-за запретов на использование бромсодержащих пожаротушащих веществ, опасность которых для озонового слоя Земли, образно говоря, вообще высосали из пальца. Никаких данных об их влиянии на озоновый слой, кроме теории, предложенной в 1974 году Молиной и Роулэндом [3], не было и нет. Но протокол подписали и оснований для отказа от выполнения его крайне опасных условий, поначалу не было. Но довольно скоро Россия получила погибший экипаж АПЛ "Комсомолец", которую заправили озонобезопасными хладагентами. Затем погибла вся приемочная комиссия на АПЛ "Нерпа". К ним добавилось ещё 250 жертв, погибших при пожарах в ТРЦ "Зимняя вишня" и кафе "Хромая лошадь". В перспективе, если не будет наконец решён вопрос о возврате эффективных пожаротушащих веществ,

запрещённых постановлением Правительства РФ к применению уже в 2014 году, можно без труда было оценить вероятность катастрофы с крейсером "Москва", поскольку эффективные пожаротушающие вещества запрещены во имя сохранения озонового слоя по гипотезе, в которую бромсодержащие фреоны включили "до кучи", т.е. заодно с ХФУ, которые также не имеют никакого отношения к гибели стратосферного озона. Теперь это уже подтверждено статистическими данными, и Россия давно может безбоязненно вернуть бромфреоны на их место в системах пожаротушения. В целом проблему с запретами на применение пожаротушающих веществ можно рассматривать как следствие замены конституционного приоритета человека на дилерскую премию коммерческих структур, приобретающих за рубежом R-125. Прибыль от коммерции пока является действительным конституционным приоритетом в природоохранной области России.

Итоговые убытки России от участия в Киотском протоколе оценить сложно из-за их скрытого, и постоянно меняющегося, характера. Причиной здесь являются постоянные изменения по методикам расчёта последствий эмиссии "парниковых" газов в условиях отсутствия полной физической модели глобального изменения климата и сведение множества факторов внешнего и внутреннего воздействия на открытую термодинамическую систему, т.е. Землю с её атмосферой, до одного аргумента в виде эмиссии CO₂ от сжигания человеком углеводородного сырья. Позже, к CO₂ добавили метан, которому с каждым годом приписывают всё более длительные времена жизни. Поскольку метан значительно легче воздуха, то в нижних слоях атмосферы Земли он не может долго жить, и если не успевает сгореть в атмосфере от грозových разрядов, то пройдя в верхние слои атмосферы, он разрушит молекулы озона, после чего сгорит в термосфере или уйдёт в космическое пространство. Это известные истины из школьных учебников, которые климатологи и эксперты из IPCC представляют иначе, неоднократно меняя условия компьютерных "сценариев" о причинах глобального потепления и наделяя метан новыми свойствами. В рамках гипотезы это выглядит попыткой на ходу дописать очередную модель глобального потепления, выдвигая вновь и вновь главных виновников неуправляемого процесса. При этом исключается простой вывод о том, что Земля является термодинамически открытой системой, подверженной значительному количеству воздействий, множество из которых ещё придётся определить и изучить. Кроме того, IPCC изначально не считает, что Земля ещё сама обладает значительной энергией и вулканизмом, извергает из своих глубин через рифтовые разломы водород и метан в количествах, значительно больших, чем человек добывает и сжигает. В версии IPCC Земля представляет собой холодный астероид, окружённый атмосферой. По этой причине, тепловые расчёты открытой системы Земля, представляемые IPCC в качестве очередных версий парникового эффекта, принципиально недостоверны, но очень удобны в качестве обоснования очередных запретов, выгодных создателям новых версий в операциях торговли квотами на выбросы "парниковых газов". Остаётся сделать лишь вывод о том, что существующий до подписания Парижских соглашений Киотский протокол, как и Монреальский протокол, никакого отношения к объявленным целям и задачам не имеют, основаны на неполном знании и являются инструментами превращения идеи о защите окружающей среды в инструмент постоянного ограбления стран-участниц, в том числе и России, вовлечённых в климатическую рулетку.

Оценив последствия участия России в обоих протоколах, объединённых ныне в Парижское соглашение, можно оценить дальнейшее развитие событий и ожидаемые последствия принятия обязательств по Парижскому соглашению для России. Прежде всего надо заметить, что новых знаний по причинам парникового эффекта не получено, но причина гибели стратосферного озона разгадана. Она никак не связана с фреонами. И если в каких-либо странах будут сохранять прежнюю версию 4-го отчёта IPCC по изменению климата в качестве главного документа, то при расчётах Потенциала Глобального Потепления (ПГП), в котором учитывается время жизни газов в атмосфере в виде опубликованного значения Lifetime, надо существенно поправить, т. е. для всех газов взять значение равное 2 года, а не то, что указано (в диапазоне от 300 до 12000 лет) в Приложении 1

к Киотскому протоколу. В связи с чем, значения ПГП, указанные в 4-ом отчёте ИРСС, можно уменьшить на 2-3 порядка. Эта поправку можно было давно ввести в качестве "поправки на грозные разряды в атмосфере Земли", но фундаментальная наука об этом молчала тридцать лет. В России по причине того, что её об этом не спрашивали. Некому было сделать запрос в Академию Наук РФ. А за рубежом из страха остаться без грантов от благополучателей. В итоге бедные коровы стали виновниками глобального потепления, выделяя вместе с козами и прочими травоядными животными "парниковый" метан, а приземный озон от грозных разрядов, вместо пятнадцати минут жизни по старому школьному учебнику физики Пёрышкина, стал жить три года по версии ИРСС. Здесь действительно надо признать, что политика есть искусство возможного! Такого "прогресса" наука о климате никогда раньше не достигала.

