

В ЭТОМ НОМЕРЕ:**ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИСПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНЫХ ФУНКЦИЙ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ <i>Дашко С. А., Калач Е. В., Аюпова Г. Ш.....</i>	3
АНАЛИЗ ПРОБЛЕМАТИКИ В ОБЛАСТИ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ <i>Гонтаренко Ю. В., Однолько А. А.....</i>	12
ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ПЛАЗМЕННОГО ДОЖИГАНИЯ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОПАСНЫХ ОТХОДОВ <i>Анахов С. В., Матушкин А. В., Пыкин Ю. А.А.....</i>	23
НЕЗАВИСИМАЯ ОЦЕНКА ПОЖАРНОГО РИСКА КАК МЕТОД СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ФУНКЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА В РАМКАХ РЕФОРМИРОВАНИЯ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЧС РОССИИ <i>Архипов А. В., Шархун С. В. Пономарев А. В.....</i>	37
ВЗРЫВНОЕ ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ: ПРИЧИНЫ И ПУТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ <i>Марков В. Ф., Маскаева Л. Н., Markov E.....</i>	49
ОБ УСТАНОВКАХ ПОЖАРОТУШЕНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ <i>Пахомов Г. Б., Дульцев С. Н., Тужиков Е. Н.....</i>	64
НОРМИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ПРИБЫТИЯ СОТРУДНИКОВ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА НА МЕСТО ПОЖАРА <i>Карпов С. Ю.....</i>	73
ОЦЕНКА АКТУАЛЬНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СМС-СООБЩЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОПОВЕЩЕНИЯ И ИНФОРМИРОВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ О ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ <i>Ли-зун-сян Ю. Р., Яценко Е. С.....</i>	82
ФАКТОРЫ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ <i>Штерензон В. А., Худякова С. А., Степанов О. И., Гренадеров А. Н.....</i>	89
ПОЛУЧЕНИЕ КОМПРЕССИОННОЙ ПЕНЫ	

ОТ МОТОПОМП ДЛЯ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ*Шавалеев М. Р., Крехтунов А. А., Тужиков Е. Н., Осипенко С. И. 102***ОГНЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЬНОГО ИЗДЕЛИЯ
С ОГНЕЗАЩИТНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ РАЗЛИЧНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ
ПРИРОДЫ ПРИ ТЕМПЕРАТУРНОМ РЕЖИМЕ
СТАНДАРТНОГО ПОЖАРА***Мансуров Т. Х., Беззапонная О. В., Головина Е. В., Контобойцева М. Г. 106***РЕАЛИЗАЦИЯ ПОЛНОМОЧИЙ ОРГАНОВ МЕСТНОГО
САМОУПРАВЛЕНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ ИСТОЧНИКОВ
НАРУЖНОГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ
НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ***Макаркин С. В., Бугреев А. И. 119*

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 614.841.315

evkalach@gmail.com

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
ИСПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНЫХ ФУНКЦИЙ
В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ****CURRENT STATE AND DIRECTIONS FOR IMPROVING THE PERFORMANCE
OF CONTROL AND SUPERVISORY FUNCTIONS
IN THE FIELD OF FIRE SAFETY IN THE RUSSIAN FEDERATION**

*Дашко С. А., Главное управление МЧС России
по Краснодарскому краю, Краснодар,
Калач Е. В., кандидат технических наук, доцент,
Воронежский государственный технический университет, Воронеж,
Аюпова Г. Ш., кандидат юридических наук,
Уральский юридический институт МВД России, Екатеринбург*

*Dashko S. A., Main Department of the Russian emergencies Ministry
for the Krasnodar territory, Krasnodar,
Kalach E. V., Voronezh state technical University, Voronezh,
Ayupova G.SH., Ural law Institute of the Ministry
of Internal Affairs of Russia, Yekaterinburg*

В статье представлены данные о современном состоянии и перспективных направлениях совершенствования некоторых контрольно-надзорных функций в Российской Федерации в области пожарной безопасности. Приведена статистика и представлен анализ административных правонарушений в области пожарной безопасности. Сделан акцент на использовании органами государственного пожарного надзора метода убеждения в качестве одного из основных административно-правовых методов.

Ключевые слова: пожарный надзор, анализ, контроль, пожарная безопасность.

The article presents data on the current state and promising areas of improvement of some control and Supervisory functions in the Russian Federation in the field of fire safety. Statistics and analysis of administrative violations in the field of fire safety are provided. Emphasis is placed on the use of the method of persuasion by state fire supervision bodies as one of the main administrative and legal methods.

Keywords: fire supervision, analysis, control, fire safety.

Системный комплекс профилактики, а именно совокупность мер по профилактике, субъекты профилактики, а также мониторинг и координация действий в сфере профилактики были предложены МЧС России как система профилактики [1].

Статистика административных правонарушений в области пожарной безопасности за 2019 год указывает о возбуждении

193042 дел (динамика по сравнению с 2018 годом показывает постепенное увеличение – 174066 дел, это на 10,9 % больше). При этом возбужденных дел в отношении физических лиц – 142032, а в отношении юридических – 51010 дел (рост составил 9,3 % и 15,6 % соответственно).

Органами МЧС России к административной ответственности были привлечены 161072 лица, нарушивших требования пожарной безопасности. Наказанием послужили штрафы и предупреждения надзорными органами. По этим же пунктам в 2018 году было привлечено 163507 нарушителя, снижение на 1,5 %.

Сотрудниками государственной инспекции по пожарному надзору было назначено 62167 административных наказаний, имеющих форму штрафа на сумму 799 409 тыс. руб. (в 2018 – 46978 штрафов на сумму 1 080 703 тыс. руб.). Количество

исполненных штрафов от количество назначенных – 78,8 %, что несколько меньше по сравнению с предыдущим годом – 81 %. По статистике количество пожаров увеличилось на 25,7%, погибших – на 8,3 %, травмированных – снижено на 1,8 %, увеличился также материальный ущерб – 17,1 %. Показатель количества детей, погибших при пожаре, снижен на 7,7 % [1]. По данным табл. 1 [2], можно наблюдать устойчивую положительную динамику, связанную с пожарами в Российской Федерации на протяжении 2014 – 2018 гг.

Таблица 1
Сведения о пожарах и их последствиях
в Российской Федерации за 2014–2018 гг. [2]

Год	Наименование показателя	ФГИС «ФБД «Пожары» (ведомственная статистика МЧС России)	Сведения о пожарах и их последствиях на объектах федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц, осуществляющих самостоятельный учет пожаров и их последствий	Итого по РФ
2014	Количество пожаров, ед.	152695	307	153002
	Количество погибших людей, чел.	10237	16	10253
	Количество травмированных людей, чел.	11079	10	11089
	Прямой ущерб, тыс. руб.	18343858	379455	18723313
2015	Количество пожаров, ед.	145942	267	146209
	Количество погибших людей, чел.	9405	14	9419
	Количество травмированных людей, чел.	10962	15	10977
	Прямой ущерб, тыс. руб.	22461847	408520	22870367
2016	Количество пожаров, ед.	139475	228	139703
	Количество погибших людей, чел.	8749	11	8760
	Количество травмированных людей, чел.	9905	4	9909
	Прямой ущерб, тыс. руб.	13418423	905406	14323829
2017	Количество пожаров, ед.	132844	233	133077
	Количество погибших людей, чел.	7816	8	7824

	Количество травмированных людей, чел.	9355	6	9361
	Прямой ущерб, тыс. руб.	13767378	449895	14217273
2018	Количество пожаров, ед.	131840	234	132074
	Количество погибших людей, чел.	7909	4	7913
	Количество травмированных людей, чел.	9642	8	9650
	Прямой ущерб, тыс. руб.	15517156	396349	15913505

По статистике за 2019 год, количество ежедневных пожаров достигало 1292, погибало 23 человека, травмы получали 26 человек, а также в связи с пожарами уничтожались строения в количестве 127 единиц. По подсчетам, материальный ущерб был около 49,8 млн руб., если брать расчет за один пожар, то 38,5 тыс. руб.

Сведения о пожарах и их последствиях, произошедших на объектах, в соответствии с присвоенными категориями риска, приведены на рис. 1.

Перед контрольно-надзорными органами ставится задача проверки исполнения правил, установленных государством, а также предотвращение, выявление и пресечение правонарушений в сфере пожароопасной деятельности.

Важной составляющей мониторинга реформы контрольно-надзорной деятельности является оценка административной нагрузки на предприятия и организации, создаваемая контрольно-надзорными ведомствами.

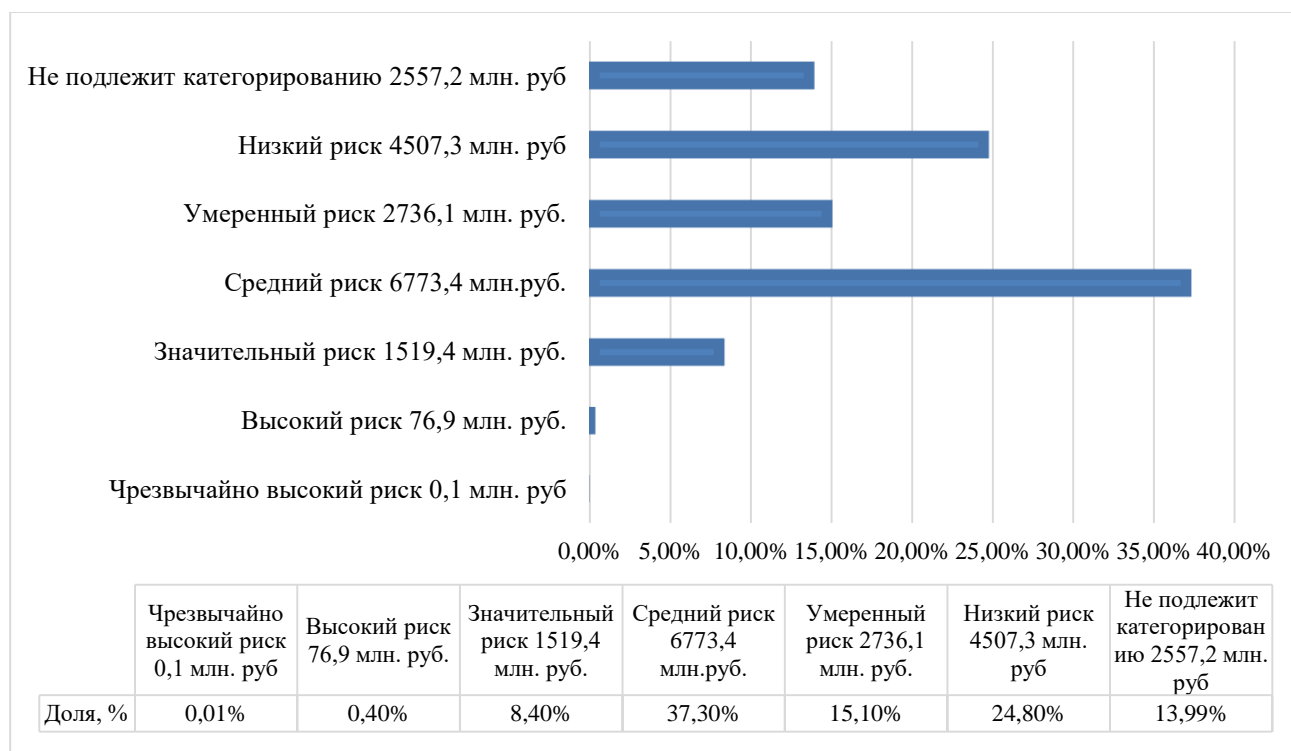


Рисунок 1. Распределение материального ущерба от пожаров по категориям риска объектов защиты

Поэтому риск-ориентированный подход и целевой курс на уменьшение количества плановых проверок позволяют сократить возможности для выдачи предписаний и наложения штрафов, а, как следствие, – повысить показатели положительной работы ведомства декларированием снижения числа обращений граждан, с одной стороны. А с другой стороны – такие показатели, как количество выданных и исполненных предписаний, а также количество наложенных и уплаченных штрафов, при оценке работы ведомства могут повлечь за собой негативные последствия для руководителей инспекций, стоящих с невысокими позициями в рейтинге.

Ведомство вынуждено учитывать данную особенность существующей системы регулирования и оценки и использовать немногочисленные способы достижения высоких показателей, такие как инициирование внеплановых проверок, при появившейся возможности, используя подготовку к ним, как основание проверки.

Для примера используем аналитическую оценку качественных характеристик контрольно-надзорной деятельности, которая проводилась в рамках исследовательского проекта Высшей школы экономики, приведенную на рис. 2–6 [3].

Стоит выделить тот факт, что к текущему моменту времени в Российской Федерации работа ГПН не несет в себе затруднительный характер в отношении граждан.

После проведения реформы оценка деятельности ГПН показывает небольшое, по сравнению с предыдущими показателями, распространение неформальных отношений – лишь 5 % респондентов имели опыт нахождения себя в ситуации, когда для достижения положительного результата при проверке им приходилось платить денежное вознаграждение или делать аналогичные действия материального характера.

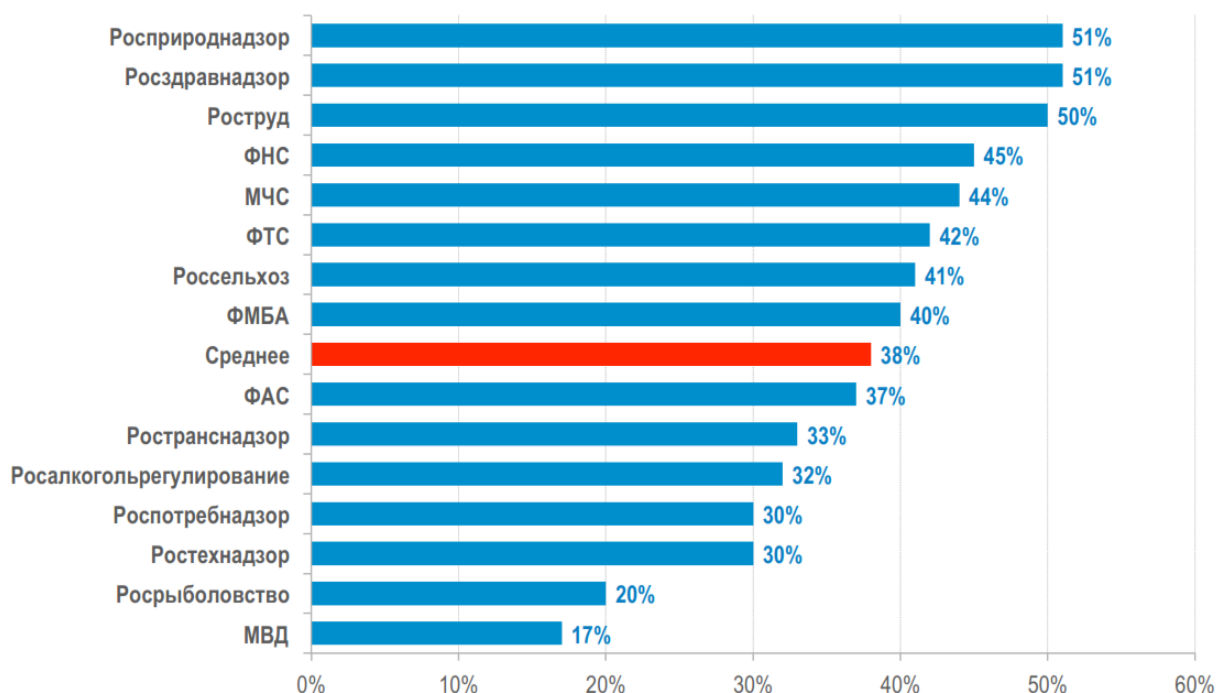


Рисунок 2. Состояние достижения заданного уровня прозрачности и понятности контроля со стороны ведомств

В отдельных случаях, порядка 25 % заявляют, что прибегали к помощи специализированных организаций для достижения положительного заключения в акте проверки. При этом 7 % респондентов отметили, что условием достижения необходимого результата было предложение данных организация об оказании услуги [4].

Результатом работы риск-ориентированного подхода, а именно устранение общих проверок подконтрольных субъектов (было выведено более 700 тыс. объектов низкой категории риска) стало достижение высоких и стабильных показателей, которые были выявлены в ходе анализа и структурирования оценки характеристик деятельности МЧС России.

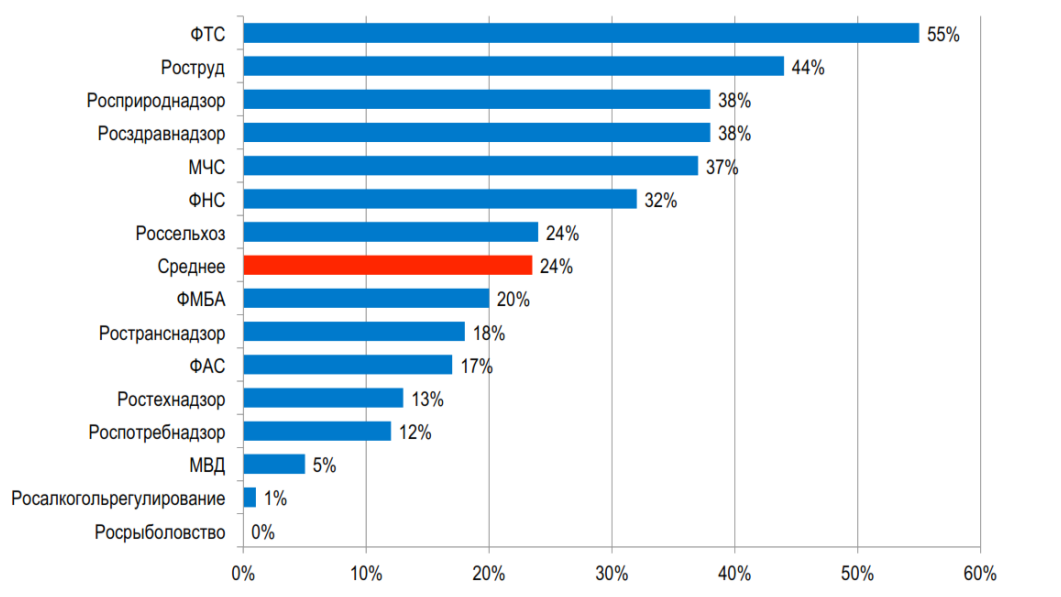


Рисунок 3. Состояние достижения заданного уровня умного контроля ведомствами

Также были переопределены основные направления контрольно-надзорной деятельности: исключены проверки субъектов малых предпринимательств и акцентировано внимание на проведение контрольных проверок на критически важных

и опасных производственных объектах, объектах обеспечения жизни и здоровья граждан, социальной сферы, образования, а также различные рекреационные и оздоровительные детские лагеря.

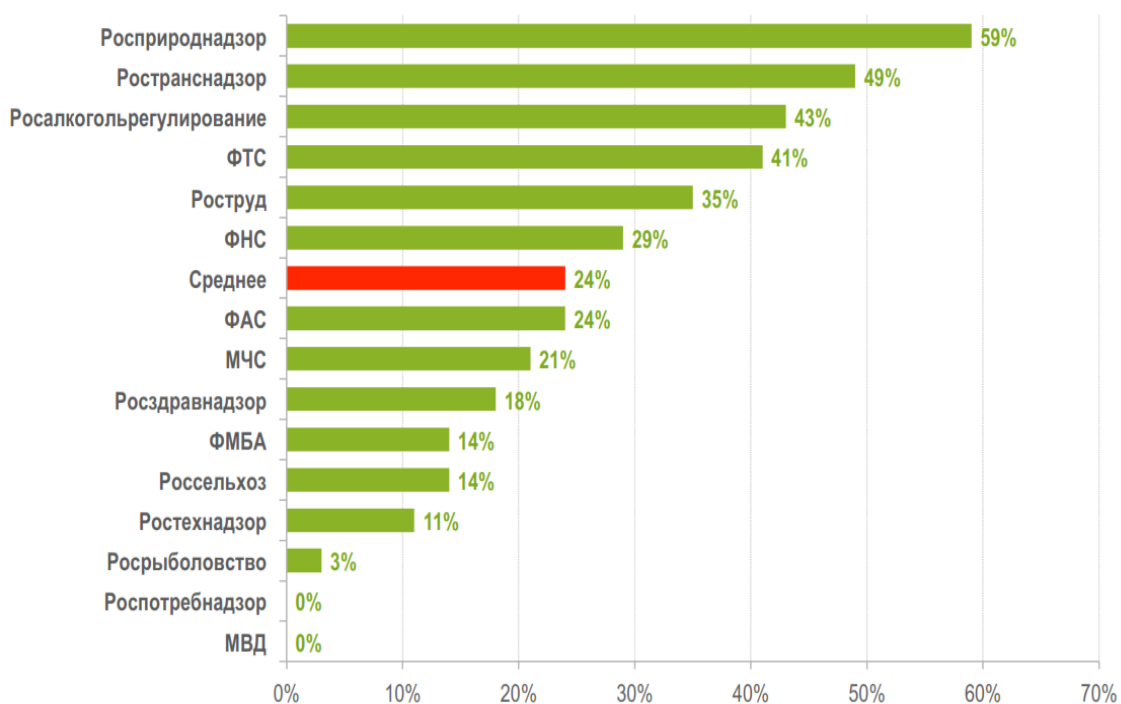


Рисунок 4. Состояние достижения заданного уровня снижения затрат для бизнеса при осуществлении контроля со стороны ведомств

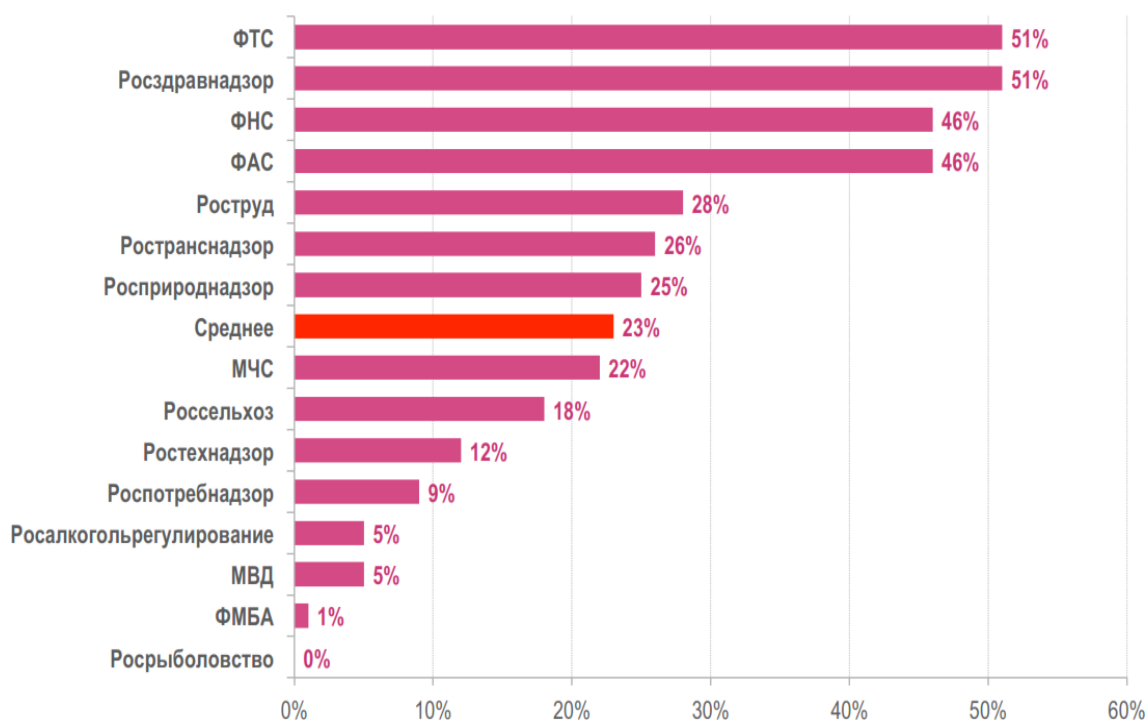


Рисунок 5. Состояние достижения заданного уровня снижения затрат для государства при осуществлении контроля со стороны ведомств

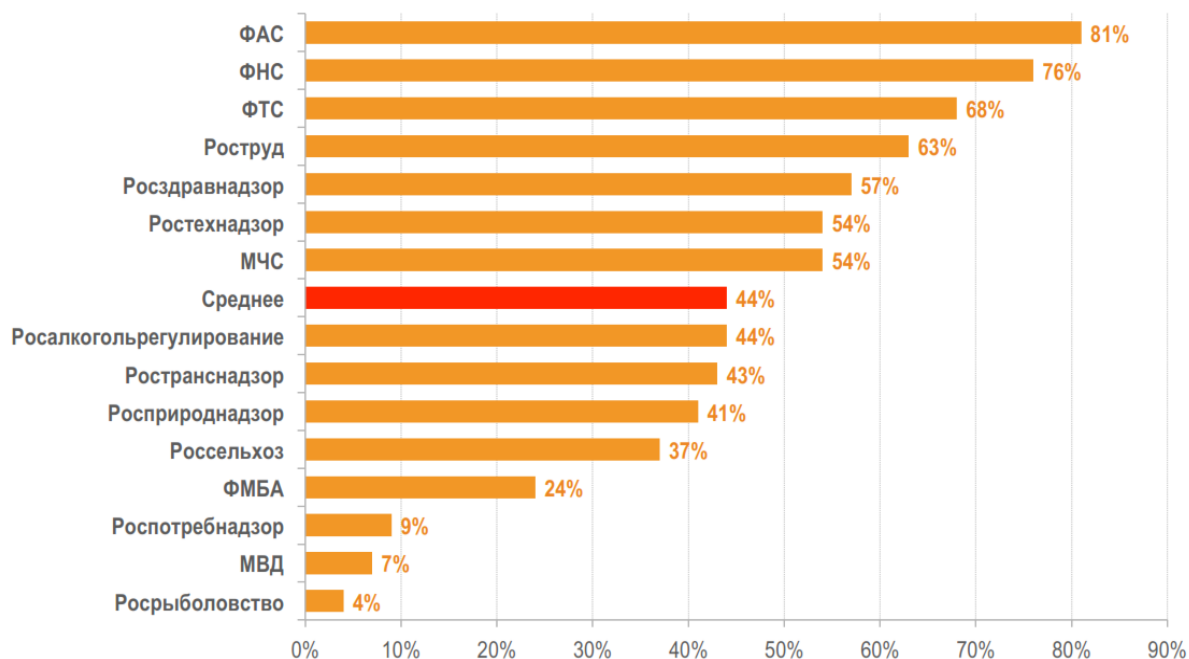


Рисунок 6. Состояние достижения заданного уровня профессионализма инспектора при осуществлении контрольно-надзорных функций

Методы убеждения и принуждения являются основными методами реализации власти по мнению многих авторов правовой литературы [5, 6].