Но не все запреты оказались столь строгими и непроходимыми. Европа довольно успешно их обошла и законодательно оформила в виде регламента № 517/2014 Европейского Парламента и Совета Европейского Союза от 16 апреля 2014 года. Документ интересен тем, что в нём объединили запреты обоих протоколов на рабочие тела под одним общим названием "фторсодержащие парниковые газы", куда попали и фреоны по Монреальскому протоколу с хлором и бромом в молекуле, и все остальные фреоны, не содержащие хлора и брома, но которым приписали времена жизни в атмосфере вместо двух лет, на четыре порядка большие времена жизни, но всё-же сокращённые в пять раз от первой версии, представленной С. Соломон с соавторами в 1993 году [4] в условиях отсутствия грозных разрядов. В итоге получили смесь европейского бренди и японского саке в одном стакане, удобную для использования в Парижском соглашении.

Благодаря успехам Европейского Агентства по защите окружающей среды в тексте Регламента 517/2014 [5] в Главе III, статья 1, п.1 "Запреты на парниковые фторсодержащие газы не распространяются на рыночные изделия и оборудование для военной техники для стран ЕС. По п.2 запрет не распространяется на оборудование, которое в соответствии с требованиями экодизайна, принятыми Директивой №2009/125/ЕС, благодаря более высоким показателям энергоэффективности демонстрирует более низкий уровень выбросов в течение срока службы в эквиваленте CO₂, чем оборудование со схожими параметрами, отвечающее применимым требованиям экодизайна и не содержащие гидрофторуглероды." Если сравнивать с почти одновременным Постановлением Правительства РФ от марта 2014 года, то остаётся только с восторгом отметить успех Европы в преодолении запретов Монреальского протокола. С другой стороны, почему бы России не перенять положительный опыт Европы, тогда и Хладон-510, не имеющий по сегодняшний день конкурентов по энергоэффективности и бромфреоны, без особых проблем заняли-бы своё место среди разрешённых к использованию, и безопасных для человека веществ. Тем более, что в случае обоснованного требования страны Евросоюза по п.3 главы III предусмотрена возможность Комиссии принять исполнительный акт, по которому в течение до 4 лет разрешается размещение на рынке изделий по приложению 3, (холодильного оборудования, противопожарных установок, монтажных вспенивателей, аэрозольных препаратов и др.), в которых содержатся или используются фторсодержащие парниковые газы, при наличии доказательств:

а) отсутствия технически пригодных альтернатив отдельным изделиям или устройствам,...возможности использования таких альтернатив по техническим причинам или в силу действия норм безопасности;

б) несоразмерности затрат в случае использования технически пригодных и безопасных альтернатив в конкретной сфере применения.

Вполне понятно, что разрешения на обход запретов делается через Комиссию для стран-участниц ЕС при поддержке комитета, предусмотренного Регламентом. Россию туда пока не приглашают.

Невольно возникает вопрос о том, почему Россия не может позволить себе аналогичную схему действий, имея богатую статистику по катастрофам, причиной которых

были неоправданные запреты на рабочие вещества в военной технике и гражданских объектах? И можно-ли исправить положение? И какие структуры имеют на этот счёт обязанности?

Выводы.

Проблема использования запрещённых бромфреонов вполне разрешима в рамках существующего Гражданского Кодекса России.

Список источников

1. Промышленные фторорганические продукты: Справ. Изд. Максимов Б.Н., Барабанов В.Г., Серушкин И.Л. и др.// Изд. 2-е, СПб: Химия, 1996. -544 с.
2. Озонабезопасные альтернативы и заменители. Пропелленты, хладагенты, вспениватели, растворители, огнегасящие средства/ В.Г. Барабанов, О.В. Блинова, В.С. Зотиков, С.А. Лизгунов, А.П. Орлов, Г.Д. Орлов, В.Б. Русанов, В.И. Самойленко, И.Г. Трукшин, В.Н. Целиков. _СПб.:ХИМИЗДАТ, 2003.-304 с.
3. Mario J. Molina, & F.S.Rowland . Stratospheric sink for chlorfluormethanes: chlorine atom – catalysed destruction of ozone // Nature. 249. 810-812 (1974).
4. Ravishankara A.R; Solomon S., ; Turnipseed A.A; Warren R.F.. Atmospheric Lifetimes of Long-Lived Halogenated Species. SCIENCE.VOL 259. Pages 194-199. 8 JANUARU 1993.
5. Регламент ЕС №517/2014.

ГСНТИ 81.92.17
УДК 614.842.612
ББК 30н

Виталий Леонидович ЕФИМЕНКО¹, Александр Владиславович АГАРКОВ²

¹ Федеральное государственное казенное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий институт государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», г. Донецк, Донецкая Народная Республика, Российская Федерация (vitale.2020@mail.ru, SPIN 2316-4691, ID: 1212067)

² Федеральное государственное казенное учреждение «Научно-исследовательский институт «Респиратор» Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», г. Донецк, Донецкая Народная Республика, Российская Федерация (aleksander_agarkov@mail.ru, SPIN 5698-0151, ID: 1212047)

Исследование взаимодействия капельного потока струи тонкораспыленной воды с тепловым восходящим потоком на границе пламени пожара

Аннотация. Обоснованы параметры капельного потока жидкости для преодоления теплового барьера пожара. Получены выражения для определения критического значения диаметра капли и скорости капельного потока, определены их численные значения для модельных очагов пожара. Результаты исследования будут использованы для повышения эффективности пожаротушения тонкораспыленной водой, а также обоснования параметров и определения максимальной возможной дальности капельной струи, при которой обеспечивается эффективное попадание капель на поверхность горящего материала.

Ключевые слова: пожар, капельная струя, тепловой восходящий поток, импульсный режим, критический диаметр капли, критическая скорость

Vitaly L. EFIMENKO¹, Alexander V. AGARKOV²

¹ Federal State Public Educational Institution of Higher Education «Donetsk Institute of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Relief», Donetsk, Donetsk People's Republic, Russian Federation (vitale.2020@mail.ru, SPIN 2316-4691, ID: 1212067)

² Federal State Institution «The scientific research institute «Respirator» of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, emergencies and elimination of consequences of natural disasters», Donetsk, Donetsk People's Republic, Russian Federation (aleksander_agarkov@mail.ru, SPIN 5698-0151, ID: 1212047)

Scientific study of the interaction of a droplet flow of a jet of finely atomized water with a thermal upward flow at the boundary of a fire flame

Abstract. The parameters of a droplet flow of liquid to overcome the thermal barrier of a fire are substantiated. Expressions were obtained to determine the critical value of the droplet diameter and droplet flow velocity, and their numerical values were determined for model fires. The results of the study will be used to improve the efficiency of fire extinguishing with finely sprayed water, as well as to substantiate the parameters and determine the maximum possible range of the drip jet, which ensures that drops effectively reach the surface of the burning material.

Keywords: fire, droplet jet, thermal upward flow, pulse mode, critical droplet diameter, critical speed

Как известно, на эффективность тушения пожара, прежде всего, влияют показатели проникающей способности струи тонкораспыленной воды в зону горения, а также скорость испарения капель [1]. Соответственно, для уточнения данных показателей актуально провести расчет: критических значений скоростей подачи пожаротушающего вещества, выше которых тонкораспыленная вода преодолевает тепловой барьер пламени пожара и попадает на поверхность горящего материала; критических значений диаметров капель распыленной струи, ниже которых реализуется импульсный режим взаимодействия на границе пламени.

Пожаротушающие установки с тонкораспыленным способом подачи жидкости (при среднеарифметическом диаметре капли ≤ 150 мкм) в реальных условиях пожара работают в импульсном режиме, несмотря на непрерывную подачу огнетушащего вещества. Если импульс капельного потока превышает импульс восходящих тепловых потоков (сверхкритический импульс), то резко увеличивается проникающая способность тонкораспыленной воды, сокращается время подавления пожара, сокращается потребный объем пожаротушающего вещества, то есть повышается эффективность пожаротушения. В этом случае уменьшение диаметра капли способствует повышению эффективности пожаротушения. В противном случае (если импульс тонкораспыленной струи «докритический») применение струй с тонкораспыленной водой неэффективно. Поэтому основной характеристикой пожаротушающего средства является начальная скорость капельного потока [2]. Дальность подачи капельного потока является производной характеристикой от начальной скорости. Иными словами, высокоэффективным может быть только высокоскоростной поток тонкораспыленной жидкости, но необязательно – дальнобойный.

Для определения критических условий возможности капли достигать очага горения предлагается использовать параметр, основанный на соотношении кинетической энергии капель и тепловой энергии очага горения. Положительный результат тушения пламени может быть достигнут только при следующем условии [3]:

$$P_e > K / Q_2, \quad (1)$$

где P_e – параметр критических условий;

K – кинетический параметр потока капель;

Q_2 – суммарный тепловой параметр пламени.

Для оценки возможности проникновения капельного потока в очаг пожара [4] предлагается использовать соотношение между импульсами капельной струи и восходящего теплового потока пожара, которое можно представить в виде

$$I_c > I_{\pi}, \quad (2)$$

где I_c – импульс потока капель, Н;

I_{π} – импульс теплового потока пожара, Н.

Эффективность пожаротушения тонкораспыленной водой определяется возможностью реализации импульсного режима взаимодействия потока и пламени [5].

Поэтому представим неравенство (2) в виде отношения:

$$I_c / I_{\pi} > 1. \quad (3)$$

Известно, что импульс струи равен произведению средней скорости на массовый расход. Запишем левую часть неравенства (3) в виде $\omega_c G_c / \omega_{\pi} G_{\pi}$ и выполним преобразования:

$$\frac{\omega_c G_c}{\omega_{\pi} G_{\pi}} = \frac{\omega_c^2 m_c \omega_{\pi} St}{\omega_{\pi}^2 m_{\pi} \omega_c St} = \frac{\omega_c^2 m_c V_{\pi}}{\omega_{\pi}^2 m_{\pi} V_c} = \frac{\rho_c \omega_c^2}{\rho_{\pi} \omega_{\pi}^2} = \frac{\rho_c \omega_c^2}{2} \cdot \frac{\rho_{\pi} \omega_{\pi}^2}{2} = \frac{P_{v,c}}{P_{v,\pi}}, \quad (4)$$

где ω_c, ω_{π} – средняя скорость капельного потока и тепловых потоков газов, м/с;

G_c, G_{π} – массовый расход капельного потока и теплового потока газов, кг/с;

m_c, m_{π} – масса капель и масса тепловых потоков газов, кг;

t – время, с;

V_c, V_{π} – объем струи и тепловых потоков газов, м³;

ρ_c, ρ_{π} – плотность капель и теплового потока газов, кг/м³;

$P_{v,c}$ – скоростной напор струи, Па;

$P_{v,\pi}$ – скоростной напор восходящего газового потока, Па.