Друг друга дополняя и заменяя два этих метода лежат в основе государственного управления, помогающие государственной администрации влиять на сознание и волю граждан.

Преимущественным методом выделяют убеждение. Основываясь на этом методе воздействия на граждан, можно добиться сознательного и добровольного следования и соблюдения законодательства Российской Федерации. Оно помогает добиться достаточного стимулирования граждан без использования насилия или угрозы его использования [5, 6].

Для достижения поставленной цели используется многообразный спектр инструментов метода убеждения, среди которых активно используется проведение организационных, воспитательных, пропагандистских, рекомендательных и иных мероприятий, объясняющих гражданам их права, обязанности и действия, а также решения государственной власти. Основная задача данных мероприятий заключается в

установлении понимания гражданами правовых отношений установления, основанных на добровольной основе, что в итоге приводит к необходимому балансу единства общества и государства.

По сравнению с принуждением, убеждение является более дешевым способом, но при этом действенность такого подхода не всегда удовлетворяет требованиям государственной власти. Существуют лица, с трудом поддающиеся убеждению и как следствие – нарушающие правовые нормы, затем несущие административную ответственность в виде наказаний. Таким образом, государство защищает права и свободы граждан, а также свои интересы.

Второй способ – принуждение – является альтернативным способом достижения защиты прав государством. Оно применяется в особых случаях, часто описываемых в юридической литературе, и является объективной необходимостью на стадии развития институтов общества и государства, а также способом обеспечения публичной власти в строгих пределах государственных органов.

Назначение данного метода помимо пресечения противоправного деяния и наказания за его совершение состоит в восстановлении социальной справедливости, предупреждении иных правонарушений, воспитательном воздействии на лиц, совершивших правонарушение.

Метод принуждения красной нитью проходит через весь процесс государственной управленческой деятельности и присутствует фактически в каждом ее элементе, являясь своеобразной основой, фундаментом для применения многих других методов.

Деятельность по осуществлению ГПН является неотъемлемой частью системы государственного принуждения, все императивные действия и акты применения права органов ГПН, начиная с проведения самой проверки и заканчивая производством по делам об административных правонарушениях, содержат обязательные элементы принуждения.

Убеждение также является одним из основных административно-правовых методов, применяемых органами ГПН, однако данный метод в отличие от принуждения не так строго регламентирован правом, в связи с чем его применение не всегда осуществляется в рамках правовых форм.

В научной среде широко распространено мнение о том, что существуют два основных метода воздействия на управляемые субъекты: убеждение и принуждение. Вместе с тем в юридической литературе говорится о наличии в этом ряду такого важного и самостоятельного метода, как поощрение.

Поощрение – это такой «способ воздействия, который через интерес, сознание направляет волю людей на совершение полезных, с точки зрения поощряющего,

дел». Особенностью этого метода является то, что лицо не обязывается, а побуждается к достижению необходимого результата.

Поощрение неразрывно связано с безусловно существующей потребностью граждан во внимании к проблематике, которой они занимаются, оценке результатов их деятельности. Это официальное признание эффективности деятельности человека и достигнутых им результатов в области выполнения социальных обязанностей, правовых норм, оказание общественного уважения за его заслуги, награждение.

Следует также отметить, что для осуществления ГПН за обеспечением пожарной безопасности населенных пунктов, несмотря на задействованный властный аппарат государственного принуждения, более характерными являются толерантные методы убеждения, дозволения и поощрения, что обусловлено спецификой субъектов надзорной деятельности и многогранностью предмета надзора. Рассматриваемые универсальные методы характерны как для всей сферы государственного управления, так и для надзорной деятельности государственных органов.

В заключение следует отметить, что необходимо продолжить работу по совершенствованию деятельности ГПН по снятию избыточных административных барьеров путем разработки и реализации однозначно трактуемых нормативных правовых актов, устанавливающих требования в обеспечении безопасности, в том числе и пожарной; устранение имеющихся противоречий в существующих законодательных актах и дублирования требований, предъявляемых к объектам контроля; упрощение процедур надзорной деятельности и повышение уровня их открытости и публичности.

Литература

1. Интернет-ресурс МЧС России. URL: www.mchs.gov.ru (01.10.2020).
2. Интернет-ресурс ВНИИПО. URL: www.vniipo.ru (01.10.2020).
3. Интернет-ресурс Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» Исследовательские проекты. URL: <https://www.hse.ru/org/projects/> (01.10.2020).
4. Игайкина И. И., Дельцова Ю. О. Состояние и перспективы развития государственного противопожарного надзора и контроля // Научное обозрение. 2018. № 2.

5. Евдокимов А. С., Надежкина Г. П. Первичные меры пожарной безопасности как вопрос местного значения: организационно-правовые проблемы // Современное право. 2020. № 4. С. 59–66.

6. Мартынов А. В. На пути совершенствования системы государственного контроля и надзора // Материалы I Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы контроля и надзора в социально-значимых сферах деятельности». Н. Новгород, 2015. С. 45–87.

References

1. Internet-resurs MChS Rossii. URL: www.mchs.gov.ru (01.10.2020).

2. Internet-resurs VNIPO. URL: www.vniipo.ru (01.10.2020).

3. Internet-resurs Nacional'nyj issledovatel'skij universitet «Vysshaja shkola jekonomiki» Issledovatel'skie proekty. URL: <https://www.hse.ru/org/projects/> (01.10.2020).

4. Igajkina I. I., Del'cova Ju. O. Sostojanie i perspektivy razvitija gosudarstvennogo protivopozharnogo nadzora i kontrolja // Nauchnoe obozrenie: jelektron. zhurn. 2018. N 2.

5. Evdokimov A. S., Nadezhkina G. P. Pervichnye меры pozharnoj bezopasnosti kak vopros mestnogo znachenija: organizacionno-pravovye problemy // Sovremennoe pravo. 2020. N 4. S. 59–66.

6. Martynov A. V. Na puti sovershenstvovanija sistemy gosudarstvennogo kontrolja i nadzora // Materialy I Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Aktual'nye voprosy kontrolja i nadzora v social'no-znachimyh sferah dejatel'nosti». N. Novgorod, 2015. S. 45–87.

УДК 699.814

yvgontarenko@gmail.com

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМАТИКИ В ОБЛАСТИ ПРОТИВОДЫМНОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

SMOKE VENTILATIONS PROBLEMS ANALYSIS

*Гонтаренко Ю. В.,
Однолько А. А., кандидат технических наук,
Воронежский государственный
технический университет, Воронеж*

*Gontarenko Y. V., Odnolko A. A.,
Voronezh State Technical University, Voronezh*

Показана актуальность совершенствования противодымной вентиляции (ПДВ). Цель: на основе анализа проблематики осуществить постановку проблемы исследования в области ПДВ. Задачи: обзор и анализ законодательных и нормативных правовых актов и документов (ЗиНПАД) в области ПДВ, рекомендаций по расчету параметров СПДВ, научных трудов в области ПДВ, определение направлений совершенствования методики расчета параметров СПДВ. В результате работы показана актуальность совершенствования расчета параметров систем ПДВ (СПДВ), приведены краткие обзоры источников в области ПДВ, сформулированы проблемы в области ПДВ, определены направления совершенствования методики расчета параметров СПДВ.

Ключевые слова: система противодымной защиты, противодымная вентиляция, дымоудаление, температура продуктов горения, толщина дымового слоя.

The relevance of improving smoke ventilation (SV) is shown. Goal: based on the analysis of the problem, to formulate the problem of research in the field of SV. Tasks: review and analysis of legislative and normative law acts and documents (LaNLAD) in the field of SV, recommendations for calculating the SVS parameters, scientific papers in the SV field, determining directions for improving the methodology for calculating the SVS parameters. As a result, the paper shows the relevance of improving the calculation of parameters of SV systems (SVS), provides brief reviews of sources in the field of SV, formulated problems in the field of SV, identified areas for improving the methodology for calculating the parameters of SVS.

Keywords: smoke protection system, smoke ventilation, smoke exhaust, temperature of combustion products, smoke layer thickness.

Актуальность. Среднее число погибших на пожаре на 100 тыс. населения в России составляет почти семь человек, что более чем в четыре раза превышает среднемировой уровень [33], причем по причине отравления токсичными продуктами горения (ПГ) при пожарах в зданиях погибает порядка 70 % [32]. В соответствии с [1] каждый объект защиты должен иметь

систему обеспечения пожарной безопасности (СОПБ), целью которой является предотвращение пожара, обеспечение безопасности людей и защита имущества при пожаре. Система включает в себя систему предотвращения пожара, систему противопожарной защиты (СППЗ), комплекс организационно-технических мероприятий по

обеспечению пожарной безопасности (ПБ).

СППЗ выполняет цель защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара (ОФП) и (или) ограничения его последствий, что обеспечивается снижением динамики нарастания ОФП, эвакуации людей и имущества в безопасную зону и (или) тушением пожара в течение времени, необходимого для достижения целей обеспечения ПБ [1]. СППЗ должны обладать надежностью и устойчивостью к воздействию ОФП в течение времени, необходимого для достижения целей обеспечения (ПБ) [1].

Одним из способов защиты людей и имущества от воздействия ОФП и (или) ограничения последствий их воздействия является система противодымной защиты (СПДЗ), чем обусловлена актуальность совершенствования методов прогнозирования динамики ОФП и, в частности, расчета параметров СПДВ.

Цель работы – на основе анализа проблематики осуществить постановку проблемы исследования в области ПДВ.

Задачи работы:

- выполнить обзор и анализ законодательных и нормативных правовых актов и документов (ЗиНПАД) в области ПДВ;
- выполнить обзор и анализ рекомендаций по расчету параметров СПДВ;
- выполнить обзор и анализ научных трудов в области ПДВ;
- определить направления совершенствования методики расчета параметров СПДВ.

Используемые методы: системный анализ, сравнение, синтез.

Результаты. Анализ нормативной базы позволяет сделать вывод о том, что основными ЗиНПАД в области ПДВ являются [1, 2, 4, 5], а также стандарты ГОСТ Р 53302–2009, ГОСТ Р 53299–2013, ГОСТ 53301–2013, ГОСТ Р 53303–2009, ГОСТ Р 53305–2009, ГОСТ Р 53296–2009, ГОСТ Р 53300–2009.

В техническом регламенте [1] введено определение СПДЗ, место СПДЗ в

СОПБ объекта защиты, задачи СПДЗ, которыми являются предотвращение или ограничение опасности задымления зданий и сооружений при пожаре, обеспечение защиты людей на путях эвакуации и в безопасных зонах от воздействия ОФП в течение времени, необходимого для эвакуации людей в безопасную зону, или всего времени развития и тушения пожара посредством удаления продуктов горения (ПГ) и термического разложения и (или) предотвращения их распространения. Согласно [1] СПДЗ должна предусматривать один или несколько из следующих способов защиты:

- 1) использование объемно-планировочных решений зданий и сооружений для борьбы с задымлением при пожаре;
- 2) использование конструктивных решений зданий и сооружений для борьбы с задымлением при пожаре;
- 3) использование приточной ПДВ для создания избыточного давления воздуха в защищаемых помещениях, тамбур-шлюзах и на лестничных клетках;
- 4) использование устройств и средств механической и естественной вытяжной ПДВ для удаления ПГ и термического разложения [1].

Приведены общие требования к приводу исполнительных механизмов СПДЗ, устройству общих систем для защиты помещений с различными классами функциональной пожарной опасности, конструктивному исполнению и характеристикам элементов, оборудованию СПДЗ, фактическим значениям параметров СПДЗ (в том числе пределы огнестойкости и сопротивления дымогазопроницанию), условия взаимодействия СПДЗ с автоматическими установками пожаротушения, пожарной сигнализации, системам общеобменной и технологической вентиляции и кондиционирования воздуха.

Свод правил [2] содержит термины и определения ПДВ, СПДВ, элементов СПДЗ, пожарно-технические характеристики конструкций и оборудования систем

общеобменной вентиляции, местных отсосов, воздушного отопления и кондиционирования в зданиях различного назначения, необходимые для обеспечения комплексной безопасности (техногенной, экологической, санитарно-гигиенической и пожарной безопасности); требования для устройства общих систем вентиляции, в том числе требования к устройству общих приемных устройств наружного воздуха для систем вентиляции; требования к категории по взрывопожарной и пожарной опасности помещений для вентиляционного оборудования вытяжных и приточных систем общеобменной вентиляции и местных отсосов, размещению таких помещений, их ограждающим конструкциям; требования для обеспечения предотвращения ПГ при пожаре в помещениях различных этажей по воздуховодам систем общеобменной вентиляции, воздушного отопления и кондиционирования, к противопожарным клапанам, воздушным затворам, воздуховодам, вентиляционным каналам, их конструкциям и материалам, а также огнестойкости; приведены условия прокладки транзитных воздуховодов и коллекторов систем любого назначения.

Приведены требования к устройству СПДВ с естественным и механическим побуждением, номенклатура задний и помещений, подлежащих устройству, указанных систем; приведены критерии зависимости расчета расхода ПГ, удаляемых СПДВ, и расхода наружного воздуха СПДВ; приведены условия совместного действия приточной и вытяжной СПДВ; требования к устройству дымоприемных устройств в коридорах прямолинейной, угловой и кольцевой конфигурациях, дымовых зон помещений; приведены составы оборудования СПДВ, требования к этому оборудованию, решения по выбросу ПГ; условия определения параметров СПДВ, использования СПДВ, совмещенных с системами общеобменной вентиляции; требования к управлению исполнительными элементами оборудования СПДВ; требова-

ния к объемно-планировочным и конструктивным решениям, в частности требования к ограждающим строительным конструкциям помещений для вентиляционного оборудования, приведены типовые решения к поэтажным переходам через наружную воздушную зону незадымляемых лестничных клеток типа Н1, требования к устройству естественного проветривания коридоров при пожаре, компенсирующей подачи наружного воздуха СПДВ.

Свод правил [4] устанавливает требования к системам вентиляции, кондиционирования, оборудованию и иным элементам этих систем, размещению такого оборудования и помещениям для него, для обеспечения комплексной безопасности зданий, учитывая функциональное назначение помещений, класс функциональной пожарной опасности помещений жилых, общественных и административно-бытовых зданий, категорию по взрывопожарной и пожарной опасности производственных помещений, заданные параметры микроклимата, размещение приемных устройств наружного воздуха, возможность применения рециркуляции воздуха, режим и одновременность работы систем, организацию воздухообмена, выброс воздуха в атмосферу; требования к энергосбережению системами вентиляции и кондиционирования воздуха, электроснабжению и автоматизации, водоснабжению и канализации таких систем, а также требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям, методику расчета расхода и температуры приточного воздуха в центральных системах вентиляции и кондиционирования воздуха.

В своде правил [5] представлены климатические параметры, которые применяются при расчете параметров СПДВ, в частности температуру наружного воздуха для теплого и холодного периодов года, скорость ветра.

В стандартах ГОСТ Р 53302–2009, ГОСТ Р 53299–2013, ГОСТ 53301–2013, ГОСТ Р 53303–2009, ГОСТ Р 53305–2009, ГОСТ Р 53296–2009, ГОСТ Р 53300–2009

приведены положения необходимые для оценки технического состояния СПДВ, в частности методы испытания на огнестойкость вентиляторов, предназначенных для применения в СПДВ, элементов конструкций, таких как воздуховоды (вентиляционные каналы), противопожарные нормально открытые и нормально закрытые клапаны, дымовые клапаны, противопожарные клапаны двойного действия; дымовые люки, противодымные экраны, методы испытания на дымогазопроницаемость дверей и ворот, требования пожарной безопасности к пассажирским лифтам, имеющим режим работы «перевозка пожарных подразделений», порядок и периодичность проведения приемосдаточных и периодических испытаний СПДВ зданий и сооружений различного назначения.

В настоящее время на практике при расчете параметров СПДВ используются рекомендации [6, 7].

Рекомендации [6] регламентируют основные зависимости для расчета параметров СПДВ зданий различного назначения, в то время как рекомендации [7] предназначены для расчета параметров СПДВ жилых и общественных зданий.

Значительный вклад в развитие математического моделирования пожаров, прогнозирования ОФП, термодинамики, теплопередачи, тепломассопереноса, теплообмена из отечественных исследователей внесли В. М. Астапенко, М. П. Башкирцев, Г. Н. Валеев, В. М. Есин, Ю. С. Зотов, М. А. Михеев, И. С. Молчадский, С. В. Пузач, А. М. Рыжов, М. П. Стецовский [11–13, 15, 16, 18–20, 22–26, 29]. Результаты перечисленных трудов применяются в рекомендациях [6, 7].

Рассмотрим зависимости, используемые при расчете параметров СПДВ.

Расчет параметров СПДВ основывается на уравнениях математических моделей пожара. Описание решений указанных уравнений, а также изложение сущности зонного и полевого методов математического моделирования проведено Ю. А. Кошмаровым [19]. В частности, в

указанном источнике [19] приведены зависимости определения распределения давлений и перепадов этих давлений по высоте помещения, формулы определения для расчета выбрасываемых ПГ и поступающего воздуха через прямоугольные проемы и т. д. Ряд уравнений, приведенных в [19], используются в современных рекомендациях [6, 7], так, располагаемый перепад давления (разность давлений внутри помещения и вне его на уровне проема дымоудаления) $\Delta P_{РАСП}$, Па, в рекомендациях [6, 7] определяют по формуле:

$$\Delta P_{РАСП} = g(\rho_H - \rho_{ПГ})(H - Z), \quad (1)$$

где g — ускорение свободного падения, m/s^2 , ρ_H — плотность наружного воздуха, kg/m^3 , $\rho_{ПГ}$ — плотность ПГ, kg/m^3 , H — высота помещения от пола до места выброса ПГ, м, Z — высота незадымленной зоны, м.

Удельное критическое количество пожарной нагрузки, $g_{ккр}$, kg/m^2 , определяется следующей зависимостью [6, 20, 23]:

$$g_{ккр} = \frac{4500 \cdot П^3}{1 + 500 \cdot П^3} + \frac{V^{1/3}}{6 \cdot V_0}, \quad (2)$$

где $g_{ккр}$ — удельное критическое количество пожарной нагрузки, kg/m^2 ; $П$ — проемность помещения, $m^{1/2}$; V_0 — удельное количество воздуха, необходимое для полного сгорания пожарной нагрузки помещения, m^3/kg .

Полное давление снаружи здания $P_{НАР}$, Па, определяют по формуле [11]:

$$P_{НАР} = P_{НО} - g \rho_{НУ}, \quad (3)$$

где $P_{НО}$ — давление снаружи здания на нулевом уровне, Па; g — ускорение свободного падения, m/s^2 ; ρ_H — плотность наружного воздуха, kg/m^3 ; y — вертикальная координата рассматриваемой точки (расстояние от уровня пола до рассматриваемого уровня), м.

Максимальная среднеобъемная температура в горящем помещении, K , при пожаре, регулируемой нагрузкой (ПРН), определяется по формуле [6, 7, 11]:

$$T_{0\max} = T_B + 224g_k^{0,528}, \quad (4)$$

где T_B — температура внутреннего воздуха, К; g_k — удельная приведенная пожарная нагрузка, кг/м².

Максимальная среднеобъемная температура в горящем помещении, К, при пожаре, регулируемом вентиляцией (ПРВ), определяется по [6, 7, 11]:

$$T_{0\max} = T_B + 940 \cdot \exp(0,0047 \cdot g_0 - 0,141), \quad (5)$$

g_0 — удельная приведенная пожарная нагрузка, отнесенная к площади пола помещения, кг/м².

Температуру газов, поступающих из горящего помещения в коридор, T_0 , К, определяют по [6, 7, 23]:

$$T_0 = 0,8 \cdot T_{0\max}, \quad (6)$$

где $T_{0\max}$ — максимальная среднеобъемная температура в горящем помещении.

Отметим, что в основе определения скорости воздуха, подаваемого системами приточной ПДВ, расхода ПГ из помещения очага пожара в поэтажный коридор, температуры ПГ, выходящих из очага пожара в коридор, давления на первом этаже лестничной клетки лежат результаты работ [12, 29], используемых при разработке рекомендаций [9].

В работах В. М. Есина, С. П. Калмыкова [13–15] приведены результаты исследований моделирования процессов тепло- и массопереноса при работе СПДВ, совершенствованием существующих методик расчета параметров вентиляционных систем, в частности определения среднеобъемных параметров газовой среды при пожаре в помещении, влияния различных параметров на определение температуры удаляемых ПГ и их массового расхода, оказывающих влияние на эффективность ПДВ, работы импульсной ПДВ.

Вопросами совершенствования методики расчета параметров СПДВ, методов

выбора сечений воздухопроводов и вопросами разработки методики аэродинамического расчета СПДВ также занимались В. В. Мамаев, М. Н. Бубела [21].

Разработкой аналитических методов определения токсичных ПГ и термического разложения в помещении, параметров вертикального профиля температуры в смежном с очагом пожара помещении, динамики и критической продолжительности пожара при линейном распространении пожара, распределение давлений газовых сред в помещениях на основе моделирования процессов тепло- и массопереноса занимались М. Ю. Овсянников, С. П. Калмыков [13–15, 24].

С. В. Пузач внес значительный вклад в исследование особенностей термогазодинамической картины пожара в высоких помещениях, факторов и явлений, снижающих эффективность системы дымоудаления и модификацией зонной модели расчета термогазодинамики пожара в помещении занимались, в частности, учет формы конвективной колонки, возникновения явления «поддува», скорости опускания нижней границы припотолочного дымового слоя, особенностей расчета массовых расходов вытяжной и приточной ПДВ и их влияние на высоту незадымляемой зоны, особенностей теплообмена в помещениях со сложной геометрией [25].

Таковыми задачами, как разработка расчетного метода количественной оценки эффективности функционирования противодымной защиты многоэтажных зданий занимался С. П. Смирнов [28].

Следует отметить работы А. В. Карпова, В. М. Казеннова, посвященные моделированию процессов тепло- и массопереноса в припотолочной струе ПГ на начальной стадии пожара в помещении и методам расчета теплообмена [17, 18], работы И. А. Хурина, С. В. Колмогорова, посвященные особенностям проектирования механических систем компенсации дымоудаления и учету степени изменения объемного расхода системы дымоудаления в зависимости от температуры перемещаемой

среды [30], работы М. Ю. Цыбульской о влиянии высоты расположения дымоприемного устройства на эффективность ПДВ [31], а также ряд других работ в этой области [10, 27].

Из зарубежных источников в этой области следует отметить труды D. D. Drysdale, J. A. Milke, J. H. Klote, G. D. Lougheed, H. P. Morgan, M. Law, G. Haskestad, T. Yamana, T. Tanaka, которые, в частности, внесли вклад в создание стандарта национальной ассоциации противопожарной защиты [40], содержащего положения по устройству СПДВ в торговых центрах, атриумах и больших пространствах.

D. D. Drysdale является автором научных трудов, посвященных исследованию процессов теплопередачи, распространения пламени, формирования, состава и движения ПГ [34].

Работы J. A. Milke, J. H. Klote посвящены разработке и обзору систем управления дымом для защиты лестничных клеток, лифтов, больших пространств зданий, зональному контролю дыма, а также исследованию скорости выделения тепла, токсичности дыма, естественной вентиляции атриумов, явления plugholing, толщины дымового слоя в атриума [38].