Таким образом, отношение импульсов капельной струи и восходящего теплового газового потока равно отношению скоростных напоров капельной струи и пламени:

$$I_c / I_{\pi} = P_{v,c} / P_{v,\pi}. \quad (5)$$

Физический смысл величин $P_{v,c}, P_{v,\pi}$ – члены, входящие в уравнение Бернулли, представляющие собой удельную кинетическую энергию (кинетическая энергия в единице объема).

Скоростной напор пламени представим через параметры пожара. Максимальная скорость пламени равна:

$$\omega_{\pi, \max} = C Q_{\max}^{0,2}, \quad (6)$$

где $C = 2$ – коэффициент, м/(кВт^{0,2}·с);

$Q_{\max}$ – максимальная тепловая мощность пожара, кВт.

С учетом того, что тепловая мощность постоянна и максимальна, имеем

$$Q_{\max} = \eta Q_n \psi_{\text{уд}} S_{\max}, \quad (7)$$

где η – коэффициент полноты сгорания;

Q_n – низшая теплота сгорания, кДж/кг;
 $\psi_{уд}$ – удельная массовая скорость выгорания, кг/(с·м²);
 S_{max} – максимальная площадь пожара, м².
 С учетом (6) скоростной напор пламени равен

$$P_{v,п} = \frac{\rho_{п} C^2 Q_{max}^{0,4}}{2}. \quad (8)$$

Тогда выражение (6) можно записать в виде

$$I_c / I_{п} = P_{v,c} / \left(\frac{\rho_{п} C^2 Q_{max}^{0,4}}{2} \right). \quad (9)$$

Анализируя выражения (1) и (9), приходим к выводу, что физический смысл их правых частей близок, поскольку под кинетическим параметром K можно понимать удельную кинетическую энергию капельного потока $P_{v,c}$, а знаменатель правых частей (1) и (9) определяет тепловая мощность пожара. Отличие заключается в том, что в предложенном критерии (9) учитывается плотность $\rho_{п}$ теплового восходящего потока, которая несомненно влияет на внедрение капель в очаг горения. На основании выражений (9) и (1) получаем неравенство

$$P_{v,c} > \frac{\rho_{п} C^2 Q_{max}^{0,4}}{2} \quad \text{или} \quad \frac{\rho_c \omega_c^2}{2} > \frac{\rho_{п} C^2 Q_{max}^{0,4}}{2}. \quad (10)$$

Из выражения (10) находим критическую скорость капель на границе пламени, достаточную для проникновения в очаг горения:

$$\omega_c > \sqrt{\frac{\rho_{п}}{\rho_c}} C Q_{max}^{0,2}. \quad (11)$$

Подставляя Q_{max} из выражения (7) в (11), получаем:

$$\omega_c > \sqrt{\frac{\rho_{п}}{\rho_c}} C (\eta Q_n \psi_{уд} S_{max})^{0,2}. \quad (12)$$

Особенностью формулы (12) является необходимость определения плотности потока ρ_c распыленной воды (не плотности капли). Именно через ρ_c осуществляется влияние тонкости распыления на проникающую способность капельной струи. Измерения воздушного потока, увлекаемого струями, показали, что напор струи со средним размером капель менее 1 мм полностью превращается в кинетическую энергию воздушного потока на расстоянии более 1,8 м от насадка. Напор струй с крупными каплями диаметром 1,5...3,5 мм превращается в кинетическую энергию воздушного потока только на 50 %. Из этого следует, что для тонкораспыленной воды (с диаметром капель 100...200 мкм) плотность потока в первом приближении можно взять равной плотности воздуха.

Определим критические скорости внедрения капель тонкораспыленной воды в модельные очаги пожаров классов 1А и 89В. Модель очага пожара класса 1А характеризует площадь свободной поверхности $S_{max} = 13,89$ м². При горении древесины

принимая температуру пламени равной 625 °С. При этой температуре $\rho_{\text{п}} = 0,394 \text{ кг/м}^3$; $\psi_{\text{уд}} = 0,007 \text{ кг/(м}^2\text{с)}$; $Q_{\text{н}} = 13,8 \text{ МДж/кг}$; $\eta = 0,97$. Подстановка этих исходных данных в выражение (9) при $\rho_{\text{с}} = 1,204 \text{ кг/м}^3$ дает скорость $\omega_{\text{с,А}}$ капельного потока, необходимую для преодоления теплового барьера модельного очага пожара класса 3А $\omega_{\text{с,А}} > 4,8 \text{ м/с}$. Аналогичные расчеты, проведенные с целью определения скорости капельного потока $\omega_{\text{с,В}}$ для преодоления теплового барьера модельного очага пожара класса 89 А при $\eta = 0,87$; $Q_{\text{н}} = 41,87 \text{ МДж/кг}$; $\psi_{\text{уд}} = 0,062 \text{ кг/(м}^2\text{с)}$; $S_{\text{max}} = 2,8 \text{ м}^2$; $\rho_{\text{п}} = 0,237 \text{ кг/м}^3$ (при температуре 1200 °С) дают $\omega_{\text{с,В}} > 5,1 \text{ м/с}$.