H. P. Morgan, G. D. Lougheed, M. Law, G. Haskestad, T. Yamana, T. Tanaka

$$T_{\text{ПГ}} = T_B + \frac{1,22 \cdot (T_0 - T_B) \cdot \left(2h_d + \frac{F_{\text{кор}}}{l_{\text{кор}}}\right)}{l_{\text{кор}}} \cdot \left(1 - \exp\left(\frac{-0,58 \cdot l_{\text{кор}}}{2 \cdot h_d + \frac{F_{\text{кор}}}{l_{\text{кор}}}}\right)\right), \quad (8)$$

где T_0 — температура газов, поступающих из горящего помещения в коридор, К; T_B — температура внутреннего воздуха, К; h_d — предельная толщина дымового слоя, м; $F_{\text{кор}}$ — площадь коридора, м²; $l_{\text{кор}}$ — длина коридора, м.

Проблемой определения температуры ПГ, удаляемых из помещений смежных с горящим, в частности, неполного участия в теплообмене ограждающих конструкций коридора при пожаре, занимались В. М. Есин и С. П. Калмыков [14, 15].

занимались исследованием методов контроля дыма в закрытых торговых комплексах, потока ПГ в атриумах, подходам к проектированию СПДВ в атриумных зданиях [34–37, 39, 41].

Значительные изменения в расчете параметров СПДВ связаны с вступлением в силу свода правил [3], согласно которому значение температуры удаляемых ПГ не допускается принимать фиксированным, как это было ранее, а требуется определять расчетным путем.

Таким образом, в рекомендациях [6, 8] появляются зависимости определения температуры ПГ.

Для горящих помещений температура ПГ определяется согласно [6, 8]:

$$T_{\text{ПГ}} = \frac{Q_K}{c_p G_y + \alpha(F_{\text{пом}} + L_{\text{ок}}(H-Z))} + T_B, \quad (7)$$

где Q_K — конвективная составляющая мощности очага пожара, кВт; T_B — температура внутреннего воздуха, К; c_p — удельная изобарная теплоемкость воздуха и ПГ, кДж/(кг·К); α — коэффициент теплоотдачи от ПГ к ограждающим конструкциям, кВт/(м²·К).

Для помещений смежных с горящим температура ПГ определяется согласно [6, 8]:

Следует отметить, что температура ПГ, удаляемых из коридора, является параметром, который влияет на производительность вентилятора дымоудаления. В результате исследования [14] подтверждено предположение о влиянии расположения дымовых клапанов относительно дверных проемов помещений очага пожара на температуру дымовых газов, удаляемых из коридора и в работе [15] получены зависимости температуры удаляемого из коридора

этажа пожара дыма от расстояния от дымового клапана до двери помещения с очагом пожара для различных конфигураций коридоров, которые в последствии учтены только в рекомендациях [7].

Температура ПГ, удаляемых из коридоров прямолинейной конфигурации жилых и общественных зданий, определяется зависимостью [7, 15]:

$$T_{\text{ПГ}} = (0,0368x^2 - 3,9258x + 119,81) + T_{\text{В}} + \frac{1,22 \cdot (T_0 - T_{\text{В}}) \cdot (2 \cdot h_{\text{Д}} + \frac{F_{\text{КОР}}}{I_{\text{КОР}}})}{I_{\text{КОР}}} \cdot \left(1 - \exp\left(\frac{-0,58 \cdot I_{\text{КОР}}}{2 \cdot h_{\text{Д}} + \frac{F_{\text{КОР}}}{I_{\text{КОР}}}}\right) \right), \quad (9)$$

где x — расстояние от помещения с очагом пожара до дымового клапана.

Температура ПГ, удаляемых из коридоров угловой конфигурации жилых и общественных зданий, определяется зависимостью [7, 15]:

$$T_{\text{ПГ}} = (-0,0488x^2 - 0,8243x + 77,346) + T_{\text{В}} + \frac{1,22 \cdot (T_0 - T_{\text{В}}) \cdot (2 \cdot h_{\text{Д}} + \frac{F_{\text{КОР}}}{I_{\text{КОР}}})}{I_{\text{КОР}}} \cdot \left(1 - \exp\left(\frac{-0,58 \cdot I_{\text{КОР}}}{2 \cdot h_{\text{Д}} + \frac{F_{\text{КОР}}}{I_{\text{КОР}}}}\right) \right). \quad (10)$$

Температура ПГ, удаляемых из коридоров кольцевой конфигурации жилых и общественных зданий, определяется зависимостью [7, 15]:

$$T_{\text{ПГ}} = (0,0067x^2 - 4,3122x + 88,453) + T_{\text{В}} + \frac{1,22 \cdot (T_0 - T_{\text{В}}) \cdot (2 \cdot h_{\text{Д}} + \frac{F_{\text{КОР}}}{I_{\text{КОР}}})}{I_{\text{КОР}}} \cdot \left(1 - \exp\left(\frac{-0,58 \cdot I_{\text{КОР}}}{2 \cdot h_{\text{Д}} + \frac{F_{\text{КОР}}}{I_{\text{КОР}}}}\right) \right). \quad (11)$$

Стоит отметить, что указанные выше ЗиНПАД [1–5] не содержат методики расчета параметров СПДВ и не устанавливают конкретные рекомендации по расчету указанных параметров, а лишь указывают, что расчеты могут быть выполнены в соответствии с [6] или на основе других методических пособий, не противоречащих требованиям [2].

Рекомендации [6] содержат ряд зависимостей для определения параметров различных систем, не имеющих выраженного алгоритма, последовательности и разъяснений, достаточных для инженерного применения.

Рекомендации [7] имеют порядок расчета более удобный для применения в инженерных целях, но не учитывают некоторых положений, приведенных в рекомендациях [6]. Так, в частности, в [7] не учтены условия определения толщины дымового слоя, методики определения величины приведенной пожарной нагрузки с ее критическим значением и, таким образом,

определения вида пожара, от которого будет зависеть выбор зависимости определения максимальной среднеобъемной температуры в горящем помещении, которые имеются в рекомендациях [6].

Несмотря на значительные достижения, приоритетными направлениями совершенствования ПДЗ являются модернизация существующих методик расчета параметров вентиляционных систем, исследования определения среднеобъемных параметров газовой среды при пожаре в помещении и влияния различных факторов на эффективность СПДВ.

В рекомендациях [6, 7] применяются допущения, на наш взгляд, не всегда достаточно обоснованные, такие как: определение температуры газов, поступающих из горящего помещения в коридор, определяемых по формуле (6), определение предельной толщины дымового слоя из условия:

$$0,5 \leq h_{\text{Д}} / H \leq 0,6, \quad (12)$$

где H – высота коридора, м.

Таким образом, на основе обзора и анализа источников можно сформулировать следующие выводы:

– ЗиНПАД в области ПДВ не содержат указаний по применению конкретных рекомендаций по расчету параметров СПДВ;

– существующие методики расчета параметров СПДВ разобщены, отсутствует обобщенная методика расчета параметров СПДВ;

– нуждается в дополнительном научном обосновании порядок расчета температуры ПГ, определение предельной толщины дымового слоя.

В связи с этим, одними из приоритетных направлений работы по совершенствованию расчета параметров СПДВ являются:

– разработка обобщенной методики расчета параметров СПДВ, объединяющая наиболее проработанные позиции существующих методик и доведенная до уровня, достаточного для инженерного применения;

– совершенствование расчета температуры ПГ на всем пути их движения — от помещения очага пожара до выбросного отверстия, что позволит значительно увеличить точность расчета параметров СПДВ.

Литература

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (дата обращения 26.06.2020).
2. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности (утв. и введен в действие Приказом МЧС России от 21.02.2013 № 116). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200098833> (дата обращения 26.06.2020).
3. СП 7.13130.2009 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071150> (дата обращения 26.06.2020).
4. СП 60.13.330.2012 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003» (ред. от 22.01.2019). URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054205> (дата обращения 26.06.2020).
5. СП 131.13330.2018 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология». URL: <http://docs.cntd.ru/document/554402860> (дата обращения 26.06.2020).
6. Методические рекомендации к СП 7.131130.2013 «Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий». М., 2013. 58 с.
7. Рекомендации АВОК 5.5.1-2018 «Расчет параметров систем противодымной защиты жилых и общественных зданий» // ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», 2018. 68 с.
8. Методические рекомендации «Расчетное определение основных параметров противодымной вентиляции зданий». М., 2008. 56 с.
9. Рекомендации по расчету систем противодымной защиты зданий различного назначения. М., 1983. 35 с.
10. Асминин В. Ф., Васюков Г. В., Однолько А. А. Проблемы и опыт обеспечения пожарной безопасности проектов строительства // Строительство и архитектура. 2009. № 1 (13). С. 133–137.
11. Астапенко В. М., Кошмаров Ю. А., Молчадский И. С., Шевляков А. Н. Термогазодинамика пожаров в помещении. М., 1988. 447 с.
12. Валеев Г. Н., Есин В. М., Ерофеев А. Н. Экспериментальное исследование температурных режимов в помещениях на этаже пожара // Огнестойкость строительных конструкций: сб. науч. тр. М., 1981. С. 50–57.
13. Есин В. М., Калмыков С. П. Сравнение методик расчета требуемых параметров вентиляционных систем противодымной защиты многоэтажных зданий // Пожаровзрывобезопасность. 2014. Т. 23, № 6. С. 47–52.
14. Есин В. М., Калмыков С. П. К вопросу расчета температуры продуктов горения, удаляемых из коридоров зданий // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 25, № 1. С. 47–53.
15. Есин В. М., Калмыков С. П., Цыбульская М. Ю. Влияние расстояния от клапана дымоудаления до двери помещения с очагом пожара на температуру удаляемых из коридора продуктов горения // АВОК: вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика, 2018. № 5. С. 54–67.
16. Зотов Ю. С. Процесс задымления помещений при пожаре и разработка метода расчета необходимого времени эвакуации людей: дис. канд. техн. наук. М., 1990. 277 с.

17. Казеннов В. М. Методы расчета тепломассообмена при пожаре для обоснования объемно-планировочных решений зданий и сооружений: дис. канд. техн. наук. М., 2003. 162 с.
18. Карпов А. В., Рыжов А. М. Полевое моделирование тепло- и массопереноса в припотолочной струе продуктов горения над нестационарными очагами пожара // Пожаровзрывобезопасность. 2001. Т. 10, № 3. С. 17–24.
19. Кошмаров Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении. М., 2000. 118 с.
20. Кошмаров Ю. А., Башкирцев М. П. Термодинамика и теплопередача в пожарном деле. М., 1987. 443 с.
21. Мамаев В. В., Бубела М. Н. Обеспечение эффективной работы систем дымоудаления в зданиях и сооружениях на этапе проектирования // Вестник Института гражданской защиты Донбасса. 2016. № 1 (5). С. 27–37.
22. Михеев М. А. Основы теплопередачи. М., 1956. 392 с.
23. Молчадский И. С. Пожар в помещении. М., 2005. 456 с.
24. Овсянников М. Ю. Исследование развития пожара в двух смежных помещениях при работе противодымной вентиляции для обоснования объемно-планировочных решений зданий и сооружений: дис. канд. техн. наук. М., 2004. 212 с.
25. Пузач С. В., Тунг Д. Т., Хай Н. Т. Снижение эффективности системы дымоудаления с искусственным побуждением при возникновении «поддува» // Пожаровзрывобезопасность. 2015. Т. 24, № 5. С. 54–60.
26. Рыжов А. М. Дифференциальный (полевой) метод моделирования пожаров // Моделирование пожаров и взрывов. М., 2000. С. 25–88.
27. Ситников И. В., Колодяжный С. А., Однолько А. А. Экспериментальное исследование и моделирование динамики удельной массовой скорости выгорания жидкости в условиях функционирования противодымной вентиляции // Строительство и архитектура. 2014. № 3 (35). С. 149–157.
28. Смирнов С. П. Эффективность функционирования при пожаре отдельной противопожарной системы: на примере противодымной защиты многоэтажных зданий: дис. канд. техн. наук. М., 1997. С. 339.
29. Стецовский М. П. Исследование теплогазообмена на этаже пожара и определение некоторых параметров для расчета вентиляционных систем противодымной защиты жилых зданий: дис. канд. техн. наук. М., 1976. 198 с.
30. Хурин И. А., Колмогоров С. В. Особенности проектирования механических систем компенсации дымоудаления // В сб.: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительные технологии сборник статей. Самара, 2017. С. 384–386.
31. Цыбульская М. Ю. Влияние высоты расположения дымоприемного устройства в коридорах различной конфигурации на эффективность противодымной вентиляции // Технологии техносферной безопасности. 2016. № 6 (70).
32. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году / под общ. ред. Д. М. Гордиенко. М., 2019. 125 с.
33. Brushlinsky N. N., Ahrens M., Sokolov S. V., Wagner P. World fire statistic 2020. Report № 25 // Center of Fire Statistic of CTIF. URL: https://www.ctif.org/sites/default/files/news_files/2020-06/CTIF_Report25.pdf (дата обращения 26.06.2020).
34. Drysdale D. D. An Introduction of Fire Dynamics // John Wiley & Sons, New York, 1985.
35. Heskestad G. Inflow of Air Required at Wall and Ceiling Apertures to Prevent Escape of Fire Smoke // FMRC J.I. 0Q4E4.RU, Factory Mutual Research Corporation, July, 1989.
36. Law M. A Note on Smoke Plumes from Fires in Multilevel Shopping Malls // Fire Safety Journal 10, 1986. P. 197.
37. Loughheed G. D., Hadjisophocleous G. V. Investigation of Atrium Smoke Exhaust Effectiveness // ASHRAE Transactions, 1997. PP. 1–15.
38. Milke J., Klote J. Smoke Management in Large Spaces in Buildings // Building Control Commission, Melbourne, Australia, July, 1998.
39. Morgan H. P. Smoke Control Methods in Enclosed Shopping Complexes of One or More Storeys: A Design Summary // Building Research Establishment, 1979.
40. NFPA 92B. Standard for Smoke Management Systems in Malls, Atria and Large Spaces, 2009.
41. Yamana T., Tanaka T. Smoke Control in Large Scale Spaces // Fire Science and Technology, 1985. P. 41.

References

1. Tekhnicheskii reglament o trebovaniikh požarnoi bezopasnosti: feder. zakon ot 22.07.2008 N 123-FZ (ред. от 27.12.2018). URL: <http://docs.cntd.ru/document/902111644> (data obrashcheniia 26.06.2020).
2. SP 7.13130.2013 «Otopleniia, ventilatciia i konditcionirovanie. Trebovaniia požarnoi bezopasnosti (utv. i vveden v deistvie Priказom MCHS Rossii ot 21.02.2013 N 116). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200098833> (data obrashcheniia 26.06.2020).

3. SP 7.13130.2009 Otoplenie, ventilatsiia i konditsionirovanie. Protivopozharnye trebovaniia URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071150> (data obrashcheniia 26.06.2020).
4. SP 60.13.330.2012. «Otoplenie, ventilatsiia i konditsionirovanie vozdukha. Aktualizirovannaia redaktsiia SNiP 41-01-2003» (red. ot 22.01.2019). URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054205> (data obrashcheniia 26.06.2020).
5. SP 131.13330.2018. «SNiP 23-01-99* Stroitelnaia klimatologiiia». URL: <http://docs.cntd.ru/document/554402860> (data obrashcheniia 26.06.2020).
6. Metodicheskie rekomendatsii k SP 7.131130.2013 «Raschetnoe opredelenie osnovnykh parametrov protivodymnoi ventilatsii zdanii». M., 2013. 58 s.
7. Rekomendatsii AVOK 5.5.1–2018 «Raschet parametrov sistem protivodymnoi zashchity zhylykh I obshchestvennykh zdanii» // OOO IIP «AVOK-PRESS». 2018. 68 s.
8. Metodicheskie rekomendatsii «Raschetnoe opredelenie osnovnykh parametrov protivodymnoi ventilatsii zdanii». M., 2008. 56 s.
9. Rekomendatsii po raschetu cistem protivodymnoi zashchity zdanii razlichnogo naznacheniiia. M., 1983. 35 s.
10. Asminin V. F., Vasiukov G. V., Odnolko A. A. Problemy i opyt obespecheniia pozharnoi bezopasnosti proektov stroitelstva // Stroitelstvo i arkhitektura. 2009. №1 (13). S. 133–137.
11. Astapenko V. M., Koshmarov Iu. A., Molchadskii I. S., Shevliakov A. N. Termogazodinamika pozharov v pomeshchenii. M., 1988. 447 s.
12. Valeev G. N., Esin V. M., Erofeev A. N. Eksperimentalnoe issledovanie temperaturnykh rezhimov v pomeshcheniakh na etazhe pozhara // V kn.: Ognestoikost stroitelnykh konstruktsii: sb. nauch. tr. M., 1981. C. 50–57.
13. Esin V. M., Kalmykov S. P. Sravnenie metodik rascheta trebuemykh parametrov ventilatsionnykh sistem protivodymnoi zashchity mnogoetazhnykh zdanii // Pozharovzryvobezopasnost. 2014. T. 23, № 6. S. 47–52.
14. Esin V. M., Kalmykov S. P. K voprosu rascheta temperatury produktov goreniia, udaliaemykh iz koridorov zdanii // Pozharovzryvobezopasnost. 2016. T. 25, № 1. S. 47–53.
15. Esin V. M., Kalmykov S. P., Tcybul'skaia M. Iu. Vliianie rasstoianiiia ot klapans dymoudaleniiia do dveri pomeshcheniia s ochagom pozhara na temperaturu udaliaemykh iz koridora produktov goreniia // AVOK: ventilatsiia, otoplenie, konditsionirovanie vozdukha, teplosnabzhenie i stroitelnaia teplofizika. 2018. № 5. S. 54–67.
16. Zotov Iu. S. Protseess zadymleniia pomeshchenii pri pozhare i razrabotka metoda rascheta neobkhdimogo vremeni evakuatsii liudei: dis. kand. tekhn. nauk. M., 1990. 277 s.
17. Kazennov V. M. Metody rascheta teplomassoobmena pri pozhare dlia obosnovaniia obemno-planirovochnykh reshenii zdanii i sooruzhenii: dis. kand. tekhd. nauk. M., 2003. 162 s.
18. Karpov A. V., Ryzhov A. M. Polevoe modelirovanie teplo- i massoperenosa v pripotolochnoi strue produktov goreniia nad nestatsionarnymi ochagami pozhara // Pozharovzryvobezopasnost. 2001. T. 10, № 3. S. 17–24.
19. Koshmarov Iu. A. Prognozirovanie opasnykh faktorov pozhara v pomeshchenii. M., 2000. 118 s.
20. Koshmarov Iu. A., Bashkirtcev M. P. Termodinamika i teploperedacha v pozharom dele. M., 1987. 443 s.
21. Mamaev V. V., Bubela M. N. Obespechenie effektivnoi raboty sistem dymoudaleniiia v zdaniakh i sooruzheniakh na etape proektirovaniia // Vestnik Instituta grazhdanskoi zashchity Donbassa, 2016. № 1 (5). S. 27–37.
22. Mikheev M. A. Osnovy teploperedachi. M., 1956. 392 s.
23. Molchadskii I. S. Pozhar v pomeshchenii. M., 2005. 456 s.
24. Ovsianikov M. Iu. Issledovanie razvitiia pozhara v dvukh smezhnykh pomeshcheniakh pri rabote protivodymnoi ventilatsii dlia obosnovaniia obemno-planirovochnykh reshenii zdanii i sooruzhenii: dis. kand. tekhd. Nauk. M., 2004. 212 s.
25. Puzach S. V., Tung D. T., Khai N. T. Snizhenie effektivnosti sistemy dymoudaleniiia s iskusstvennym pobuzhdeniem pri vozniknovenii «podduva» // Pozharovzryvobezopasnost. 2015. T. 24, № 5. S. 54–60.
26. Ryzhov A. M. Differentsialnyi (polevoi) metod modelirovaniia pozharov // Modelirovanie pozharov i vzryvov. M., 2000. S. 25–88.
27. Sitnikov I. V., Kolodiazhyi S. A., Odnolko A. A. Eksperimentalnoe issledovanie i modelirovanie dinamiki udelnoi massovoi skorosti vygoraniia zhidkosti v usloviakh funktsionirovaniia protivodymnoi ventilatsii // Stroitelstvo i arkhitektura. 2014. № 3 (35). S. 149–157.
28. Smirnov S. P. Effektivnost funktsionirovaniia pri pozhare otdelnoi protivopozharnoi sistemy: na primere protivodymnoi zashchity mnogoetazhnykh zdanii: dis. kand. tekhd. nauk. M., 1997. S. 212.
29. Stetcovskii M. P. Issledovanie teplogazoobmena na etazhe pozhara i opredelenie nekotorykh parametrov dlia rascheta ventilatsionnykh sistem protivodymnoi zashchity zhylykh zdanii: dis. kand. tekhd. Nauk. M., 1976. 198 s.
30. Khurin I. A., Kolmogorov S. V. Osobennosti proektirovaniia mekhanicheskikh sistem kompensatsii dymoudaleniiia // Traditsii i innovatsii v stroitelstve i arkhitekture. Stroitelnye tekhnologii sbornik statei. Samara, 2017. S. 384–386.

31. Tcibulskaia M. Iu. Vliianie vysoty raspolozheniia dymopriemnogo ustroistva v koridorakh razlichnoi konfiguratsii na effektivnost protivodymnoi ventilatsii // *Tekhnologii tekhnosfernoi bezopasnosti*. 2016. № 6 (70).
32. Pozhary i pozharnaia bezopasnost v 2018 godu / pod obshch. red. D. M. Gordienko. M., 2019. 125 s.
33. Brushlinsky N. N., Ahrens M., Sokolov S. V., Wagner P. World fire statistic 2020. Report № 25 // Center of Fire Statistic of CTIF. URL: https://www.ctif.org/sites/default/files/news_files/2020-06/CTIF_Report25.pdf (дата обращения 26.06.2020).
34. Drysdale D. D. *An Introduction of Fire Dynamics* // John Wiley & Sons, New York, 1985.
35. Heskestad G. Inflow of Air Required at Wall and Ceiling Apertures to Prevent Escape of Fire Smoke // FMRC J.I. 0Q4E4.RU, Factory Mutual Research Corporation, July, 1989.
36. Law M. A Note on Smoke Plumes from Fires in Multilevel Shopping Malls // *Fire Safety Journal* 10, 1986. P. 197.
37. Loughheed G. D., Hadjisophocleous G. V. Investigation of Atrium Smoke Exhaust Effectiveness // *ASHRAE Transactions*, 1997. PP. 1–15.
38. Milke J., Klote J. Smoke Management in Large Spaces in Buildings // Building Control Commission, Melbourne, Australia, July, 1998.
39. Morgan H. P. Smoke Control Methods in Enclosed Shopping Complexes of One or More Storeys: A Design Summary // Building Research Establishment, 1979.
40. NFPA 92B. Standard for Smoke Management Systems in Malls, Atria and Large Spaces, 2009.
41. Yamana T., Tanaka T. Smoke Control in Large Scale Spaces // *Fire Science and Technology*, 1985. P. 41.

УДК 53.06:09,67.08

sergej.anahov@rsvpu.ru

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ПЛАЗМЕННОГО ДОЖИГАНИЯ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ ОПАСНЫХ ОТХОДОВ**SUBSTANTIATION OF THE PLASMA AFTERBURNING METHOD FOR GASEOUS PRODUCTS OF HAZARDOUS WASTE PROCESSING**

*Анахов С. В., кандидат физико-математических наук, доцент,
Российский государственный профессионально-педагогический университет, Екатеринбург,
Матушкин А. В., кандидат технических наук,
Уральский федеральный университет
им. первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург,
Пыкин Ю. А., доктор технических наук, профессор,
Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург*

*Anakhov S. V., Russian State Vocational-Professional University, Yekaterinburg,
Matushkin A. V., Ural Federal University, Yekaterinburg,
Pyckin Yu. A., Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg*

Исследована технология плазменного обезвреживания продуктов переработки опасных отходов. Отмечена проблема образования супертоксикантов (полихлорированных дибензодиоксидов, дибензофуранов, бифенилов и т. д.) в процессе термической переработки бытовых и промышленных отходов различного состава. Для решения данной проблемы предлагается применение в технологиях экологической направленности плазменных генераторов, в которых за счет высокоэнергетического плазменного воздействия на вещества различного фазового состава происходит их глубокое разложение – плазменная инсинерация («сжигание»). В качестве рационального метода плазменного обезвреживания рассматривается внедрение плазмотронов на стадии дожигания газообразных продуктов переработки опасных отходов. Рассмотрены известные методы термического обезвреживания диоксинов. Найдены температурные аппроксимации времени разложения диоксинов в диапазоне температур плазменного нагрева. Введены критерии эффективности плазменного нагрева и обезвреживания.