Найдем критический диаметр капли, определяющий переход от гравитационного к импульсному режиму взаимодействия капельного потока и пламени. Наибольшее сопротивление будет оказано восходящим тепловым газовым потоком при движении капельного потока вдоль оси пламени сверху вниз. Поэтому в классическом дифференциальном уравнении движения капли необходимо учитывать ее массу:

$$m_{\text{к}} \frac{d\bar{u}_{\text{к}}}{d\tau} = \pm m_{\text{к}} \bar{g} - C_D \psi(D) \rho f_{\text{к}} \frac{|\bar{U}| \bar{U}}{2}, \quad (13)$$

где $m_{\text{к}}$ – масса капли, кг;

$\bar{u}_{\text{к}}$ – скорость капли, м/с;

τ – время, с;

$\bar{g}$ – ускорение свободного падения, м/с²;

C_D – коэффициент аэродинамического сопротивления;

$\psi(D)$ – функция, учитывающая деформацию капли;

ρ – плотность среды;

$f_{\text{к}}$ – миделевое сечение капли, м²;

$\bar{U}$ – вектор относительной скорости капли.

Приведенное уравнение описывает динамику движения капли от среза ствола до границы пламени пожара. При входе в пламя появляется выталкивающая сила, изменяется плотность среды и относительная скорость капли. Очевидно, существует некоторый критический диаметр капли, меньше которого она не сможет попасть на поверхность горящего материала. Такое предположение справедливо для тонкораспыленной воды, когда за счет малой массы капли ее импульс не превосходит импульс восходящего теплового потока. Условие, при котором импульс пламени останавливает движение капли, получим из уравнения (13), приравняв силу инерции нулю и проектируя силы на вертикальную ось, направленную в центр очага пожара:

$$m_{\text{к}} g = C_D \psi(D) \rho f_{\text{к}} U^2 / 2. \quad (14)$$

На границе взаимодействия капли и восходящего теплового потока сила тяжести капли P уменьшается за счет действия выталкивающей силы:

$$P = m_{\text{к}} g - \rho_{\text{п}} g v_{\text{к}} = (1 - \rho_{\text{п}} / \rho_{\text{к}}) m_{\text{к}} g, \quad (15)$$

где $\rho_{\text{к}}$ – плотность капли, кг/м³;

$v_{\text{к}}$ – объем капли, м³.

Правая часть уравнения (14) на границе с восходящим тепловым потоком равна:

$$C_D \rho_{\text{п}} f_{\text{к}} \omega_{\text{п}}^2 / 2. \quad (16)$$

Выражение (16) получено при проектировании вектора скорости пламени на вертикальную ось, направленную снизу вверх, то есть $U = \omega_k - (-\omega_n) = \omega_k + \omega_n$. Поскольку в состоянии равновесия $\omega_k = 0$, то $U = \omega_n$. В состоянии равновесия принимаем $\psi(D) = 1$, то есть, считаем каплю недеформированной, при этом уравнение равновесия принимает вид:

$$(1 - \rho_n / \rho_k) m_k g = C_D \rho_n f_k \omega_n^2 / 2. \quad (17)$$

Подставляя вместо ω_n выражение из уравнений (6) и (7), получаем:

$$(1 - \rho_n / \rho_k) m_k g = C_D \rho_n f_k C^2 (\eta Q_n \psi_{уд} S_{max})^{0,4} / 2. \quad (18)$$

Массу капли находим по формуле:

$$m_k = \rho_k \pi d^3 / 6, \quad (19)$$

где d – диаметр капли, м.

Коэффициент аэродинамического сопротивления равен:

$$C_D = 24 / Re + 4,4 \sqrt{Re} + 0,32, \quad (20)$$

где $Re = \frac{U_k d}{\nu}$ – число Рейнольдса;

ν – коэффициент кинематической вязкости тепловых газов, m^2/c .

Подставляя выражения для m_k , C_D и Re в уравнение (18), получаем алгебраическое уравнение относительно d .

$$g(\rho_k - \rho_n - 1)d^2 - 0,24C^2(\eta Q_n \psi_{уд} S)^{0,4} d - 3,3C(\eta Q_n \psi_{уд} S)^{0,3} \sqrt{\nu C} \sqrt{d} - 18\nu C(\eta Q_n \psi_{уд} S)^{0,2} = 0. \quad (21)$$

Путем замены переменной, уравнение (21) сводится к решению алгебраического уравнения четвертой степени, корни которого можно найти аналитически. Ввиду громоздкости выражений для корней решение уравнения (21) находим с помощью компьютерной программы Maple 13. Решения уравнения (21) найдены для мощностей, соответствующих модельным очагам пожара классов 3А и 89В при $\rho_n = 0,394 \text{ кг/м}^3$; $\nu = 1,02 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ – для модельного очага класса 3А (при температуре $625 \text{ }^\circ\text{C}$) и $\rho_n = 0,237 \text{ кг/м}^3$; $\nu = 2,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ – для модельного очага класса 89В (при температуре $1200 \text{ }^\circ\text{C}$).

Получены следующие значения критических диаметров капель, при которых реализуется режим взаимодействия огнетушащей струи и восходящих тепловых потоков пожара: для очага пожара класса 3А $d = 1,80 \text{ мм}$, для очага пожара класса 89В $d = 2,26 \text{ мм}$.