В дополнение к исследованной ранее технологии плазменного обезвреживания предложена модернизированная конструкция плазмотрона для утилизации газообразных отходов переработки супертоксикантов. Методами математического моделирования определены газодинамические параметры воздушно-плазменного потока в камере смешения плазмотрона для экологических технологий. Определены характерные температуры, скорости и времена нагрева утилизируемого газа в различных областях камеры смешения. Обозначены направления дальнейших исследований и разработок, необходимых для создания технологии плазменной инсинерации с максимальной эффективностью обеззараживания.

Ключевые слова: экологическая безопасность, утилизация отходов, обезвреживание, обеззараживание, инсинерация, плазмотрон.

The technology of plasma neutralization of hazardous waste processing products is investigated. The problem of supertoxicants (polychlorinated dibenzodioxides, dibenzofurans, biphenyls, etc.) formation in the process of thermal processing for household and industrial waste of different composition is noted. To solve this problem, we propose the use of plasma generators in environmental technologies, in which due to the high – energy plasma effect on substances of different phase composition, their deep decomposition (plasma incineration – "burning") occurs. The introduction of plasma torches at the after-burning stage of gaseous products of hazardous waste processing is considered as a rational method of plasma neutralization. Known methods of thermal neutralization of dioxins are considered. Temperature approximations of the dioxins decomposition time in the temperature range of plasma heating are found. Efficiency criteria of plasma heating and neutralization are introduced.

In addition to the previously studied technology of plasma neutralization, a modernized design of a plasma torch for utilization of gaseous supertoxicants waste processing is proposed. The gas-dynamic parameters of the air-plasma flow in the mixing chamber of the plasma torch for environmental technologies are determined by mathematical modeling methods. The characteristic temperatures, velocities and heating times of the utilized gas in different areas of the mixing chamber are determined. The directions of further research and development necessary for the creation of plasma incineration technology with maximum efficiency of disinfection are outlined.

Keywords: ecological safety, waste recycling, waste treatment, decontamination, incineration, plasmatron, plasma torch.

Одной из задач, стоящих в настоящее время перед разработчиками технологий экологической направленности (эко-технологий), является минимизация количества вредных веществ, образующихся в результате их применения. К таким задачам относится и проблема образования супертоксиантов (полихлорированных дибензодиоксидов, дибензофуранов, бифенилов и т. д.) в процессе термической переработки бытовых и промышленных отходов различного состава. Одним из решений данной проблемы является применение в технологиях экологической направленности плазменных генераторов – плазмотронов [1], в которых за счет высокоэнергетического плазменного воздействия на вещества различного фазового состава происходит их глубокое разложение – плазменная инсинерация («сжигание») [2]. В настоящее время существует несколько технологий плазменной переработки отходов [3, 4, 5], направленных на решение проблем техносферной безопасности, однако широкое их внедрение должно быть обосновано с

точки зрения экологической и экономической эффективности, а также учитывать вопросы безопасности самой технологии (включая пожарную) [6].

С этой точки зрения, одним из рациональных методов плазменного обезвреживания является внедрение плазмотронов на стадии дожигания газообразных продуктов переработки опасных отходов. Подобные технологии с применением дуговых плазмотронов постоянного тока были предложены авторами ранее [3, 4, 6]. В данных работах были обоснованы технологические схемы переработки отходов различного фазового и химического состава с применением плазмотронов, а также показана возможность применения способа плазменной инсинерации на стадии дожигания газообразных продуктов переработки высокого класса опасности. Из широкого ряда таких веществ для оценки эффективности обезвреживания были выбраны диоксины, которые можно отнести к одним из самых опасных суперэкотокси-

кантов техногенного происхождения, обладающих мощным мутагенным, тератогенным и канцерогенным действиями.

Диоксины, как известно, образуются в качестве побочных продуктов в целлюлозно-бумажном, химическом, металлургическом, мусороперерабатывающем и других производствах (особенно хлорных и бромных) [7]. На данный момент наиболее распространенным методом уничтожения диоксинов является высокотемпературное окисление, когда разрушение токсичных соединений осуществляется прямым сжиганием отходов вместе с топливом в печах стационарного или передвижного типа. Снизить содержание диоксинов в отходящих газах можно с помощью активированного угля [8], впрыскиваемого в рукавной фильтр, или установки специальных слоевых фильтров, применяемых, например, в установках по мусоросжиганию Hitachi Zosen Inova, которые в настоящее время внедряются в России [9]. При этом, однако, возникает проблема захоронения зараженного активированного угля, из-за чего широко принятым является мнение, что обязательным элементом печей для сжигания промышленных и бытовых отходов является камера дожигания, необходимая для полного разрушения диоксинов.

По результатам проведенных в последнее время исследований [10] можно сделать вывод, что с целью предотвращения образования диоксинов в зоне горения должны соблюдаться следующие параметры процесса: температура выше 1150–1300 К; время пребывания отходов в зоне горения не менее двух секунд; 6%-й избыток кислорода в газовой смеси; в зоне охлаждения температура в диапазоне 500–800 К и время пребывания не более 1 секунды. Опираясь на небольшое количество известных сведений по высокотемпературному обезвреживанию диоксинов [11] (при

температурах 1500 °С и 5000 °С), авторами были сделаны аппроксимации температурной зависимости необходимого времени их разложения. Поиск аппроксимационных зависимостей был проведен на основе уравнения Аррениуса по критерию R^2 (коэффициенту детерминации R-квадрат) для константы скорости реакции:

$$k = k_0 \cdot e^{-\frac{E}{RT}}, \quad (1)$$

где k_0 и E зависят от природы реагентов, E – энергия активации, R – универсальная газовая постоянная, T – температура реакции.

Так как время разложения τ и скорость реакции k обратно пропорциональны, поиск проводился по уравнениям двух типов (с постоянным и температурно-зависимым предэкспоненциальным множителем τ_0):

$$\tau = \tau_0 \cdot e^{\frac{E}{RT}}, \quad (2)$$

$$\tau = \tau_0(T) \cdot e^{\frac{E}{RT}}. \quad (3)$$

Поиск аппроксимации для температурно-зависимого предэкспоненциального множителя $\tau_0(T)$ проводился в логарифмических координатах с применением гипотезы степенной температурной зависимости ($\tau_0(T) = \tau_0 \cdot T^{-n}$). Были получены два уравнения:

$$\tau = 1,28 \cdot 10^{-5} \cdot e^{\frac{18}{T}}, \quad (4)$$

$$\tau = \frac{7,2 \cdot 10^{-5}}{T^{3/2}} \cdot e^{\frac{21,7}{T}}, \quad (5)$$

где $[\tau] = \text{с}$, $[T] = \text{тыс. К}$, с энергией активации $E = 150 \div 180 \text{ кДж}$.

На основе полученных уравнений были сделаны следующие оценки необходимого времени их разложения (табл. 1).

Таблица 1
Температурная зависимость времени разложения диоксинов

T, тыс. К		1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
τ, мс	по (4)	2000	100	20	5	2	1,2	0,7	0,5	0,3
	по (5)	2000	1300	110	20	5	2	0,9	0,5	0,3

Учитывая то, что в процессе плазменного нагрева объем газовой смеси, проходящий через камеру смешения плазмотрона, прогревается неравномерно (при различных температурах и за разное время), имеет смысл ввести универсальные критерии эффективности разложения диоксинов. Принимая во внимание, что к росту эффективности ведут увеличение как температуры, так и времени нагрева, а также с учетом активационного механизма реакций разложения, на основе полученных аппроксимирующих зависимостей были получены следующие критерии:

$$RT \cdot \ln(\tau/\tau_{10}) > E, \quad (6)$$

$$RT \cdot \ln(T^{3/2} \cdot \tau/\tau_{20}) > E. \quad (7)$$

В качестве числовых критериев оценки эффективности можно использовать следующие выражения:

$$C1 = T \cdot \ln(\tau/\tau_{10}), C1 > 18, \quad (8)$$

$$C2 = T \cdot \ln(T^{3/2} \cdot \tau/\tau_{20}), C2 > 21,7, \quad (9)$$

где $[\tau] = \text{с}$, $[T] = \text{тыс. К}$, $\tau_{10} = 12,8 \text{ мкс}$, $\tau_{20} = 72 \text{ мкс}$.

Так как достоверные сведения о времени разложения диоксинов во всем исследуемом диапазоне температур отсутствуют, целесообразно при оценке эффективности нагрева использовать не данные таблицы 1, а оба предложенных критерия C1 и C2.

Очевидно, что предлагаемая авторами технология плазменного дожигания газообразных отходов должна как минимум обеспечивать требуемое время нахождения газового потока опасных отходов при соответствующей температуре, задаваемой при нагреве камеры смешения (КС) утилизируемых и плазмообразующих газовых потоков плазменной дугой (струей). Подобная технология (рис. 1а), как известно [12], была разработана на базе запатентованной полезной модели дугового плазмотрона [13] с последующей её модернизацией за счет применения модифицированной конструкции для обезвреживания токсичных парогазовых потоков различного состава и фазового состояния. Сама плазменная струя формируется в КС путем взаимодействия плазменной дуги, возбуждаемой и горящей между катодом и анодом соплового узла плазмотрона, с вихревым потоком ПОГ и последующим её выдуванием в КС за счет высокой кинетической энергии потока ПОГ (рис. 1б). Новая конструкция такого плазмотрона отличается наличием камеры смешения (КС), в которой обеспечивается смешение и нагрев потоков тангенциально подаваемой токсичной парогазовой смеси и предварительно закрученного с помощью системы газовихревой стабилизации потока плазмообразующего газа (ПОГ). Патрубки для подачи вторичного (утилизируемого) потока располагаются на сменной части плазмотрона либо могут быть вынесенным за его пределы и располагаться под срезом сопла под любым углом к оси плазменной струи (рис. 1а).

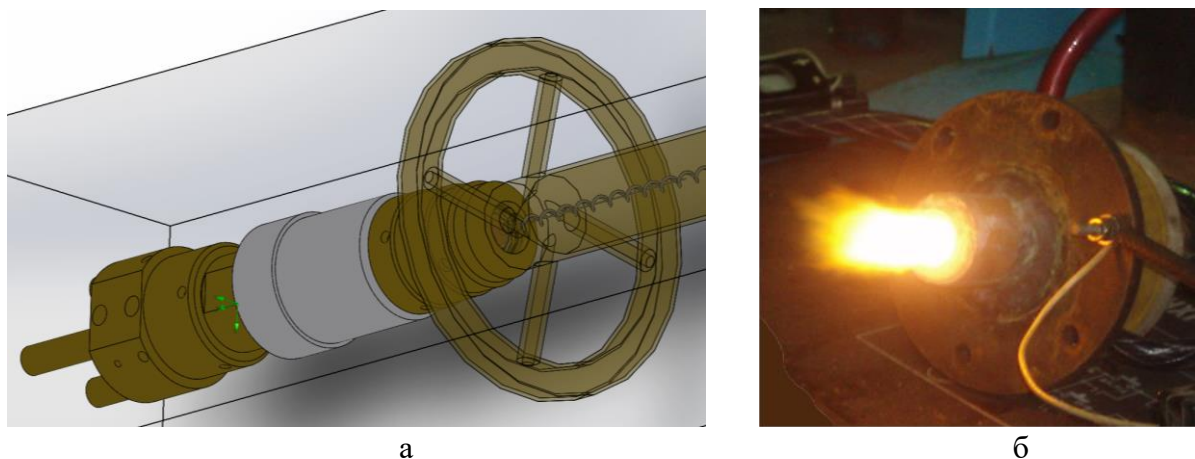


Рисунок 1. Плазматрон для обезвреживания опасных отходов:
а – расчетная модель, б – опытная модель

Оценка эффективности нагрева газозвушной смеси в КС производилась путем расчета газодинамических параметров в приложении FlowWorks программной среды SolidWorks с переменным значением параметра дискретизации расчетной сетки. Газодинамическое моделирование проводилось для воздушно-плазменной среды при характерном для эффективной

газовихревой стабилизации дугового плазматрона массовом расходе основного потока ПОГ 0,011 кг/с и диаметре входного отверстия в КС 4 мм. Расчет температур в КС проводился по нескольким прямолинейным траекториям (линиям) различной удаленности от оси камеры (рис. 2) при характерной для воздушно-плазменной дуги (струи) температуре в 7000 К.

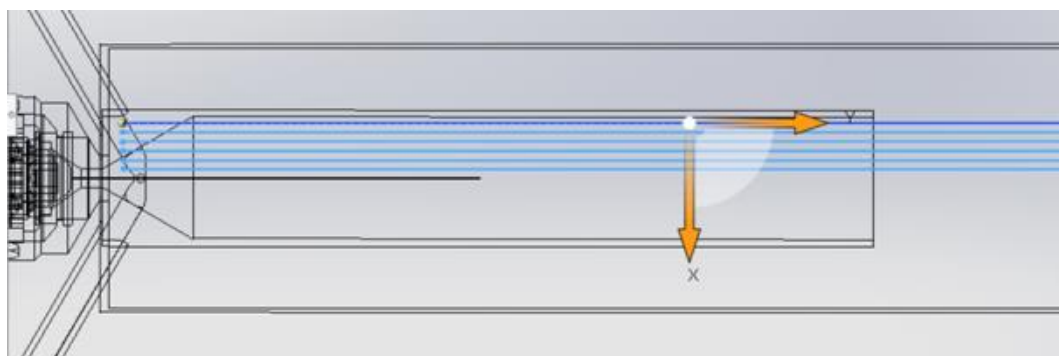


Рисунок 2. Траектории расчета скоростей и температур в камере смешения плазматрона

В первоначально сделанных расчетах была проанализирована технологическая схема с подачей вторичного потока утилизируемого газа по двум осесимметрично расположенным патрубкам под углами 10, 20 и 30 градусов к оси плазменной струи длиной в 90 мм, с массовым расходом 0,005 кг/с на каждую трубку. Геометрия КС: длина не менее 150 мм, угол раскрытия начальной части – 20 °С, раскрытие на остальной длине – для цилиндрической КС

– 0 °С, для конфузорной КС – 5 °С. Результаты расчетов газодинамических параметров (температуры, скорости и времени нагрева) утилизируемого газа в различных областях КС цилиндрического и конфузорного типа показали, что нагрев происходит при средних температурах в КС от 1500 до 4000 К и средних скоростях в 50–100 м/с при характерных временах нагрева от 2 до 5 мс. При конфузорном типе КС время

нагрева увеличивается в 1,5–2 раза в зависимости от траектории, причем наибольшее увеличение происходит вблизи стенок КС. Последние результаты коррелируют с порядками значений времени разложения диоксинов при таких температурах (табл. 1), что свидетельствует о возможности применения способа плазменного дожигания газообразных продуктов переработки опасных отходов в целях повышения экологической эффективности экотехнологии.

На следующем этапе разработки технологии плазменного дожигания была рассмотрена конструктивная схема с подачей утилизируемого газа по касательной к потоку ПОГ по четырем патрубкам диаметром 4 мм, расположенным перпендикулярно оси КС на расстоянии от среза сопла 11 мм (рис. 3 и 4). Подобная схема была выбрана с целью оценки эффективности

работы технологии при более высокой производительности (увеличении объема утилизируемого газа). Для сравнительного анализа были выбраны сопоставимые параметры процесса: расход основного ПОГ – 0,005 кг/с, расход утилизируемого газа на 1 патрубок – 0,004 кг/с, температура дуги при горении в условиях воздушно-плазменной среды – 7000 К. В целях обеспечения эффективного обезвреживания были рассмотрены два варианта нагрева – «короткой» плазменной струей длиной 90 мм (аналогично рассмотренной ранее технологии) и «длинной» плазменной струей в 170 мм. Очевидно, что последний вариант нагрева требует примерно двукратного увеличения мощности источника питания плазменной дуги. Геометрия КС: длина не менее 170 мм, угол раскрытия начальной части – 20°С, раскрытие на остальной длине КС – 0°С (цилиндрическая конфигурация).

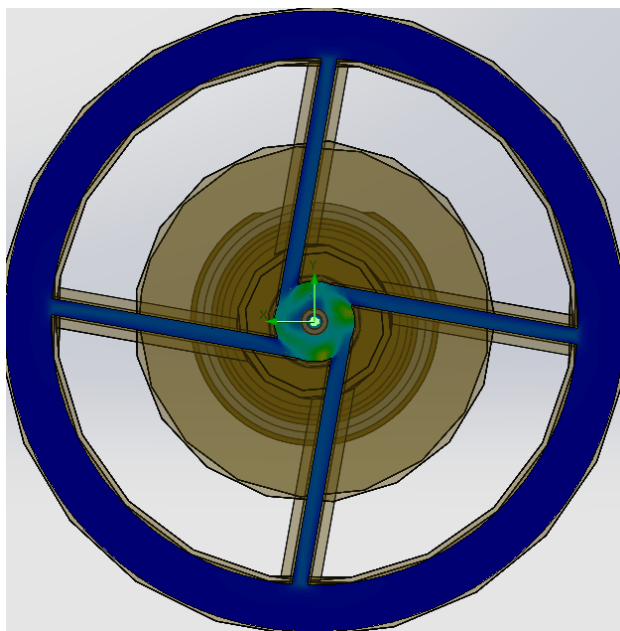


Рисунок 3. Четырехканальная схема подачи утилизируемого газа в камеру смешения плазматрона

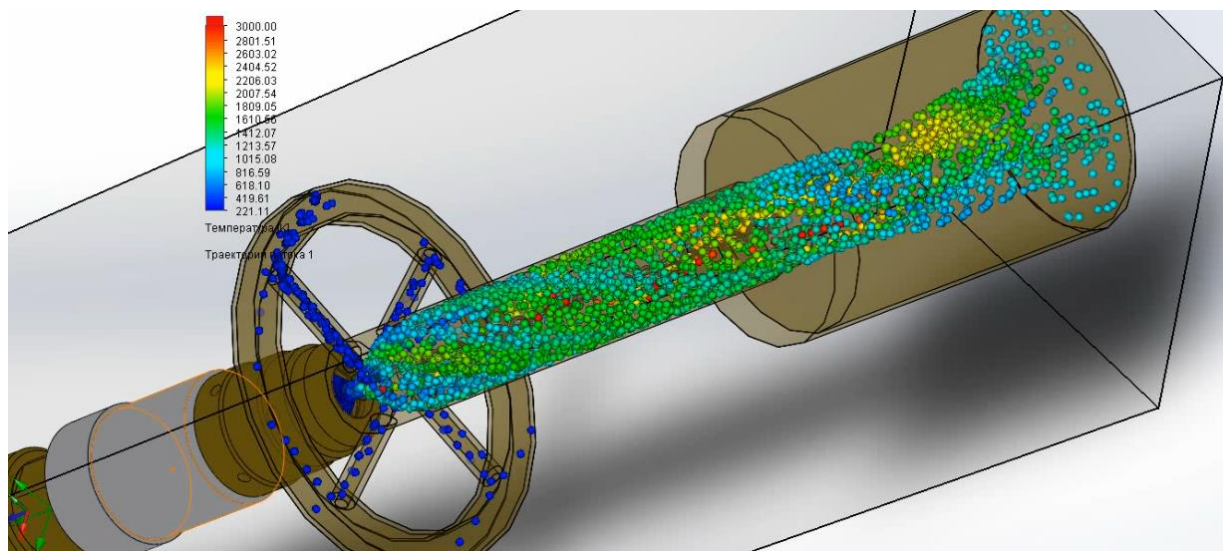


Рисунок 4. 3D-моделирование газодинамических процессов в камере смешения плазмотрона

Как показали расчеты, основной поток утилизируемого газа движется в КС по спиралевидной траектории (рис. 5), поэтому были сделаны оценки изменения кинематических параметров и вдоль характерной для такой траектории винтовой линии. В соответствии с распределением скоростей в камере смешения были выбраны параметры винтовой линии, по которой преимущественно движется поток утилизируемого газа: диаметр – 5 см, шаг – 8,5 см, длина одного витка – 20 см. Так как при винтовом характере движения газового потока расчет по прямолинейной траектории приводит к сильным осцилляциям параметров вдоль линии движения (рис. 6 и 7), применялся также расчет средних по сечению КС температур и скоростей. При расчете вдоль винтовой траектории наблюдались существенно меньшие осцилляции

газодинамических параметров (рис. 8), что подтверждает преимущественное распределение и характер движения утилизируемого газа в КС. При аппроксимации траектории винтовой линией оценки времени нагрева дают его примерно двукратное увеличение для наиболее удалённых от оси областей перемещения, а также примерно полуторное увеличение средней температуры вдоль траектории, которая для основной массы утилизируемого потока газа колеблется в диапазоне 3–5,5 тыс. К (рис. 9). Результаты расчетов газодинамических параметров и температур, а также критериев эффективности разложения диоксинов – в табл. 2 (нагрев «короткой» плазменной струей длиной в 90 мм) и в табл. 3 (нагрев «длинной» плазменной струей в 170 мм).

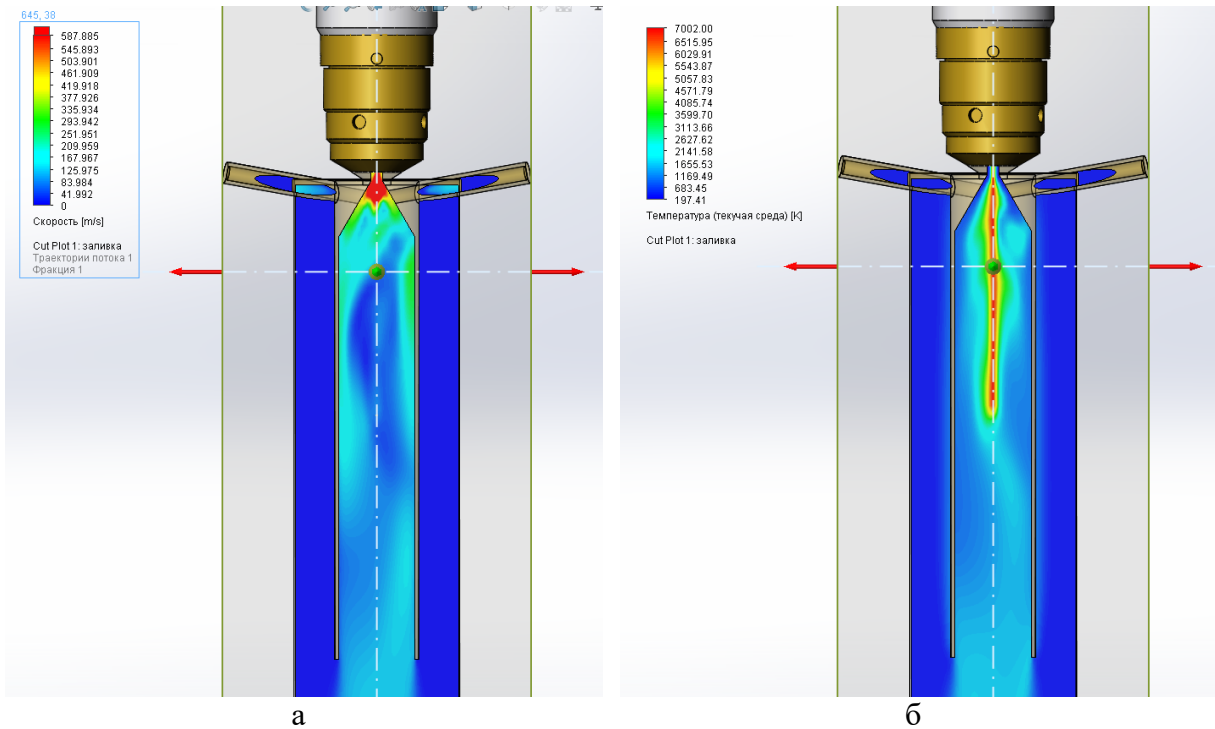


Рисунок 5. Результаты расчета газодинамических параметров в КС плазматрона: а – распределение скоростей, б – распределение температур