Таким образом, проведены исследования и обоснованы параметры капельного потока жидкости для преодоления теплового барьера пожара. Получено условие для определения критической скорости струи, при которой обеспечивается преодоление теплового барьера пламени и попадание капель на поверхность горящего материала. Получено выражение для определения критического диаметра капель, меньше которого реализуется режим взаимодействия, при котором деформируется и разрушается пламя, растягиваются зоны реакции и резко повышается проникающая способность капель, соответственно, повышается эффективность тушения пожара. В результате численных расчетов установлено, что для

осуществления импульсного режима взаимодействия струи и пламени модельного очага пожара класса 3А диаметр капель должен быть не более 1,80 мм, а скорость – не менее 4,8 м/с. Для модельного очага пожара класса 89В вышеупомянутые параметры соответственно равны 2,26 мм и 5,1 м/с.

Список источников

1. Ефименко, В. Л. Устройства импульсного пожаротушения. Актуальность их применения. Анализ патентных и научно-технических материалов / В. Л. Ефименко // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – Донецк: ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2021. – № 3(10). – С. 138 – 144.
2. Кострубицкий, А. А. Влияние избыточного давления на выходе из сопла на дисперсность капель жидкости / А. А. Кострубицкий // Научный вестник НИИГД «Респиратор». – Донецк: НИИГД «Респиратор» МЧС ДНР, 2016. – № 3(53). – С. 7 – 13.
3. Цариченко, С. Г. Некоторые вопросы пожаротушения тонкораспыленной / С. Г. Цариченко // Пожарная автоматика – 2008: каталог. – М.: РИА «Индустрия безопасности», 2008. – С. 1 – 5.
4. Цой, А. С. Режимы и механизмы подавления пламени распыленной водой: дис. ... канд. техн. наук: 01.04.14 / А.С. Цой. – СПб., 2016. – 177 с.
5. Кострубицкий, А. А. Моделирование испарения капель жидкости в зоне действия пожара / А. А. Кострубицкий, В. Г. Агеев // Научный вестник НИИГД «Респиратор». – Донецк, 2016. – № 4(54). – С. 7 – 15.

Содержание

<i>Андросенко С. Г., Роевко В. В., Фогилев И. С.</i> К вопросу эффективности применения воды для тушения пожаров на объектах торфяной энергетики	3
<i>Аджиев А. Ш., Фогилев И. С., Андросенко С. Г.</i> Особенности тушения пожаров на объектах с массовым пребыванием людей	6
<i>Бондаренко М. В., Харитонов А. В., Ифтоди Л. А.</i> Предпочтения исполнителей при закреплении верёвки пожарной спасательной за конструкцию: результаты исследования статистики процесса обучения.....	10
<i>Ботвинко А. В., Данилов М. М., Денисов А. Н.</i> Модель регистрации информационного обмена в области пожарной безопасности (на примере ГУ МЧС России по Тульской области)	13
<i>Волошенко А. А., Иванников А. П., Подгрушный А. В., Крылов А. Н.</i> Поддержки принятия решений при оценке угрозы риска подразделениям пожарной охраны при тушении пожара	19
<i>Воробьев Н. С., Терехнев В. В.</i> Оценка расходования запаса воздуха при работе в дыхательных аппаратах со сжатым воздухом.....	24
<i>Габдуллин В. Б., Ищенко А. Д., Коришунов И. В.</i> Применение устройства непрерывной подачи воздуха к дыхательным аппаратам сжатого воздуха, находящимся в непригодной для дыхания среде.....	33
<i>Гаплаев А. А.-Б., Федоров А. В., Хакимов З. Л.</i> Принципы создания автоматизированной системы управления противопожарной защитой нефтеперерабатывающих производств	38
<i>Гладченко В. Я., Ольховский И. А.</i> Создание электронной карты источников наружного противопожарного водоснабжения с применением геоинформационных технологий в Ростовской области	41
<i>Горбунов А. С.</i> Система обнаружения больших переходных сопротивлений в бытовых электрических розетках.....	44
<i>Григорьев А. Н., Ганенков А. В.</i> К вопросу о тушении пожаров на производственно-складских комплексах.....	47
<i>Аристархов В. А., Двоенко О. В., Гусев И. А., Гришанков П. С.</i> Предложения по повышению мотивации должностных лиц, отвечающих за выполнение мероприятий по материально-техническому обеспечению.....	53
<i>Данилов М. М., Денисов А. Н., Аникин С. Н., Юрин К. С., Есева М. А.</i> Алгоритм спасения звена газодымозащитной службы в условиях особой опасности для личного состава	57
<i>Двоенко О. В., Дмитриев А. Ю., Копылов А. А.</i> Оценка параметров лазерной резки при проведения аварийно-спасательных работ на месте чрезвычайных ситуаций.....	61
<i>Двоенко О. В., Дмитриев А. Ю., Халиков Р. В., Косьянова Е. Н., Щетнев К. П.</i> Перспектива применения лазерных технологий при введении аварийно-спасательных работ	66
<i>Зайченко Ю. С., Шкунов С. А., Тараканов Д. В.</i> Критерии оценки пожарно-спасательных гарнизонов	71
<i>Зарубин В. П., Иванов В. Е., Легкова И. А.</i> Влияние способа подготовки кузовных деталей пожарной техники под покраску на надежность покрытия	73