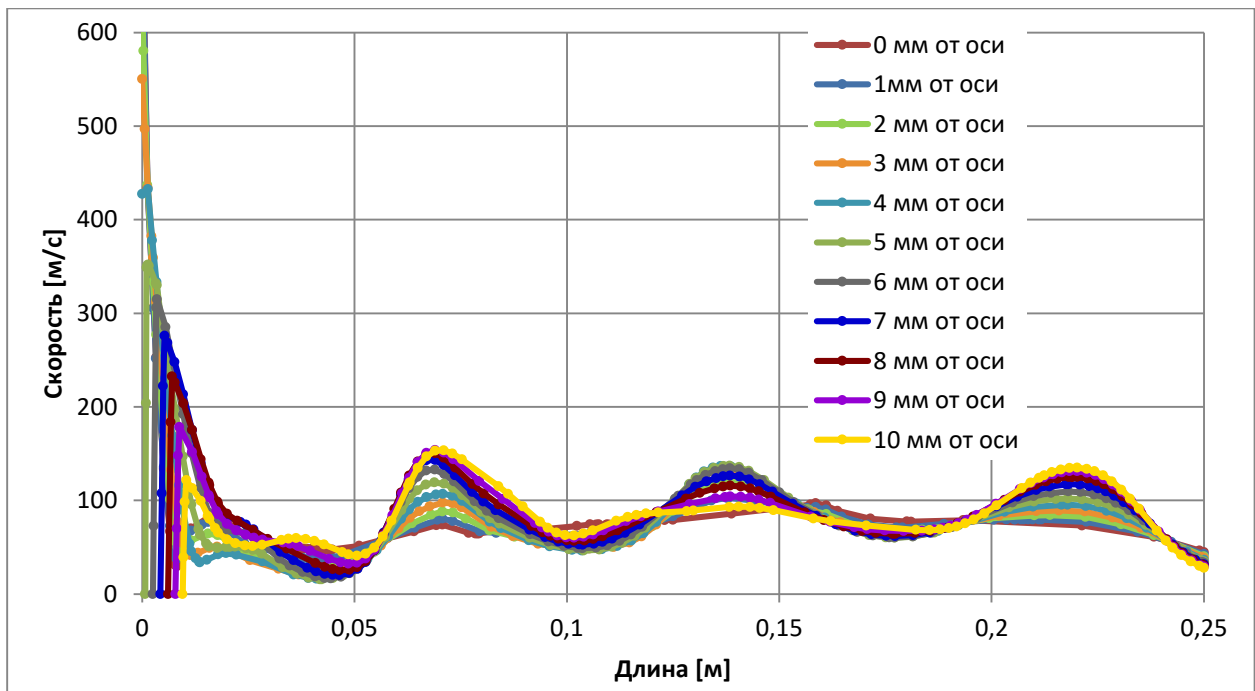


Рисунок 6. Распределение скоростей вдоль расчетных траекторий в КС плазматрона (плазменная дуга длиной 170 мм)

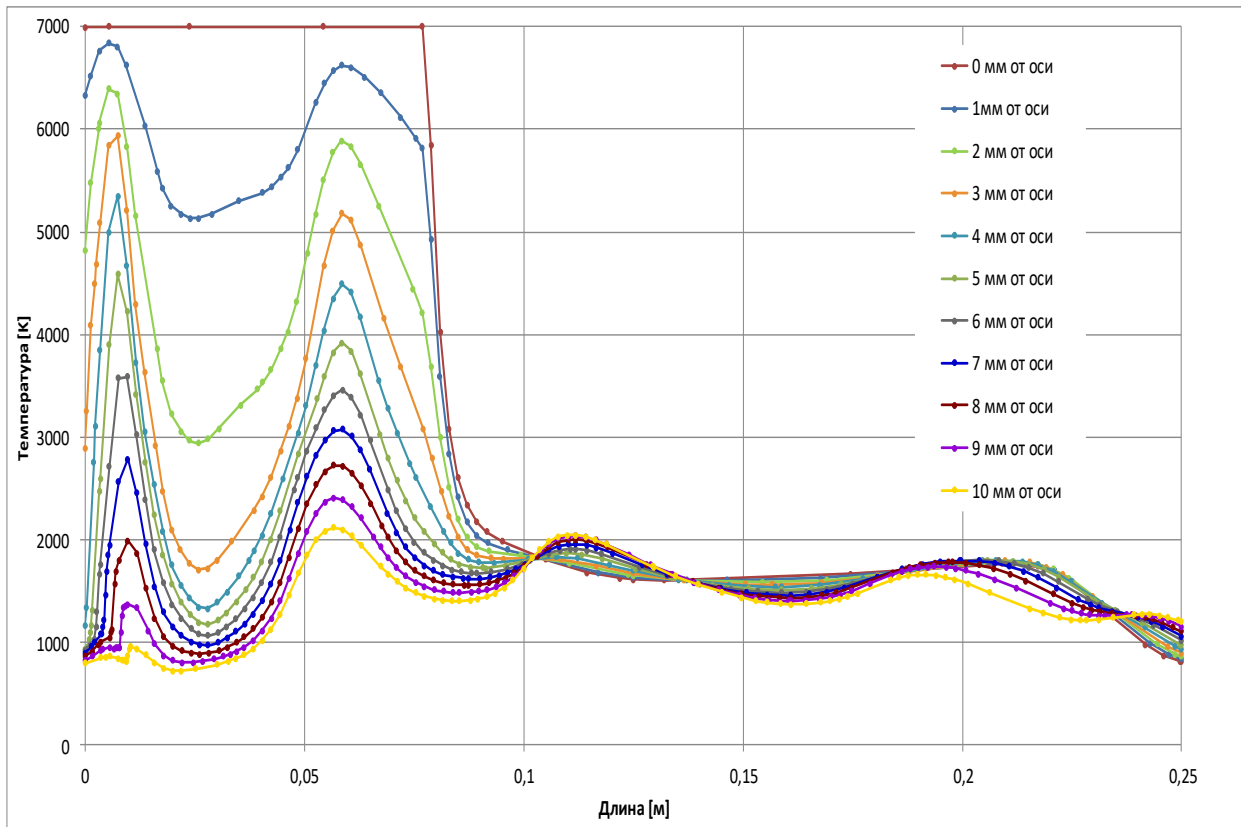


Рисунок 7. Распределение температур вдоль расчетных траекторий в КС плазмотрона (плазменная дуга длиной 170 мм)

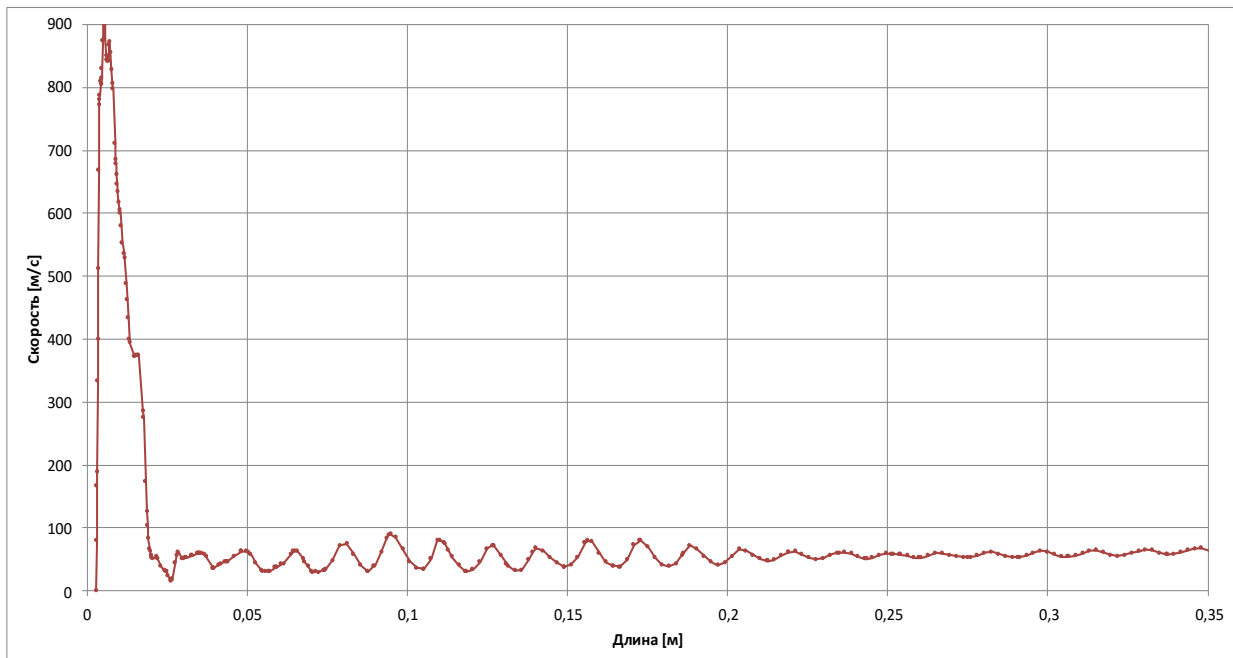


Рисунок 8. Распределение скоростей при расчете по винтовой траектории в КС плазмотрона (плазменная дуга длиной 90 мм)

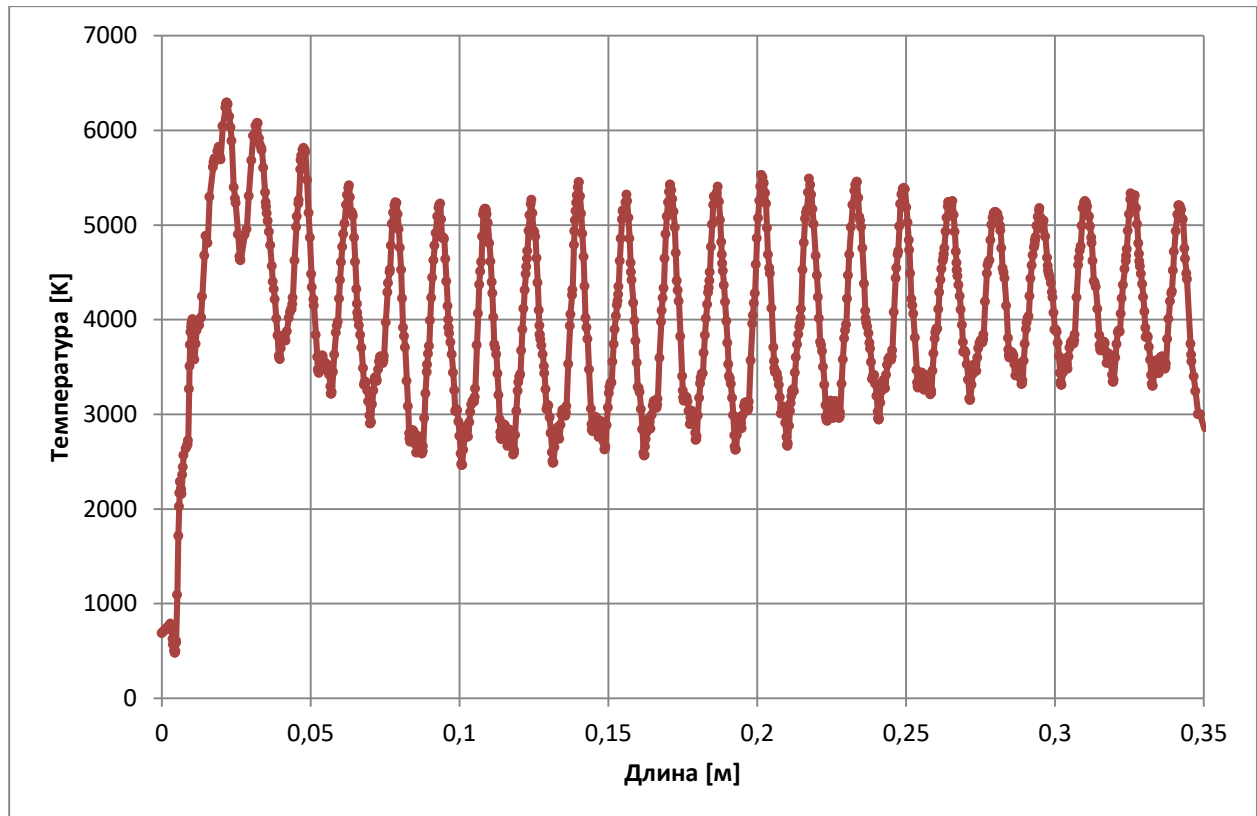


Рисунок 9. Распределение температур при расчете по винтовой траектории в КС плазмотрона (плазменная дуга длиной 170 мм)

Таблица 2
Распределение газодинамических параметров нагрева по траекториям (нагрев короткой дугой в 90 мм)

Z, мм	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	⟨⟩	спираль
⟨V⟩, м/с	62,7	57,8	55,6	56,4	56,0	60,0	61,6	66,6	69,0	71,6	74,2	62,9	74,39
t, мс	4,29	4,32	4,43	4,57	4,57	4,55	4,32	4,43	4,23	4,03	3,86	4,3	6,38
⟨T⟩, тыс. К	2535	3962	3064	2467	2184	2059	1858	1729	1622	1530	1458	2224	3454
C1, тыс. К	14,7	23,1	17,9	14,5	12,8	12,1	10,8	10,1	9,4	8,8	8,3	13,0	21,5
C2	13,9	24,4	17,8	13,6	11,6	10,8	9,3	8,5	7,8	7,1	6,6	11,8	21,9

*Z – расстояние от оси КС (номер траектории), ⟨V⟩ – средняя скорость по траектории, t – время нагрева по траектории, ⟨T⟩ – средняя температура нагрева по траектории, ⟨⟩ – средние значения, C1 и C2 – критерии эффективности нагрева

Таблица 3
Распределение газодинамических параметров нагрева по траекториям
(нагрев длинной дугой в 170 мм)

Z, мм	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	⟨⟩	спираль
⟨V⟩, м/с	77,6	80,5	83,3	87,3	89,1	88,8	90,1	91,0	90,1	88,9	89,4	86,9	86,0
t, мс	3,41	3,55	3,83	4,12	4,21	4,04	3,77	3,51	3,29	3,16	3,12	3,6	5,84
⟨T⟩, тыс. К	3,52	4,44	3,78	3,22	2,77	2,54	2,38	2,19	2,09	2,00	1,91	2,81	3,92
C1, тыс. К	19,7	25,0	21,6	18,6	16,1	14,6	13,5	12,3	11,6	11,0	10,5	15,8	24,0
C2	20,2	27,2	22,6	18,7	15,5	13,7	12,5	11,1	10,3	9,7	9,0	15,3	25,3

*Z – расстояние от оси КС (номер траектории), ⟨V⟩ – средняя скорость по траектории, t – время нагрева по траектории, ⟨T⟩ – средняя температура нагрева по траектории, ⟨⟩ – средние значения, C1 и C2 – критерии эффективности нагрева

Анализ представленных результатов позволяет сделать вывод о том, что увеличение длины плазменной струи в КС приводит к росту скорости газа (рис. 10), что закономерно сказывается на снижении времени нагрева (рис. 11). Однако при этом примерно на 500 К возрастает средняя температура газа во всех областях КС (рис. 12), в результате чего результирующая эф-

фективность разложения диоксинов оказывается на 30–40 % более высокой (по критериям C1 и C2 – см. табл. 2 и 3). Подобные выводы можно сделать и при анализе газодинамических параметров и температур нагрева, сделанном вдоль винтовой линии, что, как было отмечено ранее, соответствует движению основной массы утилизируемого газа в КС (см. табл. 2 и 3).

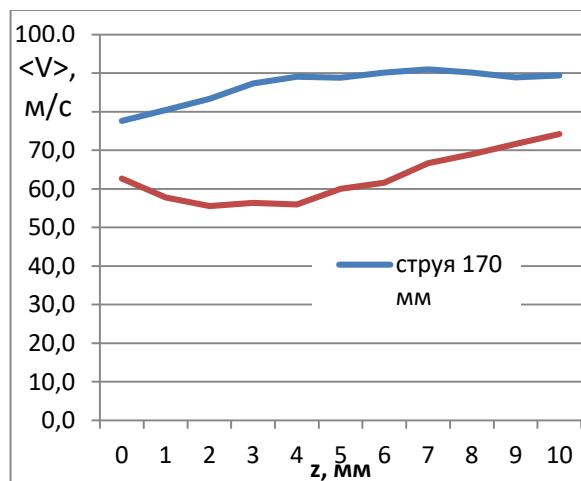


Рисунок 10. Распределение скоростей по траекториям в КС при нагреве короткой (90 мм) и длинной (170 мм) плазменной струей

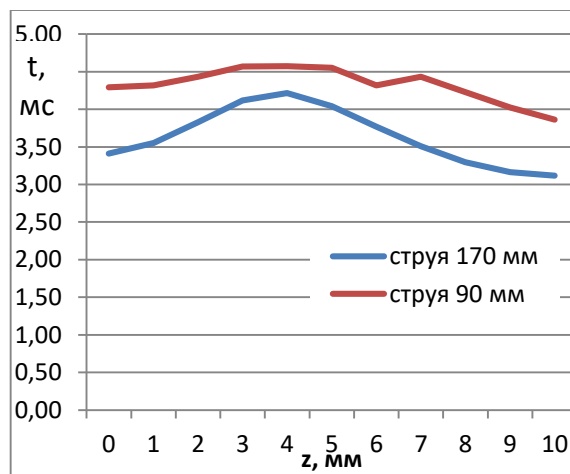


Рисунок 11. Распределение времени нагрева по траекториям в КС при нагреве короткой (90 мм) и длинной (170 мм) плазменной струей

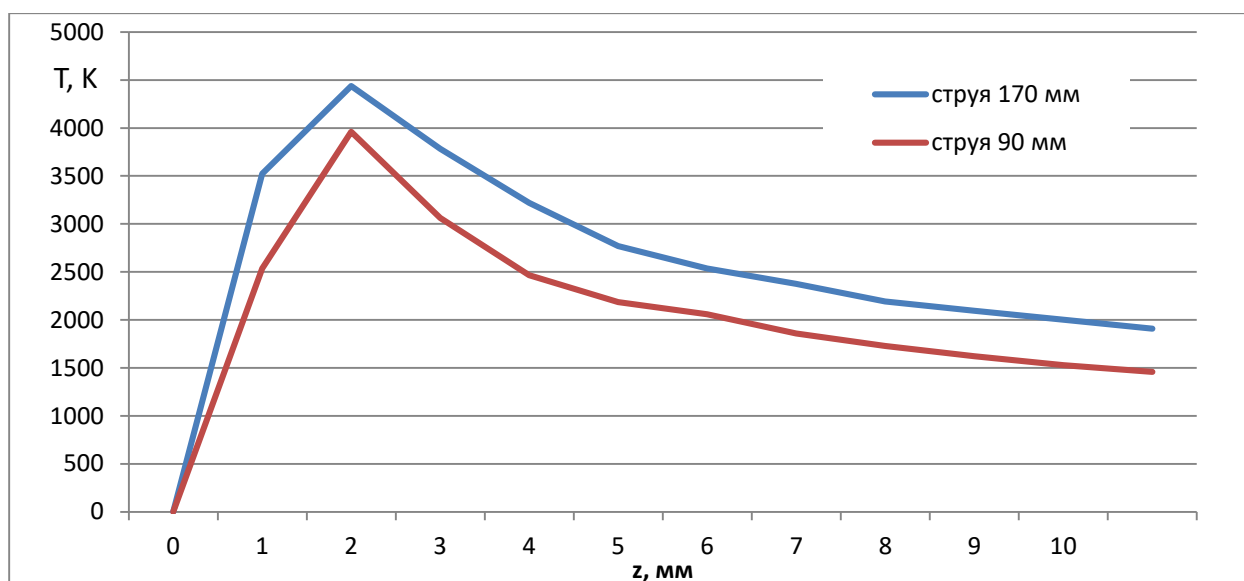


Рисунок 12. Распределение температур по траекториям в КС при нагреве короткой (90 мм) и длинной (170 мм) плазменной струей

Сравнение с полученными ранее результатами [12] для конструкций плазмоторона с цилиндрической и конфузорной камерами смешения при различных (от 0 до 30°) углах ввода утилизируемого газа по 2-м симметрично расположенным каналам также демонстрирует преимущества модернизированной технологии. Представленные на рис. 13 результаты расчета по линейным траекториям показывают увеличение на 13 % (при нагреве струей в 170 мм) и на 35 % (при сопоставимой по длине струей в 90 мм) времени нагрева при сопоставимых температурах нагрева. Оценки эффективности процесса, сделанные согласно введенным критериям С1 и С2 (рис. 14), говорят об увеличении эффективности для модернизированной технологии. Оценка по критерию С1 показывает эффективность процесса как при нагреве короткой (90 мм), так и длинной (170 мм) плазменной струей. Более строгие требования (одновременное выполнение критериев С1 и С2) однозначно определяет необходи-

мость применения длинной (170 мм) плазменной струи для обезвреживания диоксинов. Следует заметить, что расчеты, сделанные вдоль винтовой траектории (преимущественного направления движения утилизируемого газа), демонстрируют максимальные значения эффективности процесса (рис. 13 и 14). Очевидно, что дальнейшим направлением совершенствования рассматриваемой технологии должна стать её конструктивная оптимизация в соответствии с интегральными критериями эффективности обезвреживания и экономичности. В этой связи следует учесть такие параметры, как расход плазмообразующего и утилизируемого газа, углы подачи утилизируемого газа и геометрию камеры смешения, мощность источника питания, обеспечивающего горение плазменной струи в КС необходимой длины. Целесообразно также при проектировании технологии обезвреживания предусмотреть и камеру закалки перед выбросом газов в атмосферу.

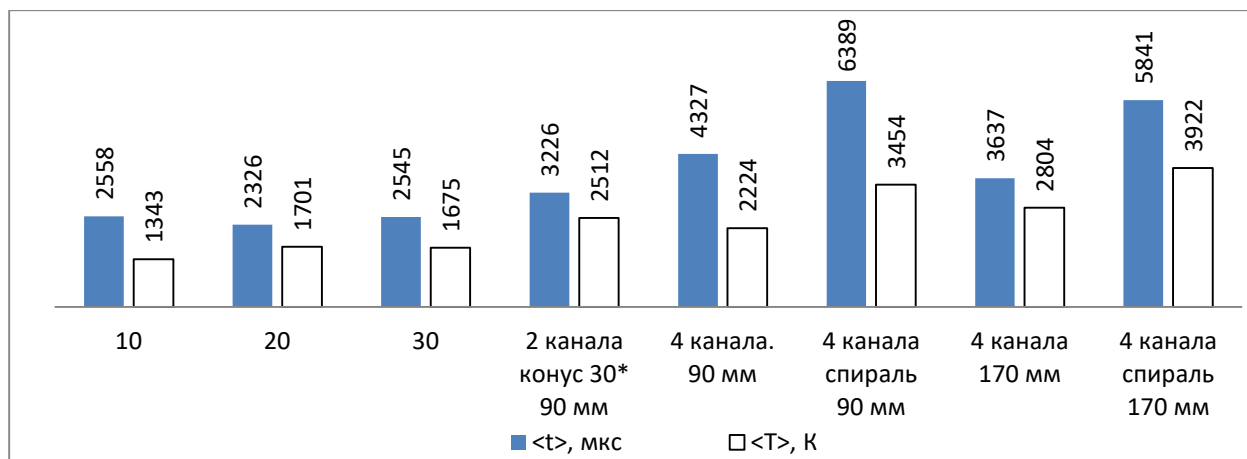


Рисунок 13. Средние значения времени и температуры нагрева для различных конструкций КС

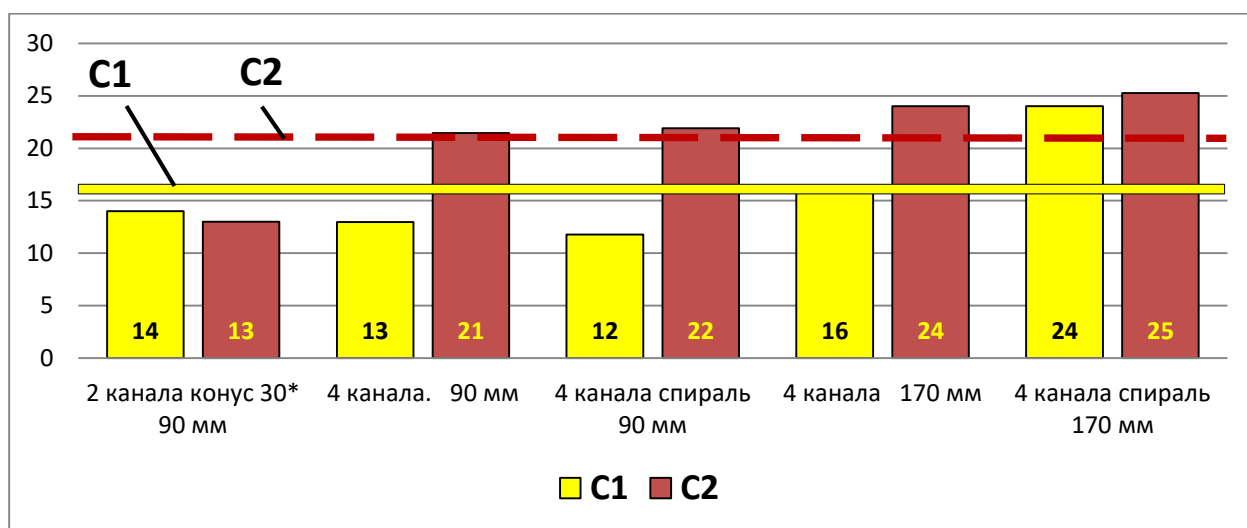


Рисунок 14. Критерии эффективности нагрева для различных конструкций КС

Представленные в данной работе результаты анализа модернизированной технологии плазменного дожигания газообразных продуктов переработки опасных отходов свидетельствуют об обоснованности данного способа обезвреживания на примере одного из наиболее опасного супертоксиканта – диоксина. Данная техно-

логия, как уже отмечалось ранее [12], обладает существенными преимуществами, по сравнению с известными технологиями высокотемпературного сжигания и обезвреживания отходов за счет скорости и эффективности процесса. Следует, однако, продолжить разработку и анализ данной экотехнологии с целью поиска оптимальных параметров её применения.

* Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №19-08-00190

1. Чередниченко В. С., Аньшаков А. С., Кузьмин М. Г. Плазменные электротехнологические установки. Новосибирск, 2011. 602 с.
2. Chernets I., Nirenberg G., Fridman A., Rabinovich A. Development of high-power plasma reformer and power supply for large scale applications // 20th International Symposium on Plasma Chemistry, 2011.
3. Анахов С. В., Пыкин Ю. А. Экологическое проектирование: стратегии и технологии. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2012. 125 с.
4. Анахов С. В., Пыкин Ю. А., Шакуров С. А. Системные принципы в решении задач экологической безопасности с применением плазменных технологий // Экология и промышленность России. 2014. № 1. С. 4–9.
5. Fridman A. Plasma Chemistry. Cambridge University Press, 2008. P. 978.
6. Анахов С. В. Принципы и методы проектирования в электроплазменных и сварочных технологиях. Екатеринбург, 2014. 144 с.
7. Гумерова Г. И., Гоголь Э. В., Васильев А. В. Новый подход к качественному и количественному определению диоксинов // Известия Самарского научного центра Российской Академии наук. 2014. Т. 16, № 1 (6). С. 1717–1719.
8. Ладыгин К. В. К вопросу предварительной оценки и методов снижения содержания диоксинов в отходящих газах установок термоокислительного обезвреживания медицинских отходов // Научный журнал НИУ ИТМО. 2014. № 2. С. 14–15.
9. Леонтьев Л. И. Перспективы утилизации твердых коммунальных отходов в РФ // Труды конгресса «ТЕХНОГЕН-2019». Екатеринбург, 2019. С. 18–24
10. Петров В. Г., Трубочёв А. В. Обезвреживание хлорорганических промышленных отходов без образования диоксинов // Вестник Удмуртского университета. Серия Физика и химия. 2012. № 3. С. 64–68.
11. Технологии обеззараживания. URL: <http://www.seu.ru/cci/lib/books/dioksiny/8/02.htm>.
12. Анахов С. В., Пыкин Ю. А., Матушкин А. В. Моделирование процессов плазменной инсинерации в технологиях утилизации и обезвреживания отходов // Техносферная безопасность. 2019. № 1. С. 129–141.
13. Пыкин Ю. А., Анахов С. В., Шакуров С. А. Патент РФ №67909 на полезную модель «Плазмотрон» от 22.05.2007.

References

1. Cherednichenko V. S., An'shakov A. S., Kuz'min M. G. Plazmennyye ehlektrotekhnologicheskie ustanovki (Plasma electrotechnological installations). Novosibirsk, 2011. 602 p.
2. Chernets I., Nirenberg G., Fridman A., Rabinovich A. Development of high-power plasma reformer and power supply for large scale applications // 20th International Symposium on Plasma Chemistry, 2011.
3. Anakhov S. V., Pykin Yu. A. Ekologicheskoe proektirovanie: strategii i tekhnologii (Ecological designing: strategy and technologies). Saarbrücken, 2012. 125 p.
4. Anakhov S. V., Pykin Yu. A., Shakurov S. A. Sistemnyye principy v reshenii zadach ehkologicheskoy bezopasnosti s primeneniem plazmennyykh tekhnologiy (System principles in the decision of ecological safety problems-with application of plasma technologies) // Ecology and the industry of Russia. 2014. № 1. P. 4–9.
5. Fridman A. Plasma Chemistry. Cambridge University Press, 2008. P. 978.
6. Anakhov S.V. Printsipy i metody proektirovaniya v ehlektroplazmennyykh i svarochnykh tekhnologiyakh. Ekaterinburg, 2014. 144 s.
7. Gumerova G. I., Gogol' E'.V., Vasil'ev A. V. Novy`j podhod k kachestvennomu i kolichestvennomu opredeleniyu dioksinov // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj Akademii nauk. 2014. T. 16, № 1 (6). S. 1717–1719.
8. Lady`gin K. V. K voprosu predvaritel'noj ocenki i metodov snizheniya soderzhaniya dioksinov v othodyashhih gazah ustanovok termookislitel'nogo obezvrezhivaniya medicinskih othodov // Nauchny`j zhurnal NIU ITMO. 2014. № 2. S. 14–15.
9. Leont`ev L. I. Perspektivy` utilizacii tverdyy`h kommunal`ny`h otxodov v RF // Trudy` kongressa «TEHNOGEN-2019». Ekaterinburg, 2019. S. 18–24.
10. Petrov V. G., Trubachyov A. V. Obezvrezhivanie hlororganicheskikh promy`shlenny`h othodov bez obrazovaniya dioksinov // Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Fizika i himiya, 2012. № 3. S. 64–68.
11. Tehnologii obezzarazhivaniya. URL: <http://www.seu.ru/cci/lib/books/dioksiny/8/02.htm>.
12. Anakhov S. V., Py`kin Yu. A., Matushkin A. V. Modelirovanie processov plazmennoj insineracii v tekhnologiyah utilizacii i obezvrezhivaniya othodov (Modeling of the plasma incineration technology of waste utilization and neutralization) // Tehnosfernaya bezopasnost`. 2019. № 1. S. 129–141.
13. Pykin YU. A., Anakhov S. V., SHakurov S. A. Patent RF №67909 na poleznuyu model' «Plazmotron» 22.05.2007.

УДК 614.849

s_sharhun@mail.ru

**НЕЗАВИСИМАЯ ОЦЕНКА ПОЖАРНОГО РИСКА
КАК МЕТОД СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ФУНКЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО
ПОЖАРНОГО НАДЗОРА В РАМКАХ РЕФОРМИРОВАНИЯ
КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЧС РОССИИ**

**INDEPENDENT ASSESSMENT OF FIRE RISK AS A METHOD OF IMPROVING
THE FUNCTION OF STATE FIRE SUPERVISION IN THE FRAMEWORK
OF REFORMING THE CONTROL AND SUPERVISION ACTIVITIES
OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA**

*Архипов А. В., Главное управление МЧС России по Самарской области, Самара,
Шархун С. В., кандидат технических наук,
Пономарев А. В., кандидат психологических наук,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Arkhipov A. V., the Main Directorate of the Ministry
of Emergency Situations of Russia in the Samara Region, Samara
Sharhun S. V., Ponomarev A. V., The Ural Institute of State Firefighting Service
of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg*

В статье представлены результаты анализа применения инструмента независимой оценки пожарного риска как метода совершенствования функции государственного пожарного надзора в рамках реформирования контрольно-надзорной деятельности МЧС России. Рассмотрена система нормативно-правовых документов, регламентирующих проведение процедуры независимой оценки пожарного риска, а также порядок проведения мероприятия по контролю со стороны органов государственного пожарного надзора на объектах защиты, имеющих положительное заключение о независимой оценке пожарного риска. Обозначен ряд проблемных вопросов в области регулирования данной деятельности, предложены соответствующие решения.

Ключевые слова: пожарная безопасность, пожарный риск, независимая оценка, государственный пожарный надзор, аудит, противопожарный режим, государственная политика, противопожарное страхование, расчетная величина пожарного риска, выполнение требований, заключение, категория, государственная функция, допустимый пожарный риск, пожарный аудит, федеральный государственный пожарный надзор, контрольно-надзорная деятельность.

The article presents the results of the analysis of the use of the instrument of independent fire risk assessment as a method of improving the function of state fire supervision in the framework of reforming the control and supervisory activities of the Russian Emergencies Ministry. The system of regulatory and legal documents regulating the procedure for independent fire risk assessment, as well as the procedure for monitoring by state fire supervision bodies at protective facilities having a positive conclusion on independent fire risk assessment, was considered. A number of problematic issues in the field of regulation of this activity are identified, appropriate solutions are proposed.

Keywords: fire safety, fire risk, independent assessment, state fire supervision, audit, fire regime, state policy, fire insurance, estimated fire risk, compliance, conclusion, category, state function, permitted fire risk, fire audit, federal state fire supervision, control and supervision activity.

Обеспечение пожарной безопасности является важной государственной задачей, которая охватывает многие области знаний и требует неустанного совершенствования нормативной базы и инновационного подхода. Согласно Указу Президента Российской Федерации «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года» «целью государственной политики в области пожарной безопасности является обеспечение необходимого уровня защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров», а одним из приоритетных направлений развития пожарной охраны – реорганизация пожарно-спасательных подразделений страны [1].

Российская Федерация ежегодно сталкивается с различными угрозами как техногенного, так и природного характера, которые в свою очередь представляют угрозу национальной безопасности. Связано это, в первую очередь, с высокой урбанизацией населения, которая влечет за собой:

- увеличение количества потенциально опасных объектов;
- скопление таких объектов на относительно небольшой территории;
- неблагоприятное воздействие человека на окружающую среду, что приводит к изменению климатических условий, увеличению числа чрезвычайных ситуаций и т. д.

Одной из таких угроз является пожар. Согласно статистическим данным ежедневно в нашей стране регистрируется порядка 350–400 пожаров. Каждый 15–17-й пожар уносит одну человеческую жизнь. При каждом 14-м пожаре травмируется один человек, не говоря уже о наносимом колоссальном ущербе [2–9]. Исходя из этого, видим, что пожарная опасность представляет реальную угрозу для нашей страны, а обеспечение пожарной безопас-

ности, наряду с другими людскими потребностями, – одно из важнейших направлений развития Российской Федерации.

Со времен создания первого нормативного документа по пожарной безопасности в России, в котором были изложены пробные основы «бережения от огня», отечественная система обеспечения пожарной безопасности развивалась в зависимости от экономики, культуры, инженерных и научных исследований. Подобная ситуация сложилась и в других развитых странах. Ввиду того, что усилия по созданию нормативно-технических документов в области пожарной безопасности, прилагаемые специалистами и учеными в области пожарной науки в разных странах, долгое время были несогласованными, каждая страна могла предложить свою систему нормирования в области безопасной эвакуации, методологии испытаний конструкций и материалов на пожароопасные свойства, оснащения зданий системами противопожарной защиты и оценки пожарной опасности объектов различного назначения [10].

На сегодняшний день в Российской Федерации основным нормативным документом по пожарной безопасности является Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [12]. Следует отметить, что этот документ, как любой федеральный закон, для практического применения мало удобен, а вот разработанные на его основании документы по стандартизации в области обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации представляют реальный практический интерес для всех, кто сталкивается с вопросами обеспечения пожарной безопасности на объектах различной организационно-правовой формы.

В условиях проводимой в Российской Федерации экономической реформы во всех сферах государственного управления уделяется внимание совершенствованию форм и методов государственного контроля, в том числе в сфере обеспечения

пожарной безопасности [11]. Это связано с тем, что вопросы обеспечения пожарной безопасности являются в настоящее время актуальными для всех отраслей экономики. Требования пожарной безопасности должны быть максимальными, чтобы снизить вероятность возникновения пожаров, и в то же время минимальными – для уменьшения финансовых затрат на установление и эксплуатацию системы обеспечения пожарной безопасности [11].

В своем послании Федеральному Собранию Президент Российской Федерации В. В. Путин указал на необходимость разработки новых подходов в работе контрольных и надзорных органов: «...Надо, наконец, отказаться от самого принципа тотального, бесконечного контроля. Отслеживать ситуацию нужно там, где действительно есть риски или признаки нарушений. Надзорные мероприятия при этом должны осуществляться эффективно, на более качественном уровне. Требования, носящие обязательный характер, должны быть понятны и однозначны» [13].

Вместе с тем, в соответствии с Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р [14] и «Основными направлениями деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2018 года», утвержденными 14 мая 2015 г. постановлением Правительства Российской Федерации [15], в качестве эффективных механизмов взаимодействия общества, бизнеса и государства необходимо создание условий для свободы предпринимательства и конкуренции, развитие механизмов саморегулирования предпринимательского сообщества, а также внедрение дифференцированных (риск-ориентированных) подходов при организации и осуществлении контрольно-надзорной деятельности.

С целью реализации поставленных задач МЧС России была разработана Кон-

цепция основных направлений совершенствования деятельности надзорных органов МЧС России, которая была одобрена на заседании комиссии по ликвидации излишних административных ограничений, затрагивающих интересы малого и среднего предпринимательства и утверждена решением коллегии МЧС России 18 февраля 2015 года [11].

Для успешной реализации направлений совершенствования, изложенных в Концепции, был разработан План реализации Концепции, который был утвержден 27 апреля 2015 года, и активизировалась работа по его исполнению. В частности, разработаны проекты нормативно-правовых актов, направленных на совершенствование работы по обеспечению пожарной безопасности [11].

Принятая Концепция предусматривает внедрение новых методов и форм в организации деятельности надзорных органов и повышение роли субъектов, осуществляющих предпринимательскую деятельность, в области выполнения работ по обеспечению пожарной безопасности, а также профилактической работы по предупреждению пожаров. В связи с этим определено 10 основных направлений совершенствования деятельности надзорных органов МЧС России, одним из которых является разработка и внедрение новых удобных методов обеспечения пожарной безопасности для собственников объектов собственности [11].

Среди таких методов предлагается использовать:

- декларирование пожарной безопасности [16];
- аудит пожарной безопасности [17];
- противопожарное страхование [18, 19];
- деятельность частной пожарной охраны [20, 21];
- систему добровольной сертификации в области обеспечения пожарной безопасности.

Аудит пожарной безопасности предлагалось развивать посредством того, что проведение плановой проверки объекта защиты органами государственного пожарного надзора не планируется в случае, если при проведении аудита на объекте защиты установлено отсутствие угрозы жизни и здоровью людей, а также имуществу третьих лиц [11].

Внеплановая проверка по истечении срока исполнения выданного органом государственного пожарного надзора, предписания в отношении объекта защиты ограничивается документарной проверкой, в случае предоставления в надзорный орган заключения об аудите пожарной безопасности, содержащего информацию о соответствии объекта защиты установленным требованиям. В случаях, если в орган государственного пожарного надзора представлено заключение об аудите пожарной безопасности на объекте защиты, в котором установлено, что отсутствует угроза, проведение плановой выездной проверки ограничивается документарной [11, 22].

При введении аудита пожарной безопасности планировалось установить единую форму заключения об аудите, правила её заполнения, а также возможности электронной регистрации такого заключения [11].

С целью повышения доверия к деятельности организаций, проводящих аудит пожарной безопасности, необходимо также установить механизм проверки органами государственного пожарного надзора таких организаций.

В соответствии со ст. 2 Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ [23] безопасность продукции и связанных с ней процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации (далее – безопасность) – состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, госу-

дарственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений.

Указанной статьей так же определено, что риск – это вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда.

В целях реализации положений Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ [23] и Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [12] определены понятия: пожарного риска, допустимого пожарного риска, индивидуального пожарного риска и социального пожарного риска, а также значения указанных рисков.

Кроме того, в Техническом регламенте о требованиях пожарной безопасности указано, что система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в обязательном порядке должна содержать комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска, установленного настоящим Федеральным законом, и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара.

На основании указанных положений определено, что пожарная безопасность объекта защиты считается обеспеченной при выполнении одного из следующих условий:

– в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом от 27.12.2002 № 184-ФЗ [23], и пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом;

– в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным за-

коном от 27.12.2002 № 184-ФЗ [23], и нормативными документами по пожарной безопасности.

Независимая оценка пожарного риска (аудит пожарной безопасности) – это одна из форм оценки соответствия объектов защиты требованиям пожарной безопасности, что установлено ст. 144 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [12].

Положениями национального стандарта РФ ГОСТ Р 58771-2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска» [24] определено, что основной целью оценки риска является представление на основе объективных свидетельств информации, необходимой для принятия обоснованного решения относительно способов обработки риска.

Оценка риска обеспечивает:

- понимание потенциальных опасностей и воздействия их последствий на достижение установленных целей организации;
- получение информации, необходимой для принятия решений;
- понимание опасности и ее источников;
- идентификацию ключевых факторов, формирующих риск, уязвимых мест организации и ее систем;
- возможность сравнения риска с риском альтернативных организаций, технологий, методов и процессов;
- обмен информацией о риске и неопределенностях;
- информацию, необходимую для ранжирования риска;
- предотвращение новых инцидентов на основе исследования последствий произошедших инцидентов;
- выбор способов обработки риска;
- соответствие правовым и обязательным требованиям;
- получение информации, необходимой для обоснованного решения о принятии риска в соответствии с установленными критериями;

– оценку риска на всех стадиях жизненного цикла продукции.

Пунктом 4 Правил оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска [25] определено, что независимая оценка пожарного риска включает следующее:

а) анализ документов, характеризующих пожарную опасность объекта защиты;

б) обследование объекта защиты для получения объективной информации о состоянии пожарной безопасности объекта защиты и соблюдении противопожарного режима, выявления возможности возникновения и развития пожара и воздействия на людей и материальные ценности опасных факторов пожара, а также для определения наличия условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности;

в) в случаях, установленных нормативными документами по пожарной безопасности, – проведение необходимых исследований, испытаний, расчетов и экспертиз, а в случаях, установленных Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности [12], – расчетов по оценке пожарного риска;

г) подготовка вывода о выполнении требований пожарной безопасности и соблюдении противопожарного режима либо в случае их невыполнения и (или) несоблюдения разработка мер по обеспечению выполнения условий, при которых объект защиты будет соответствовать требованиям пожарной безопасности, и (или) подготовка перечня требований пожарной безопасности, при выполнении которых обеспечивается соблюдение противопожарного режима на объекте защиты.

Проведение на объекте независимой оценки пожарного риска дает собственнику ряд преимуществ.

Первое, независимая оценка пожарного риска (аудита пожарной безопасно-

сти) учитывается при формировании ежегодного плана проведения плановых проверок.

Ранее, до вступления в силу Административного регламента, утвержденного приказом МЧС России от 30.11.2016 № 644 [26] практиковалось отсутствие плановых проверок органами государственного пожарного надзора в течение срока действия заключения. В соответствии с п. 31 Административного регламента, утвержденного Приказом МЧС России от 28.06.2012 № 375 [27] в случае поступления до утверждения ежегодного плана проведение плановых проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в орган государственного пожарного надзора заключения о независимой оценке пожарного риска, плановые проверки в отношении таких объектов защиты планировались:

- по истечении одного года и более со дня поступления в орган государственного пожарного надзора заключения о независимой оценке пожарного риска для объектов защиты, используемых (эксплуатируемых) организациями, осуществляющими отдельные виды деятельности;

- по истечении трех лет со дня поступления в орган государственного пожарного надзора заключения о независимой оценке пожарного риска для иных объектов защиты.

Эти виды деятельности определены Перечнем, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 23.11.2009 № 944 [28].

В настоящее время Административным регламентом, утвержденным Приказом МЧС России от 30.11.2016 № 644 [26] определено в случае принятия заключения о независимой оценке пожарного риска до утверждения ежегодного плана проверки в отношении таких объектов защиты планируются:

- по истечении срока, установленного для данного объекта защиты в зависимости от присвоенной ему категории риска;

- по истечении одного года и более со дня поступления в орган государственного пожарного надзора заключения о независимой оценке пожарного риска для объектов защиты, используемых (эксплуатируемых) организациями, осуществляющими отдельные виды деятельности, Перечнем, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 23.11.2009 № 944 [28].

Но и эти положения действующего нормативного правового акта не являются актуальными, так, согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 09.10.2019 № 1303 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» органы государственного пожарного надзора исключены из Перечня, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 23.11.2009 № 944 [28].

В настоящее время основания включения проверки в ежегодный план проведения плановых проверок юридических лиц и индивидуальных определены п. 21 Положения о федеральном государственном пожарном надзоре [29], а именно истечение в году проведения проверки установленной периодичности с даты:

- ввода объекта защиты в эксплуатацию;

- окончания проведения последней плановой проверки объекта защиты.

Плановые проверки объектов защиты в зависимости от присвоенной категории риска осуществляются со следующей периодичностью:

- для категории чрезвычайно высокого риска – один раз в год;

- для категории высокого риска – один раз в 2 года;

- для категории значительного риска – один раз в 3 года;

- для категории среднего риска – не чаще чем один раз в 5 лет;

- для категории умеренного риска – не чаще чем один раз в 6 лет.

Независимая оценка пожарного риска при определении периодичности

проведения плановых проверок влияет только на отнесение объекта защиты к определённой категории риска.

В случае проведения пожарного аудита объекта защиты (независимой оценки пожарного риска) с выводом о выполнении условий соответствия указанного объекта требованиям пожарной безопасности объекты защиты, подлежащие отнесению в соответствии с критериями тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения на объекте защиты обязательных требований к категории высокого, значительного, среднего, умеренного риска, относятся к категории значительного, среднего, умеренного и низкого риска соответственно.

При проведении пожарного аудита объекта защиты (независимой оценки пожарного риска) с выводом о невыполнении условий соответствия указанного объекта требованиям пожарной безопасности объекты защиты, подлежащие отнесению в соответствии с критериями тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения на объекте защиты обязательных требований к категории значительного, среднего, умеренного и низкого риска, относятся к категории высокого, значительного, среднего и умеренного риска соответственно.

Второе, не менее значимое по важности, – это возможность обоснования допустимости отступлений от требований нормативных документов по пожарной безопасности. Обоснование это выполняется путём проведения расчёта пожарного риска с учётом имеющихся нарушений, при этом подтверждение соответствия объекта требованиям пожарной безопасности выполняется на основании п. 1 ч. 1. ст. 6 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [12]. Актуальность этого преимущества чаще всего обусловлена отсутствием технической возможности выполнения требований нормативных документов по пожарной безопасности (в отдельных случаях проще снести здание и построить новое).

Расчет пожарного риска позволяет оценить степень влияния отдельных отступлений от требований пожарной безопасности на безопасность людей и их допустимость. Методики расчета пожарного риска утверждены МЧС России [30, 31]. В основе расчёта лежит моделирование пожара, в т. ч. распространения опасных факторов пожара в здании и эвакуации людей при пожаре.

Моделирование пожара и эвакуации выполняется с применением программного обеспечения, прошедшего процедуру подтверждения достоверности реализуемых моделей требованиям Методик [30, 31].

При наличии указанных выше положительных моментов проведения независимой оценки пожарного риска (аудита пожарной безопасности) на объекте защиты имеются проблемные вопросы, один из которых – несовершенство методик [30, 31]. А именно – методики содержат положения, позволяющие учитывать влияние отдельных отступлений от требований нормативных документов по пожарной безопасности на величину пожарного риска; это нарушения, связанные с геометрическими параметрами путей эвакуации (протяжённость путей эвакуации, высота и ширина путей эвакуации и выходов, уклоны лестничных маршей и т. д.) и отсутствием или несоответствием нормам систем пожарной автоматики.

Влияние на пожарные риски других нарушений учесть невозможно. Отсюда получается, что все остальные нарушения нельзя обосновать расчётом пожарного риска и единственный способ обеспечения соответствия объекта требованиям пожарной безопасности – это устранение таких нарушений. В пользу данной точки зрения выступают разъяснения федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны» от 10.08.2016 № 440-1-29-13-4 «О разъяснении требований нормативных документов»: «... в соот-

ветствии с п. 4 Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденной приказом МЧС России от 30.06.2009 № 382, результаты и выводы, полученные при определении пожарного риска, используются для обоснования только тех параметров и характеристик зданий, сооружений и строений, которые учитываются в настоящей Методике. В связи с этим отступления от требований нормативных документов по пожарной безопасности в части огнестойкости объекта защиты, противопожарного расстояния, устройства внутреннего противопожарного водопровода и т. д. не допускается обосновывать расчетом пожарного риска».

Согласно п. 63 Административного регламента, утвержденного Приказом МЧС России от 30.11.2016 № 644 [26] в случае проведения расчета по оценке пожарного риска на объект защиты, проверяется:

- соответствие исходных данных, применяемых в расчете, фактическим данным, полученным в ходе его обследования;
- соответствие требованиям, установленным Правилами проведения расчетов по оценке пожарного риска на объект защиты.

При несоответствии результатов расчета по оценке пожарного риска на объекте защиты лицом (лицами), проводящим (проводящими) проверку, выносится в письменном виде мотивированное решение с указанием причин несоответствия расчета по оценке пожарного риска на объекте защиты предъявляемым требованиям и (или) указываются невыполненные меры, разработанные по результатам расчетов пожарных рисков, подтверждающих выполнение условий соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности.

То есть при наличии положительного заключения о независимой оценке пожарного риска на стадии проверки инспектор органа государственного пожарного

надзора может не требовать выполнения только тех мероприятий, которые учитываются в расчете пожарного риска. Другие невыполненные мероприятия не могут быть отмечены как исполненные. И это – при наличии положительного заключения. Как проблемный вопрос, следует отметить, что указанные положения в нормативных правовых актах и документах не прописаны.

Кроме того, как было указано выше, заключение о независимой оценке пожарного риска должно содержать вывод о выполнении требований пожарной безопасности и соблюдении противопожарного режима либо в случае их невыполнения и (или) несоблюдения разработка мер по обеспечению выполнения условий, при которых объект защиты будет соответствовать требованиям пожарной безопасности, и (или) подготовка перечня требований пожарной безопасности, при выполнении которых обеспечивается соблюдение противопожарного режима на объекте защиты.