<i>Кайбичев И. А.</i>	
Кластеризация регионов по размеру материального ущерба от пожаров на основе У критерия Манна-Уитни	78
<i>Калач А. В., Капустин А. А.</i>	
Применение секционного устройства эвакуации для спасения людей из пожара	84
<i>Каратаев И. М.</i>	
Порядок расчета основных параметров и подбор оборудования системы дымоудаления из коридоров административных зданий	89
<i>Кириченко К. Ю., Ищенко А. Д.</i>	
Логистическое обеспечение мобильной группировки подразделений пожарной охраны	94
<i>Илеменов М. В., Ртищев С. М., Козырев В. Н., Минайлов Д. А., Ермолаев А. И.</i>	
Совершенствование технических требований и методов испытаний пеносмесителей, применяемых для рукавных линий	97
<i>Колеров Д. А., Косенко Г. Е.</i>	
О подходе к выбору материалов для современной боевой одежды пожарного	101
<i>Смирнов А. В., Сулименко В. А., Королев С. Н., Новиков И. Н., Серенков А. С.</i>	
Комбинированные составы пожаротушения.....	104
<i>Здор В. Л., Порошин А. А., Семененко Н. В., Королева В. В., Заплатов Е. А.</i>	
Особенности применения актуализированных требований к размещению и монтажу пожарных извещателей	109
<i>Груздов А. А., Коршунов И. В., Смагин А. В.</i>	
Алгоритм оценки возможности спасения людей при пожаре в жилых многоквартирных зданиях повышенной этажности.....	118
<i>Лаврущев В. М., Данилов М. М., Денисов А. Н.</i>	
Моделирование оценки обеспечения деятельности по тушению пожара с участием должностных лиц оперативной группы.....	123
<i>Малый В. П., Куртов С. О., Малютин О. С.</i>	
Разработка концепции проекта экспериментально-исследовательской установки для измерения гидравлических параметров элементов тракта подачи воды к месту пожара	129
<i>Маркин Ю. В., Рожков А. Г.</i>	
Система телеметрии на службе спасения	134
<i>Меженев В. А., Лебедев А. Н., Бармин Д. И.</i>	
Влияние защитной завесы на дальность подачи сплошной струи ручного пожарного ствола	137
<i>Митришкин В. В., Данилов М. М., Денисов А. Н.</i>	
Ключевой аспект решения боевой задачи в условиях недостаточной видимости – средства освещения на пожаре.....	139
<i>Пичугин А. И., Старцев В. И., Мичудо Д. Г., Навценя Н. В., Колозников П. А.</i>	
О требованиях нормативных документов по оснащению пожарных автомобилей огнетушителями	146
<i>Пичугин А. И., Старцев В. И., Мичудо Д. Г., Навценя Н. В., Колозников П. А.</i>	
Предложения по созданию модификаций бронированных пожарных автоцистерн с учётом освоения их базовых моделей.....	148
<i>Пичугин А. И., Старцев В. И., Мичудо Д. Г., Навценя Н. В., Яковенко К. Ю.</i>	
Нормативные документы на основные пожарные автомобили и о вносимых изменениях в межгосударственный стандарт ГОСТ 34350-2017 «Техника пожарная.	
Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний.....	152
<i>Мнускин Ю. В., Хазипова В. В., Мнускина Ю. В., Кипря А. В.</i>	
Перспективные подходы повышения безопасности проведения аварийно-спасательных работ с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания	155
<i>Мудров Д. Н., Данилов М. М., Денисов А. Н.</i>	
Моделирование действий пожарной охраны при использовании сил и средств ГИМС	161

<i>Фирсов А. Г., Арсланов А. М., Надточий О. В., Сибирко В. И., Чечетина Т. А.</i>	
Объем оперативной нагрузки на территориальные пожарно-спасательные подразделения ФПС ГПС МЧС России в 2018–2022 гг.	167
<i>Поляков А. В., Новиков А. М.</i>	
Дислокация подразделений Калужского местного пожарно-спасательного гарнизона и предложение по повышению эффективности действий пожарной охраны.....	172
<i>Новиков А. М., Юмашев Е. В.</i>	
Методы, средства и силы пожаротушения объектов 5 степени огнестойкости мобильными средствами	175
<i>Панков С. В., Аязов А. В.</i>	
Подготовка газоспасателей к возможным опасностям и нештатным ситуациям	179
<i>Пустовалов И. А., Иванов А. В., Халиков Р. В.</i>	
Технологии тушения пожаров и средства подачи модифицированных водных огнетушащих веществ	185
<i>Савонина А. В., Аристархов В. А.</i>	
Перспектива применения пожарного электромобиля для защиты промышленных парков.....	190
<i>Серёгин А. Б.</i>	
Повышение эффективности работы спасателей в индивидуальной противогазотепловой одежде.....	195
<i>Жарылкасынулы К. К. , Соковнин А. И., Ищенко А. Д.</i>	
К вопросу эффективности применения водяных завес в качестве средства ограничения распространения аэрозолей.....	200
<i>Сорокоумов В. П, Стрельцов А. А.</i>	
Методы и средства оценки применения высокоманевренных пожарно спасательных средств.....	202
<i>Спорягин Е. Ю., Аристархов В. А.</i>	
Опыт проведения проверки организации несения службы в территориальном пожарно-спасательном гарнизоне Рязанской области	210
<i>Нелюбов В. Н., Копылов Н. П., Сушкина Е. Ю.</i>	
Растворно-заправочный комплекс для подготовки растворов огнетушащих веществ.....	214
<i>Таранцев А. А., Ищенко А. Д. , Таранцев А. А.</i>	
Особенности тактики тушения пожаров на объектах в арктической зоне.....	216
<i>Тарасов С. В., Пигусов Д. Ю., Пустовалова Н. С.</i>	
Организация и расчет подачи (транспортировки) огнетушащих веществ как часть основ пожарной тактики	221
<i>Тарасова Д. А., Кузнецов И. А., Кузнецов А. В.</i>	
Обзор и специфика возгораний аккумуляторов на электромобилях	229
<i>Топоров А. В.</i>	
Проблема эксплуатации запорной арматуры, изготовленной из сплавов на основе цинка, алюминия, магния (ЦАМ, ЗАМАК), на трубопроводах противопожарного водоснабжения	236
<i>Стрельцов О. В., Кондашов А. А., Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю., Меретукова О. Г.</i>	
Влияние отсутствия или неисправности пожарной автоматики на последствия пожара в городах Российской Федерации в 2010-2021 гг.	239
<i>Маштаков В. А., Кондашов А. А., Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю., Рюмина С. И.</i>	
Расход воды при тушении пожаров в многоквартирных жилых домах в зависимости от этажа, на котором произошел пожар.....	243