При этом, в случае невыполнения противопожарного режима на объекте защиты у должностного лица органа государственного пожарного надзора отсутствуют полномочия в отмене зарегистрированного заключения о независимой оценке пожарного риска.

Получается следующая коллизия: имеется заключение с выводом о соответствии объекта требованиям пожарной безопасности, который признаётся государством в лице представителя органа государственного пожарного надзора и не оспаривается им, при этом объект подвергается санкциям за нарушение требований пожарной безопасности.

Тысячи организаций имеют в штате специалистов пожарной безопасности, но у многих организаций работы по охране труда, технике безопасности и пожарной безопасности выполняет один работник. Качество в этом случае не всегда достаточное, в том числе из-за большого количества имеющихся нормативных правовых актов и документов по пожарной безопасности.

В связи с этим продолжение работы по внедрению и развитию в Российской Федерации института независимой оценки пожарного риска (аудита пожарной безопасности) является актуальной задачей, в том числе в рамках страхования ответственности. Это может быть выгодно как среднему, так и малому бизнесу.

Институт страхования является эффективным рыночным инструментом влияния на состояние систем безопасности объектов страховой защиты во многих странах. Во всём мире страховые компании являются одним из крупных игроков в обеспечении промышленно-технической, пожарной и охранной безопасности. При правильной организации технологий страхования, страховая компания эффективно выполняет функции предупреждения страховых случаев, осуществляет превентивные меры по обеспечению безопасности.

При наличии явных положительных моментов проведения независимой оценки пожарного риска (аудита пожарной безопасности) в ходе анализа правоприменительной практики выявлен ряд проблемных вопросов.

1. Отсутствие в законодательстве Российской Федерации права у должностного лица об отмене заключения о независимой оценке пожарного риска (аудита по-

жарной безопасности) в случае невыполнения на объекте защиты Правил противопожарного режима (нарушений требований пожарной безопасности режимного характера).

В качестве решения указанной проблемы необходимо внести соответствующие изменения в Административный регламент, утвержденный приказом МЧС России от 30.11.2016 № 644 [26].

2. В законодательстве Российской Федерации отсутствует порядок (имеются только письма) устранения нарушений требований пожарной безопасности, которые не учитываются в расчете пожарного риска.

В качестве решения указанного вопроса необходимо внести соответствующие изменения в Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [12], Административный регламент, утвержденный Приказом МЧС России от 30.11.2016 № 644 [26].

Как показала десятилетняя практика, институт независимой оценки пожарного риска в настоящий момент времени требует корректировки и дополнения ряда нормативно-правовых актов как на уровне законодательства Российской Федерации, так и локальных нормативных документов МЧС России.

Литература

1. Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года: указ Президента Российской Федерации от 01.01.2018 № 2 // Собрание законодательства Российской Федерации от 8 января 2018 г. № 2 ст. 411. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 28.09.2020).
2. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году: стат. сб. // Статистика пожаров и их последствий / под общ. ред. В. И. Климкина. М., 2012. 137 с.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2012 году: стат. сб. // Статистика пожаров и их последствий / под общ. ред. В. И. Климкина. М., 2013. 137 с.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2013 году: стат. сб. // Статистика пожаров и их последствий / под общ. ред. В. И. Климкина. М., 2014. 137 с.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году: стат. сб. // Статистика пожаров и их последствий / под общ. ред. А. В. Матюшина. М., 2015. 124 с.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: стат. сб. // Статистика пожаров и их последствий / под общ. ред. А. В. Матюшина. М., 2016. 124 с.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: стат. сб. // Статистика пожаров и их последствий / под общ. ред. Д. М. Гордиенко. М., 2017. 125 с.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2017 году: стат. сб. // Статистика пожаров и их последствий / под общ. ред. Д. М. Гордиенко. М., 2018. 125 с.
9. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: стат. сб. // Статистика пожаров и их последствий / под общ. ред. Д. М. Гордиенко. М., 2019. 125 с.

10. Григорьева М. П. Инновации в нормативно-технической документации по обеспечению пожарной безопасности // Технологии техносферной безопасности. 2015. № 2.

11. Арсланбекова А. З., Алдеров И. С. Основные направления совершенствования деятельности государственного пожарного надзора // Юридический вестник Дагестанского государственного университета. 2016. № 2.

12. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон Российской Федерации от 22.07.2008 № 123-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации от 28 июля 2008 г. № 30 (часть I) ст. 3579 / Доступ из справ.-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 28.09.2020).

13. Послание Президента РФ В. В. Путина Федеральному Собранию РФ от 4 декабря 2014 г. // Парламентская газета от 5–11 декабря 2014 г. № 43. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 28.09.2020).

14. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года: распоряжение Правительства РФ от 17 ноября 2008 г. № 1662-р // Собрание законодательства Российской Федерации от 24 ноября 2008 г. № 47 ст. 5489. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 28.09.2020).

15. Основные направления деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2018 года (новая редакция): утв. Правительством Российской Федерации 14.05.2015 № 2914п-ПП13 // Текст основных направлений официально опубликован не был. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 28.09.2020).

16. Склярченко З. А. Независимая оценка пожарного риска (аудит пожарной безопасности) и декларирование пожарной безопасности // Бухгалтерский учёт в бюджетных и некоммерческих организациях. 2010. № 3.

17. Дубровская Ю. А., Брагиш А. В. Об аудите пожарной безопасности // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 6–1 (37).

18. Макаревич А., Козлов В. О противопожарном страховании. URL: <http://gia.ru/o№li№e/20100205/208238596.html> (дата обращения: 24.01.2016).

19. Калач Е. В. Из истории противопожарного страхования в Российской империи 1867–1915 гг.: на материалах Воронежской губернии // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2014. № 3 (12).

20. Георгиев В. В. Подразделения добровольной пожарной охраны как механизм реализации органами местного самоуправления вопроса местного значения в виде обеспечения первичных мер пожарной безопасности (на примере г. Сочи) // Вестник Краснодарского университета МВД России. 2010. № 1.

21. Сметанкина Г. И., Шуткина С. А. Правовое регулирование деятельности добровольной пожарной охраны // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2015. № 4 (17).

22. Серёгин С. Н. О концепции основных направлений совершенствования деятельности надзорных органов МЧС России. URL: <http://avtoritet.№et/library/press/245/17538/articles/17587> (дата обращения: 24.09.2020).

23. О техническом регулировании: федер. закон Российской Федерации от от 27 декабря 2002 г. №184-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации от 30 декабря 2002 г. № 52 (часть I) ст. 5140. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 28.09.2020).

24. Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 58771–2019 «Менеджмент риска. Технологии оценки риска» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 17 декабря 2019 г. №1405-ст) // Стандартиформ. М., 2020.

25. Об утверждении Правил оценки соответствия объектов защиты (продукции) установленным требованиям пожарной безопасности путем независимой оценки пожарного риска: Постановление Правительства РФ от 7 апреля 2009 г. № 304 // Российская газета от 14 апреля 2009 г. № 64. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 28.09.2020).

26. Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности: приказ МЧС России от 30 ноября 2016 г. № 644 // Официальный интернет-портал правовой информации (www.pravo.gov.ru) (дата обращения: 28.09.2020).

27. Об утверждении Административного регламента Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий исполнения государственной функции по надзору за выполнением требований пожарной безопасности: приказ МЧС России от 28 июня 2012 г. № 375// Российская газета от 22 августа 2012 г. № 192. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 28.09.2020).

28. Об утверждении перечня видов деятельности в сфере здравоохранения, сфере образования и социальной сфере, осуществляемых юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, в отноше-

нии которых плановые проверки проводятся с установленной периодичностью: Постановление Правительства Российской Федерации от 23.11.2009 № 944 // Собрание законодательства Российской Федерации от 30 ноября 2009 г. № 48 ст. 5824. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 28.09.2020).

29. О федеральном государственном пожарном надзоре: постановление Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2012 г. № 290 // Собрание законодательства Российской Федерации от 23 апреля 2012 г. № 17 ст. 1964. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 28.09.2020).

30. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: приказ МЧС Российской Федерации от 30.06.2009 № 382 // Российская газета от 28 августа 2009 г. № 161. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 28.09.2020).

31. Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах: приказ МЧС России от 10.07.2009 № 404 // Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти от 14 сентября 2009 г. № 37. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант» (дата обращения: 28.09.2020).

References

1. Ob utverzhdenii Osnov gosudarstvennoj politiki Rossijskoj Federacii v oblasti pozharnoj bezopasnosti na period do 2030 goda: ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 01.01.2018 № 2 // sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii ot 8 janvarja 2018 g. №2 st. 411. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant» (data obrashhenija: 28.09.2020).

2. Pozhary i pozharnaja bezopasnost' v 2011 godu: stat. sb. // Statistika pozharov i ih posledstvij / pod obsh. red. V. I. Klimkina. M., 2012. 137 s.

3. Pozhary i pozharnaja bezopasnost' v 2012 godu: stat. sb. // Statistika pozharov i ih posledstvij / pod obsh. red. V. I. Klimkina. M., 2013. 137 s.

4. Pozhary i pozharnaja bezopasnost' v 2013 godu: stat. sb. // Statistika pozharov i ih posledstvij / pod obsh. red. V. I. Klimkina. M., 2014. 137 s.

5. Pozhary i pozharnaja bezopasnost' v 2014 godu: stat. sb. // Statistika pozharov i ih posledstvij / pod obsh. red. A. V. Matjushina. M., 2015. 124 s.

6. Pozhary i pozharnaja bezopasnost' v 2015 godu: stat. sb. // Statistika pozharov i ih posledstvij / pod obsh. red. A. V. Matjushina. M., 2016. 124 s.

7. Pozhary i pozharnaja bezopasnost' v 2016 godu: stat. sb. // Statistika pozharov i ih posledstvij / pod obsh. red. D. M. Gordienko. M., 2017. 125 s.

8. Pozhary i pozharnaja bezopasnost' v 2017 godu stat. sb. // Statistika pozharov i ih posledstvij / pod obsh. red. D. M. Gordienko. M., 2018. 125 s.

9. Pozhary i pozharnaja bezopasnost' v 2018 godu: stat. sb. // Statistika pozharov i ih posledstvij / pod obsh. red. D. M. Gordienko. M., 2019. 125 s.

10. Grigor'eva M. P. Innovacii v normativno-tehnicheskoy dokumentacii po obespecheniju pozharnoj bezopasnosti // Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti. 2015. № 2.

11. Arslanbekova A. Z., Alderov I. S. Osnovnye napravlenija sovershenstvovaniya dejatel'nosti gosudarstvennogo pozharnogo nadzora // Juridicheskij vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo universiteta. 2016. № 2.

12. Tehnicheskij reglament o trebovanijah pozharnoj bezopasnosti: Federal'nyj zakon Rossijskoj Federacii ot 22.07.2008 № 123-FZ // Sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii ot 28 ijulja 2008 g. №30 (chast' I) st. 3579. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant» (data obrashhenija: 28.09.2020).

13. Poslanie Prezidenta RF V. V. Putina Federal'nomu Sobraniju RF ot 4 dekabnja 2014 g. // Parlamentskaja gazeta ot 5–11 dekabnja 2014 g. № 43. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant» (data obrashhenija: 28.09.2020).

14. Koncepcija dolgosrochnogo social'no-jekonomicheskogo razvitija Rossijskoj Federacii na period do 2020 goda: rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 17 nojabnja 2008 g. № 1662-r // Sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii ot 24 nojabnja 2008 g. № 47 st. 5489. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant» (data obrashhenija: 28.09.2020).

15. Osnovnye napravlenija dejatel'nosti Pravitel'stva Rossijskoj Federacii na period do 2018 goda (novaja redakcija): utv. Pravitel'stvom Rossijskoj Federacii 14.05.2015 № 2914p-P13 // Tekst osnovnyh napravlenij oficial'no opublikovan ne byl. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant» (data obrashhenija: 28.09.2020).

16. Skljarenko Z. A. Nezavisimaja ocenka pozharnogo riska (audit pozharnoj bezopasnosti) i deklarirovanie pozharnoj bezopasnosti // Buhgalterskij uchjot v bjudzhetnyh i nekommercheskih organizacijah. 2010. № 3.

17. Dubrovskaja Ju. A., Bragish A. V. Ob audite pozharnoj bezopasnosti // Mezhdunarodnyj nauchnoissledovatel'skij zhurnal. 2015. № 6–1 (37).

18. Makarevich A., Kozlov V. O protivopozharnom strahovanii. URL: <http://ria.ru/oNeli№e/20100205/208238596.html> (data obrashhenija: 24.01.2016).

19. Kalach E. V. Iz istorii protivopozharnogo strahovanija v Rossijskoj imperii 1867–1915 gg.: na materialah Voronezhskoj gubernii // Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MChS Rossii. 2014. № 3 (12).

20. Georgiev V. V. Podrazdelenija dobrovol'noj pozharnoj ohrany kak mehanizm realizacii organami mestnogo samoupravlenija voprosa mestnogo znachenija v vide obespechenija pervichnyh mer pozharnoj bezopasnosti (na primere g. Sochi) // Vestnik Krasnodarskogo universiteta MVD Rossii. 2010. № 1.

21. Smetankina G. I., Shutkina S. A. Pravovoe regulirovanie dejatel'nosti dobrovol'noj pozharnoj ohrany // Vestnik Voronezhskogo instituta GPS MChS Rossii. 2015. № 4 (17).

22. Serjogin S. N. O koncepcii osnovnyh napravlenij sovershenstvovanija dejatel'nosti nadzornyh organov MChS Rossii. URL: <http://avtoritet.net/library/press/245/17538/articles/17587> (data obrashhenija: 24.09.2020).

23. O tehničeskom regulirovanii: feder. zakon Rossijskoj Federacii ot 27 dekabrya 2002 g. № 184-FZ // Sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii ot 30 dekabrya 2002 g. № 52 (chast' I) st. 5140. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant» (data obrashhenija: 28.09.2020).

24. Nacional'nyj standart RF GOST R 58771–2019 «Menedzhment riska. Tehnologii ocenki riska» (utv. i vveden v dejstvie prikazom Federal'nogo agentstva po tehničeskomu regulirovaniju i metrologii ot 17 dekabrya 2019 g. №1405-st) // Standartinform. M., 2020.

25. Ob utverzhenii Pravil ocenki sootvetstvija ob#ektov zashhity (produkcii) ustanovlennym trebovanijam pozharnoj bezopasnosti putem nezavisimoj ocenki pozharnogo riska: postanovlenie Pravitel'stva RF ot 7 aprelja 2009 g. № 304 // Rossijskaja gazeta ot 14 aprelja 2009 g. № 64. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant» (data obrashhenija: 28.09.2020).

26. Ob utverzhenii Administrativnogo reglamenta Ministerstva Rossijskoj Federacii po delam grazhdanskoj oborony, chrezvychajnym situacijam i likvidacii posledstvij stihijnyh bedstvij ispolnenija gosudarstvennoj funkcii po nadzoru za vypolnieniem trebovanij pozharnoj bezopasnosti: prikaz MChS Rossii ot 30 nojabrja 2016 g. № 644 // Oficial'nyj internet-portal pravovoj informacii (www.pravo.gov.ru). 16 janvarja 2017 g. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant» (data obrashhenija: 28.09.2020).

27. Ob utverzhenii Administrativnogo reglamenta Ministerstva Rossijskoj Federacii po delam grazhdanskoj oborony, chrezvychajnym situacijam i likvidacii posledstvij stihijnyh bedstvij ispolnenija gosudarstvennoj funkcii po nadzoru za vypolnieniem trebovanij pozharnoj bezopasnosti: Prikaz MChS Rossii ot 28 ijunja 2012 g. №375// Rossijskaja gazeta ot 22 avgusta 2012 g. № 192. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant» (data obrashhenija: 28.09.2020).

28. Ob utverzhenii perechnja vidov dejatel'nosti v sfere zdravooohranenija, sfere obrazovanija i social'noj sfere, osushhestvljaemyh juridicheskim licami i individual'nymi predprinimateljami, v otnoshenii kotoryh planovye proverki provodjatsja s ustanovlennoj periodičnost'ju: Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 23.11.2009 № 944 // sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii ot 30 nojabrja 2009 g. № 48 st. 5824 Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant» (data obrashhenija: 28.09.2020).

29. O federal'nom gosudarstvennom pozharnom nadzore: Postanovlenie Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 12 aprelja 2012 g. № 290 // sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii ot 23 aprelja 2012 g. № 17 st. 1964. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant» (data obrashhenija: 28.09.2020).

30. Ob utverzhenii metodiki opredelenija raschetnyh veličin pozharnogo riska v zdaniyah, sooruzhenijah i stroenijah različnyh klassov funkcional'noj pozharnoj opasnosti: Prikaz MChS Rossijskoj Federacii ot 30.06.2009 № 382 // Rossijskaja gazeta ot 28 avgusta 2009 g. № 161. Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant» (data obrashhenija: 28.09.2020).

31. Ob utverzhenii metodiki opredelenija raschetnyh veličin pozharnogo riska na proizvodstvennyh ob#ektah: Prikaz MChS Rossii ot 10.07.2009 №404 // Bjuulleten' normativnyh aktov federal'nyh organov ispolnitel'noj vlasti ot 14 sentjabrja 2009 g. № 37 Dostup iz sprav.-pravovoj sistemy «Garant» (data obrashhenija: 28.09.2020).

**ВЗРЫВНОЕ ТЕРМИЧЕСКОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ:
ПРИЧИНЫ И ПУТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ****CAUSES AND METHODS OF PREVENTING EXPLOSIVE THERMAL
DECOMPOSITION OF AMMONIUM NITRATE**

*Марков В. Ф., доктор химических наук, профессор,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург,
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург,
Маскаева Л. Н., доктор химических наук, профессор,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург,
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург,
Markov E., étudiante (2070035),
Collège de Bois-de-Boulogne, Montréal, QC, Canada*

*Markov V. F., Maskaeva L. N., Ural Federal University
named after the First President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg,
Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg,
Markov E., Collège de Bois-de-Boulogne, Montréal, QC, Canada*

Учитывая противоречивость данных о причинах катастрофических взрывов аммиачной селитры и необходимость обеспечения гарантированной безопасности при обращении с ней, в настоящей статье предпринята попытка анализа причин и механизма ее взрывного термического разложения. Рассмотрено влияние на этот процесс протекающих при термическом разложении автокаталитических реакций, обеспечивающих саморазогрев селитры, условий и веществ, катализирующих ее разложение. Отдельно рассмотрены приемы и пути предотвращения взрывного механизма термического разложения аммиачной селитрой, связанные с добавками определенных веществ неорганической и органической природы, а также механизм их действия.

Ключевые слова: аммиачная селитра, взрывное термическое разложение, механизм термического разложения, взрывопожаробезопасность, вещества-стабилизаторы.

Considering the inconsistency of data on the causes of catastrophic explosions of ammonium nitrate and the need to ensure guaranteed safety when handling it, this article attempts to analyze the causes and mechanism of its explosive thermal decomposition. The influence of the conditions and substances that catalyze its decomposition on this process, which occur during the thermal decomposition of autocatalytic reactions that provide self-heating of nitrate, is considered. Methods and ways of preventing the explosive mechanism of thermal decomposition by ammonium nitrate associated with the addition of certain substances of inorganic and organic nature, as well as the mechanism of their action, are considered separately.

Keywords: ammonium nitrate, explosive thermal decomposition, mechanism of thermal decomposition, explosion and fire safety, stabilizing substances.

Введение

Нитрат аммония или аммиачная селитра NH_4NO_3 была впервые синтезирована Иоганном Глаубером в 1659 г. В обычном состоянии это кристаллическое вещество белого цвета, имеющее молекулярную массу 80.04 а. е. м., плавится при атмосферном давлении и температуре $169.6\text{ }^\circ\text{C}$ [1, 2]. Учитывая, что содержание азота в аммиачной селитре достигает 35 масс. %, она считается одним из самых эффективных азотных удобрений и широко используется в сельском хозяйстве. Отличается хорошей растворимостью в воде с выраженным эндотермическим эффектом (до $212\text{ г}/100\text{ мл}$ при $25\text{ }^\circ\text{C}$ [1]), а также в этиловом и метиловом спиртах, ацетоне, пиридине и жидком аммиаке [3]. Аммиачная селитра относится к сильно гигроскопичным веществам, при этом скорость поглощения влаги из воздуха с повышением температуры резко увеличивается. Особенностью кристаллического строения аммиачной селитры является выраженный полиморфизм: наличие в зависимости от температуры пяти различных полиморфных модификаций при нормальном давлении и еще трех при высоких давлениях ($86\text{--}270\text{ МПа}$) и сверхнизких температурах [4, 5]. Так, при температурах ниже минус $16.9\text{ }^\circ\text{C}$ она кристаллизуется в гексагональной решетке, далее до $32.3\text{ }^\circ\text{C}$ в ромбической бипирамидальной, в диапазоне $32.3\text{--}84.2\text{ }^\circ\text{C}$ в ромбической моноклинной, в диапазоне $84.2\text{--}125.2\text{ }^\circ\text{C}$ тетрагональной и выше до температуры плавления в кубической [1, 2]. Следствием высокой гигроскопичности и полиморфизма, приводящих к изменению объема частиц аммиачной селитры, в ней активно развиваются процессы самопроизвольного уплотнения и слеживания [6]. С увеличением степени измельчения слеживаемость селитры резко возрастает [2, 7, 8].

Из химических свойств аммиачной селитры следует отметить ее взаимодействие со щелочами, сопровождающееся выделением аммиака, а также высокую

окислительную способность при определенных условиях по отношению к нитридам и органическим соединениям. Она легко взаимодействует также с серой, некоторыми сульфидами и другими сернистыми соединениями, а также с такими металлами, как цинк, медь, кадмий, никель, магний, висмут, особенно в тонкодисперсном состоянии, и с некоторыми их солями [1, 2, 9].

Особо следует остановиться на поведении аммиачной селитры при ее нагревании и детонационном воздействии. По имеющейся статистике, это две основные причины взрывного разложения этого соединения, представляющего большую опасность при его производстве (категории пожаробезопасности Б и В), транспортировке, хранении и использовании. При взрыве 1 кг аммиачной селитры выделяется более 300 ккал тепла, а при больших количествах она может детонировать со скоростью $1.5\text{--}2.5\text{ км}/\text{с}$. Благодаря этой особенности аммиачная селитра используется в качестве сырья для производства взрывчатых веществ: аммонитов (смесей с древесной мукой и другими органическими материалами), аммоналов (смесей с алюминиевым порошком), а также как компонент экологически безопасных твердофазных ракетных топлив [10]. По этой причине свободная продажа аммиачной селитры в ряде стран даже в качестве удобрения имеет серьезные ограничения или даже полностью запрещена.

Процесс неконтролируемого разложения аммиачной селитры, инициированный, как правило, интенсивным нагревом либо сильным механическим воздействием, приводил нередко к трагическим последствиям и серьезным материальным потерям. За последние 120 лет есть описания десятков взрывов аммиачной селитры в различных странах мира (Германия, США, Франция, Бельгия, Испания, Канада, Румыния, Финляндия), количество которой составляло от нескольких фунтов (Великобритания, Генсингтон, 1896 г.) до 4500

тонн (Оппау, Германия, 1921 г.), повлекшие значительные разрушения и гибель сотен людей [1, 10–15]. Последний из подобных случаев произошел в порту г. Бейрута (Ливан) 4 августа 2020 г., где взорвалось около 2750 т этого вещества, хранившегося на складе в течение нескольких лет.

Взрыв в 1916 г. на заводе в г. Фавершем (Великобритания) – первая катастрофа, причиной которой стала аммиачная селитра. Он остаётся самой масштабной трагедией в истории британской промышленности [1, 10]. В результате взрыва погибло 115 человек.

Техногенная катастрофа 21 сентября 1921 г. на химическом предприятии компании BASF, расположенном близ городка Оппау (Германия), стала самым мощным взрывом с участием аммиачной селитры [1, 13]. Взорвалось 12 тыс. тонн смеси аммонийных солей, в которой было около 4500 тонн NH_4NO_3 . Энергия взрыва оценивается в четыре-пять килотонн. Жертвами катастрофы стал 561 человек, включая четверых в Маннгейме, расположенном в 7 км от места взрыва, а 1500 человек получили ранения. В Оппау было разрушено 75 % зданий. Существуют различные оценки размеров кратера, образовавшегося в результате взрыва. Проведенный анализ [13] даёт следующие его параметры: глубина около 10 м, ширина 75 м и длина 115 м.

Крупнейшим по числу жертв от взрыва аммиачной селитры считается детонация французского судна Grandcamp в порту г. Техас-Сити (США) с грузом около 2300 тонн NH_4NO_3 16 апреля 1947 г. [1, 12,

13]. Пожар возник в грузовом отсеке, в который в бумажных мешках была загружена аммиачная селитра. В результате взрыва произошли серьезные разрушения в порту и возник пожар. Вода у пирса, где стояло судно, испарилась, обнажив дно, взрывная волна сбила два небольших самолёта, облетавших судно. В результате последовавших затем взрывов и пожаров на двух соседних судах с аналогичным грузом погиб в общей сложности 581 человек и более 5000 пострадали.