<i>Халиков Р. В., Двоенко О. В.</i>	
Аналитический обзор способов повышения безопасности тушения пожаров в условиях вооруженных конфликтов	246
<i>Хацько М. С., Онищенко С. А.</i>	
Особенности тушения пожаров в условиях нестационарного теплообмена	249
<i>Хиль Е. И., Христенко А. В., Чекменев А. Ю.</i>	
Применение пожарной техники при тушении пожаров сложных объектов	254
<i>Хиль Е. И., Ольховский И. А., Грачев А. В., Мелешина Н. С., Черемушкин Е. С.</i>	
Повышение надежности средств водообеспечения тушения пожаров в городской местности	256
<i>Роевко В. В., Кармес А. П., Храпцов С. П., Колосков А. А.</i>	
Метод тушения лесных пожаров температурно-активированной водой	262
<i>Черных А. В., Головченко Е. А., Мышкин Н. Г., Бордунов С. В., Ищенко Д. А.</i>	
Опыт применения способа, технологии генерации и подачи тумана активированного структурированного на шахте Распадская	267
<i>Шкунов С. А., Теунаев В. Б.</i>	
О некоторых рекомендациях при тушении пожаров на предприятиях резиновой промышленности	271
<i>Семенов Е. М., Шкунов С. А.</i>	
К вопросу тактических возможностей пожарно-спасательных подразделений при тушении пожаров на предприятиях по изготовлению лакокрасочных материалов	274
<i>Яровой В. Ю., Ширинкин П. В.</i>	
Обзор методов зондирования пространства в задымленной среде	277
<i>Ошкин Н. Н., Роевко В. В.</i>	
Особенности принятия управленческих решений при техническом оснащении подразделений пожарной охраны	282
<i>Воробьева Ю. Н.</i>	
Перспективные технологии в промышленном пожаротушении	285
<i>Пузач С. В.</i>	
Развитие математического моделирования динамики опасных факторов пожара	287
<i>Киселев В. В., Сидоров А. А.</i>	
Разработка и применение роботизированных устройств с манипуляторами в пожарной робототехнике	292
<i>Мазурин И. М.</i>	
Застарелая проблема выбора веществ для систем пожаротушения в торговых центрах и на флоте	297
<i>Ефименко В. Л., Агарков А. В.</i>	
Исследование взаимодействия капельного потока струи тонкораспыленной воды с тепловым восходящим потоком на границе пламени пожара	302

Составители:
АЛЕШКОВ Михаил Владимирович
КОСЬЯНОВА Елена Николаевна
ФЕДЯЕВ Владислав Дмитриевич
ЩЕТНЕВ Кирилл Петрович
ТАРАСЕВИЧ Ольга Сергеевна
ФУРС Светлана Петровна
ИГОЛЬНИКОВА Елена Алексеевна
ШУРЫГИН Максим Андреевич
БЕРЕЖНОЙ Денис Анатольевич
ЛОПУХОВА Нина Вячеславовна
ТИТКОВА Елена Николаевна
БОНДАРЕНКО Анна Васильевна
ЕРМАКОВА Елена Владимировна
СМИРНИКОВА Евгения Алексеевна
ЭЛЬТЕМЕРОВА Ольга Валериановна

Академия
Государственной противопожарной службы МЧС России:
Теория. Инновации. Практика

Материалы научно-практической конференции с международным участием,
посвященной 90-летию со дня образования Академии ГПС МЧС России

19 октября 2023 года

В 5 частях

Часть III

Секция 3. «Современные средства и технологии пожаротушения,
организация деятельности пожарной охраны»

Издано в авторской редакции

Подписано в печать _____. Формат 60×90 1/16.

Печ. л. 19,5. Уч.-изд. л. 14,2. Бумага офсетная.

Тираж 50 экз. Заказ _____.

Академия ГПС МЧС России
129366, Москва, ул. Бориса Галушкина, 4



ОРДЕНА ПОЧЕТА АКАДЕМИИ ГПС МЧС РОССИИ
129366, Россия, г. Москва, ул. Б. Галушкина, 4