Несколько мощных взрывов аммиачной селитры прогремело в последние 20 лет. Так, 21 сентября 2001 г. юго-западнее г. Тулуза (Франция) на заводе удобрений Azote Fertilisant (AZF) взорвался склад с 300 т аммиачной селитры [1, 10, 15]. Взрыв вызвал сотрясение почвы, сопоставимое с землетрясением магнитудой 3.4, погиб 31 человек, ранения получили более 10 тысяч человек, из них 2.5 тысячи тяжелые. Размеры кратера, образовавшегося после взрыва, составили 40 м в диаметре и 7 м в глубину.

12 августа 2015 г. в г. Тяньцзинь (Северный Китай) в результате возгорания на складе химикатов логистической компании Ruihai, содержащем аммиачную селитру, произошло два взрыва мощностью в 3 и 21 т в тротиловом эквиваленте (рис. а) [14]. Погибли 165 человек, 8 человек пропали без вести, более 700 человек получили ранения. Взрывная волна ощущалась на расстоянии нескольких десятков километров. Были уничтожены или повреждены более 300 зданий. Ущерб от взрыва был оценен в \$1.5 млрд.

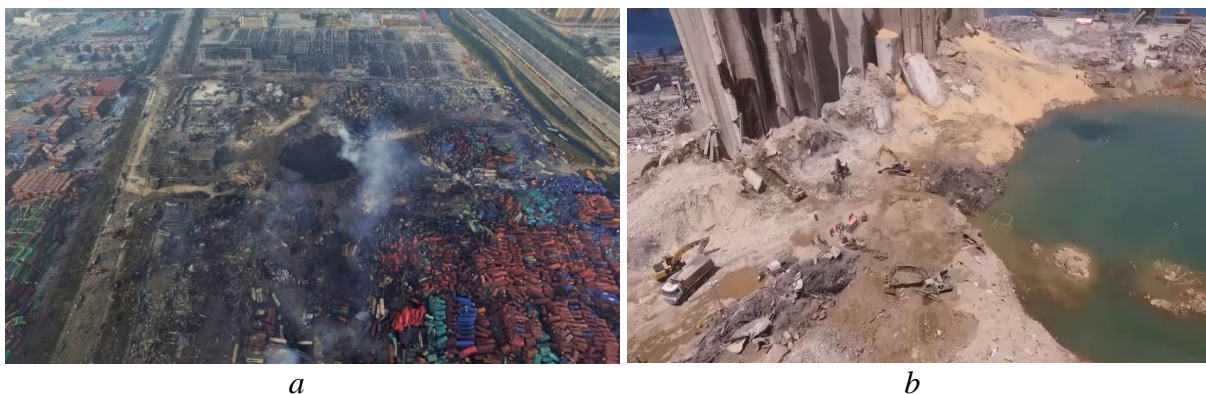


Рисунок. Эпицентры взрывов аммиачной селитры на складе логистической компании Ruihai в г. Тяньцзинь (Китай) 12 августа 2015 г. (a) и склада аммиачной селитры в порту г. Бейрута (Ливан) 4 августа 2020 г (b)

Взрыв в порту Бейрута 4 августа 2020 г. склада аммиачной селитры (2750 т) по своей мощности оказался пятым среди крупнейших неядерных взрывов в истории человечества (рис. b). Сейсмические станции зарегистрировали его как землетрясение магнитудой 3.3 балла. Толчок от взрыва ощутили жители Сирии, Израиля и Турции. Погибло более 180 человек, еще несколько тысяч получили ранения. Городу и экономике Ливана нанесен колоссальный ущерб: практически разрушен сам порт, повреждены или полностью уничтожены тысячи зданий, более 300 тыс. человек остались без жилья.

Известны также взрывы концентрированных растворов и плава аммиачной селитры в многотоннажных технологических агрегатах при выпарке растворов селитры [10, 16]. Многолетняя практика применения аммиачной селитры показала, что при соблюдении определенных условий хранения, перевозки и обращения возможность взрыва может быть практически исключена. Введение необоснованно жестких ограничений, в частности, на территории Евросоюза в сфере транспортировки и обращения с аммиачной селитрой ведет к существенному сокращению использования ценного удобрения. С другой стороны, нельзя считать это соединение в полной мере безопасным и игнорировать риски возникновения неуправляемых опасных ситуаций на любой стадии производства,

хранения и транспортировки этого соединения.

Существует очевидное противоречие между статистикой разрушительных взрывов и взрывчатыми свойствами этого материала, определяемыми при стандартных испытаниях. Чистая аммиачная селитра при нормальных условиях обладает очень низкой восприимчивостью к обычным механическим и тепловым воздействиям. Возбудить детонацию этой соли иначе как передачей энергии от других взрывчатых веществ пока не удавалось. Известно, что ее взрывоопасность может быть также значительно снижена путем добавления ряда веществ. Так, при повышении влагосодержания до 3 % аммиачная селитра теряет способность взрываться даже при использовании мощного детонатора. В связи с этим причины ее катастрофических взрывов, скорее всего, следует искать в изменении привычного поведения селитры из-за воздействия различных химических или физических факторов, в частности, присутствия катализирующих процесс примесей, степени дисперсности материала, других факторов, ускоряющих развитие начальной фазы разложения [17]. Как отмечается в [18], происшедшие взрывы относительно чистой аммиачной селитры вызывались исключительно процессом ее термического разложения в замкнутом пространстве. Есть также данные, основанные, в частности, на катастрофе в Оппау [1,

13, 15], что причиной взрывного процесса разложения аммиачной селитры может быть интенсивное механическое воздействие на ее слежавшуюся массу. Однако имеющиеся сведения о причинах взрывов в большинстве своем противоречивы, так как до настоящего времени отсутствует ясное понимание механизма взрывного разложения аммиачной селитры и основных факторов, вызывающих развитие этого процесса. Несмотря на сотни статей, появившихся за прошедшие годы на эту тему, как справедливо отметили авторы работы [19], представления о механизме разложения аммиачной селитры, остаются лишь не намного полнее, чем это было описано в трактате ее открывателя И. Берто в 1892 г.

В связи с этим и в первую очередь учитывая вопросы обеспечения гарантированной безопасности при обращении с аммиачной селитрой, в настоящей статье предпринята попытка анализа имеющихся данных по механизму и причинам ее взрывного термического разложения, а также предлагаемых приемов ингибирования и предотвращения этого процесса на практике.

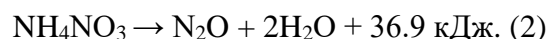
Результаты и обсуждение

Нагревание аммиачной селитры на воздухе в зависимости от температуры может приводить к образованию различных газообразных по своей природе конечных продуктов, и описывается протеканием серии химических реакций [1, 2, 7, 20–24]. Так, при медленном и продолжительном нагревании при относительно низких температурах она постепенно диссоциирует на аммиак и азотную кислоту [7] в соответствии с уравнением:

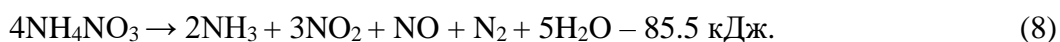
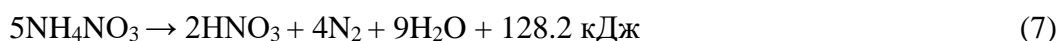
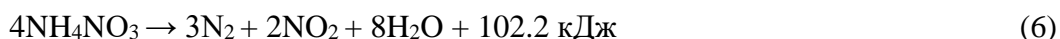
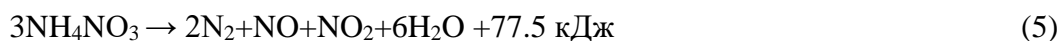


Эта реакция заметно интенсифицируется при 110 °С и имеет выраженный эндотермический характер. При нагревании до 165 °С потеря массы селитры не превышает 6 % в сутки, а скорость ее разложения, кроме температуры, может зависеть также от степени ее дисперсности, содержания определенных примесей как ускоряющих, так и ингибирующих процесс, некоторых других факторов. Отметим, что данная реакция является основным источником накопления в системе азотной кислоты, обладающей выраженным каталитическим действием на процесс дальнейшего разложения аммиачной селитры за счет окисления аммонийной компоненты соединения.

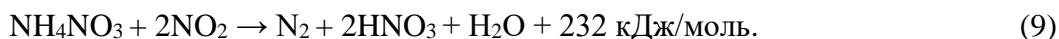
Дальнейшее повышение температуры приводит к радикальному изменению механизма разложения селитры. Во-первых, учитывая его многостадийность, суммарный результат тепловых эффектов всего процесса обеспечивает ряд возможных реакций, протекающих со значительным выделением тепла, а, во-вторых, основными продуктами разложения являются в основном газообразные оксиды азота, азот и вода. Основной реакцией, протекающей до температуры плавления, рассматривается, как правило, следующая:



Нагревание выше температуры плавления (до ~220–240 °С) приводит к резкому ускорению скорости разложения. Процесс приобретает слабоуправляемый характер, сопровождаясь вспышками расплавленной массы. При этом наряду с парами воды, азотом и его оксидами (N_2O , NO , NO_2 , N_2O_5) в продуктах обнаруживается также кислород и аммиак. Согласно [9] в системе возможно протекание следующих химических реакций:



Если в интервале температур 200–270 °С в основном реализуется реакция разложения в соответствии с уравнением (2), отличающаяся относительно низким тепловыделением, то нагревание до 300 °С фактически придает процессу взрывной характер. В этом случае суммарное тепловыделение на 1 кг массы селитры достигает по различным оценкам от 1450 до 1600 кДж. В ряде других публикаций [25–27] приводятся возможные реакции, несколько отличающиеся значениями тепловых эффектов для приведенных выше процессов (1–8). Так, в работе [25] отмечается, что тепловой эффект реакции (2),



Тепловой эффект этой реакции из расчета на 1 моль вещества в 6.2 раза превышает тепловыделение по реакции (2). В итоге с увеличением вклада в общий процесс реакции (9) даже при более низких исходных температурах процесс разложения потенциально приобретает взрывной характер. Добавим также, что эндотермический характер некоторых стадий процесса разложения может перейти в экзотермический при повышении давления в системе выше 2.0 МПа [28, 30], в частности, за счет замкнутости объема.

В работах [20, 21, 26, 31] приведены полученные аналитические зависимости скорости разложения и тепловыделения от состава реакционной системы на основе аммиачной селитры, которые могут быть использованы для оценки возможности ее теплового самовоспламенения, способствующего переходу к взрывному процессу. Проведенные многочисленные исследования [20–21, 31, 32] термического

протекающей при 185–200 °С, равен 126.96 кДж/моль, а тепловыделение в реакции (6), являющейся одной из основных, при температуре 400 °С и выше, где разложение приобретает взрывной характер составляет 123.6 кДж/моль. Важно отметить, что некоторые из продуктов, такие как диоксид азота, азотная кислота и вода, сами могут ускорять разложение, придавая ему автокаталитический характер [28]. В частности, наибольший вклад в это вносит образующийся по реакциям (4 и 8) диоксид азота при своем взаимодействии с оставшейся аммиачной селитрой [29]:

превращения аммиачной селитры привели к установлению ряда фундаментальных закономерностей, которые позволили сформировать общие представления о механизме ее разложения и объяснить наблюдаемые процессы термического распада [31]:

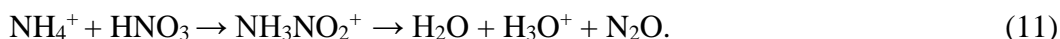
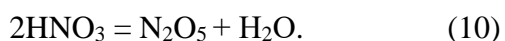
- базовой реакцией разложения аммиачной селитры является ее диссоциация с образованием NH_3 и HNO_3 ;

- скорость диссоциации NH_4NO_3 существенно выше скоростей разложения HNO_3 и солей аммония на основе стабильных кислот и аммиака, что позволяет сделать вывод о том, что прямое разложение ионов NH_4^+ и NO_3^- не оказывает заметного влияния на процесс разложения селитры;

- сильно ускоряют разложение присутствие азотной и минеральных кислот, а введение оснований ингибирует реакцию разложения.

Как было отмечено в [24], при диссоциации аммиачной селитры в процессе

ее нагревания на аммиак и азотную кислоту, эти компоненты в начальный период равновесно распределяются между газовой и конденсированной средой. Однако учитывая, что летучесть аммиака намного выше, чем азотной кислоты, он быстро переходит в газовую фазу над исследуемой системой, а конденсированная фаза в результате постепенно обогащается азотной кислотой. Этот эффект тем интенсивнее, чем больше свободный газовый объем. В свою очередь, накапливающаяся азотная кислота активно окисляет образующиеся в процессе разложения ионы аммония NH_4^+ . В условиях замкнутой системы реакция идет с самоускорением, величина которого тем больше, чем меньше газовый объем и выше давление. Различия в скорости выделения тепла при этом между двумя предельными случаями (полностью открытого и замкнутого объемов) могут достигать 25–30 раз. Дополнительный вклад в окисление аммонийной компоненты, как отмечается в [31], будет давать также оксид азота N_2O_5 , образующийся при высокотемпературном разложении азотной кислоты:



Кроме того, как уже отмечалось выше, в этой системе равновероятно окисление иона NH_4^+ молекулами N_2O_5 , образующимися из HNO_3 по реакции (10). В совокупности с передачей протона с H_3O^+ на NO_3^- предложенный механизм приводит к выводу, что с высокой долей вероятности основной реакцией разложения аммиачной селитры является выражение (2). Добавим, что по кинетическим данным, приведенным в [37, 38], в области температур 100–150 °С отмечается уменьшение термической стабильности аммиачной селитры также под действием серной и фосфорной кислот по механизму аналогичному с участием образующейся азотной кислоты.

Аналогично азотной кислоте и диоксиду азота (V) на процесс термического разложения селитры оказывают влияние также пары воды [26, 33–36]. Увлажнение соединения до 1 % заметно снижает его термическую стабильность. При влажности 1.7 % температура плавления уменьшается до 160 °С, при 2.5 % – до 140 °С [16], понижая тем самым температуру разложения и увеличивая пожароопасность процесса. Следует сказать, что это влияние резко снижается с увеличением содержания воды в аммиачной селитре выше 3 %. При такой степени увлажнения техническая селитра не взрывается даже в результате воздействия относительно мощного детонатора [20].

На основании анализа протекающих при разложении аммиачной селитры реакций и определенных для них кинетических параметров, приведенных в [31], был сделан вывод о лимитирующей стадии ее термического разложения. В основе атомно-молекулярного механизма этого процесса лежит образование быстро распадающегося промежуточного соединения в виде протонированного нитрамида NH_3NO_2^+ . Реакция его образования с участием азотной кислоты может быть записана следующим образом [31]:

Так, содержание H_2SO_4 и H_3PO_4 в селитре в количестве 0.5 % уменьшает индукционный период процесса ее разложения вдвое.

Необходимо отметить, что перечень веществ, повышающих скорость или способствующих разложению аммиачной селитры достаточно обширен, и до сих пор нет надежных данных по механизму их действия и единообразного подхода к влиянию многих из них. Ориентируясь на многочисленные литературные источники [9, 39–50], такими веществами наряду с минеральными кислотами и водой, могут быть сырье, случайные примеси и добавки, мешкотара, газообразные, жидкие или твердые

побочные продукты. Среди них дерево, солома, торф, лен, бумага, склонные к самовозгоранию вследствие экзотермической реакции нитрования. При температуре около 100 °С за счет теплоты этой реакции многие органические вещества разогреваются до температуры самовоспламенения, стимулируя тем самым автокаталитическое разложение селитры [47]. Примеси древесного угля, опилки не просто понижают температуру разложения аммиачной селитры, но и способны послужить причиной взрыва всей ее массы [48]. Так, бумажные мешки или деревянные бочки, в которых ранее находилась аммиачная селитра, могут загораться даже при воздействии солнечных лучей [20].

Как отмечал Кук в [12], анализируя причины взрыва аммиачной селитры в Техас-Сити, затаривание селитры перед погрузкой на корабль происходило при температуре 90±20 °С в увлажненные бумажные мешки, которые быстро пропитывались горючим компонентом и обугливались. Смесь аммиачной селитры с бумагой и картоном способна к саморазогреву. За сравнительно короткое время уже при 130–140 °С она по температурной устойчивости начинает уступать даже нитроэфирам. Как потом оказалось, такое поведение селитры послужило причиной ряда взрывов при ее железнодорожных перевозках, предшествующих катастрофе в Техас-Сити [12].

К числу органических веществ, понижающих термическую стойкость аммиачной селитры, отнесены углеводы, крахмал, сахараиды, глюкоза и т. п. [21]. Даже парафин и подобные ему вещества, являющиеся для большинства взрывчатых веществ флегматизаторами, по отношению к аммиачной селитре уже в небольших количествах являются сенсбилизаторами, повышая ее восприимчивость к детонации и увеличивая энергию взрыва. Так, при содержании парафина около 5 % энергия взрыва такой смеси более чем в 2 раза превышает взрыв чистой аммиачной селитры [47].

Активируют процесс разложения селитры также неопредельные углеводороды, склонные к спонтанной экзотермической полимеризации, пероксидные соединения, накапливающиеся в технологической аппаратуре в значительных количествах, нитросоединения, являющиеся побочными продуктами процессов полимеризации и окисления [49]. Так, при увеличении содержания в селитре масла до 1.8 % горение селитры переходит во взрыв. Аналогичное явление наблюдается в присутствии 0.005–0.3% хлорид-ионов [50]. В работах [9, 46, 51–54], подробно исследовавших это влияние, показано, что скорость разложения в присутствии хлорид-ионов растет пропорционально содержанию в системе азотной кислоты. Как показано в [31], присутствие в селитре ионов хлора изменяет реакционный путь образования основного промежуточного продукта процесса термического разложения нитрамида NH_3NO_2^+ и в результате снижает энергию активации процесса разложения. Нагревание аммиачной селитры с добавками хлоридов аммония, калия, натрия до 150–200 °С сопровождается значительным выделением тепла и образованием большого количества газообразных продуктов, в частности азота, оксидов азота (I, II, IV), водяного пара, хлора и хлористого водорода. Присутствие хлорорганических веществ также активно инициирует самопроизвольные взрывы аммиачной селитры [54]. Наиболее эффективным катализатором горения аммиачной селитры, а, значит, наиболее опасной примесью оказался, в частности, хлорид бария [22].

Значительно повышают пожаро- и взрывоопасность аммиачной селитры примеси порошкообразных металлов, которые могут служить сильнейшими катализаторами ее экзотермического разложения [23]. Как отмечено в [9], особенно сильно увеличивает энергию взрыва аммиачной селитры присутствие алюминиевой пудры. Ускоряют процесс разложения также примеси переходных металлов и ионы металлов переменной валентности, причем их

эффективность зависит от растворимости в расплаве селитры [23, 50]. Так, по данным [2, 55], в исследованиях селитры при атмосферном давлении было установлено, что наиболее эффективными катализаторами горения являются соли шестивалентного хрома. Добавление к селитре 2–5 % хроматов или бихроматов ускоряет процесс разложения при 220 °С в сотни раз. Каталитическое действие добавок солей металлов зависит от давления. В области низких давлений наиболее эффективными катализаторами являются бихромат и хромат калия. При давлении 100–500 атмосфер наиболее эффективны оксид хрома, хлориды натрия и бария. При более высоких давлениях каталитическое действие оксида хрома снижается, и на первый план выходят хлориды натрия, бария и меди. [55]. В работах [2, 55, 56] отмечено, что процесс разложения аммиачной селитры ускоряют также соединения, содержащие металлы, склонные к образованию комплексных соединений с нитрат-ионами (кобальт, хром, серебро, таллий). Как показано в [9], по снижению катализирующего действия на процесс разложения аммиачной селитры неорганические соли можно расположить в следующем порядке: бихромат аммония, бихромат и хромат калия, хлориды натрия и бария, нитрат калия. Нитраты калия и натрия, сульфат натрия, оксид алюминия, диоксид кремния практически не оказывают особого влияния.

В работах [57–59] было исследовано каталитическое действие некоторых органических соединений. По мере уменьшения активности аммиачной селитры в присутствии изученных органических добавок их можно расположить в следующей последовательности: салицилат натрия, натриевая соль карбоксилметилцеллюлозы, фуксин. В [58, 59] исследована кинетика и предложен механизм термического разложения смесей аммиачной селитры с бис[2,2,2-тринитроэтил] сукцинатом, тетрабис[2,2,2-тринитроэтил] ортокарбонатом, рядом нитросоединений, показавшими свою высокую активность.

Подытоживая известные литературные данные по расследованию причин аварий и результатов специальных испытаний, можно сделать фундаментальный вывод: основной причиной взрывного термического разложения аммиачной селитры является ее саморазогрев в результате протекающих автокаталитических реакций со значительным экзотермическим эффектом в условиях недостаточного отвода выделяющейся теплоты и продуктов горения, повышающих давление в системе. Саморазогрев интенсифицируется наличием больших масс селитры из-за низкой теплопроводности среды. Активизирует этот процесс, стимулируя возгорание селитры, определенный уровень ее закисленности и увлажненности, а также присутствие большого числа веществ неорганической и органической природы, являющихся основными и побочными продуктами синтеза, случайными примесями и горючими материалами для затаривания.

Исходя из физико-химических свойств и процессов, лежащих в основе взрывного термического разложения аммиачной селитры, рассмотрим основные пути и приемы, снижающие вероятность этого процесса либо полностью его предотвращающие. Как уже говорилось, знать их чрезвычайно важно с точки зрения производства, хранения, транспортировки и использования этого соединения. Учитывая литературные данные и результаты проведенных исследований [1, 2, 9, 12, 18, 15, 23, 24, 39, 50, 56 60–70], можно выделить следующие способы:

– добавка веществ-стабилизаторов, разлагающихся с выделением аммиака, повышение содержания которого в объеме сдвигает равновесие основной реакции разложения аммиачной селитры (1) в сторону исходного продукта;

– добавка веществ-стабилизаторов основной природы, нейтрализующих образующиеся при разложении селитры азотную кислоту и оксиды азота, поведение которых способствует протеканию окислительных автокаталитических реакций;

– добавка веществ-стабилизаторов, вступающих в реакцию с продуктами разложения азотной кислоты;

– уменьшение до 24–26 % и ниже содержания в основном продукте азота за счет разбавления его балластными веществами, минералами и неорганическими солями;

– глубокое обезвоживание либо, наоборот, повышение влагосодержания в селитре выше 3 %;

– капсулирование и гидрофобизация гранул аммиачной селитры путем специальной обработки;

– исключение затаривания селитры с использованием пожароопасных материалов и длительных контактов с такими веществами при хранении и транспортировке.

Как видно из вышеприведенного перечня, наиболее распространенным приемом, снижающим взрывоопасность аммиачной селитры при термическом разложении, является введение различных веществ-стабилизаторов. Роль и механизм их действия весьма различен, но в своем большинстве основан либо на связывании или нейтрализации образующихся при разложении селитры азотной кислоты и диоксида азота; либо образовании в процессе нагрева побочных продуктов, аммиака или других газов, сдвигающих равновесие в реакционной системе или изменяющих кинетику протекания основных реакций разложения. Выделяющийся аммиак эффективно нейтрализует азотную кислоту и восстанавливает оксиды азота до элементарного состояния, а CO_2 ингибирует процесс горения. В некоторых случаях вводимые добавки обеспечивают достаточно глубокое обезвоживание селитры. В технологии производства азотных удобрений для снижения взрывоопасности селитры во многих случаях проводят разбавление аммиачной селитры солями карбонатов, сульфатов металлов или балластными веществами [15, 18, 64–67]. В качестве веществ-

стабилизаторов, снижающих уровень потенциальной опасности аммиачной селитры, преимущественно используют:

– карбонат-содержащие соединения природного и техногенного происхождения (мел, карбонаты кальция и магния, доломит);

– оксиды и гидроксиды металлов (оксид цинка, гидроксид алюминия, известняковая пыль и др.);

– калийсодержащие вещества (хлорид и сульфат калия);

– аммоний-содержащие вещества: сульфат аммония, орто- и полифосфаты аммония;

– некоторые вещества органической природы (карбамид, уротропин и др.);

– прочие вещества, не несущие полезной нагрузки, а определяющие только механическое разбавление селитры (гипс, фосфогипс, кремний-содержащие бентонит, морденит, фосфорит и пр.).

Эффективным средством обезвоживания аммиачной селитры является добавка нитрата магния, который способен присоединять до шести молекул воды, образуя гексагидрат нитрата магния $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ [67], т. е. одна массовая часть безводного нитрата магния может присоединить около 0.7 частей воды и, находясь в гранулах селитры, связывает оставшуюся в плаве свободную влагу. В итоге получается практически безводная аммиачная селитра, обладающая хорошими физико-химическими свойствами.

Эффективно тормозит процесс разложения аммиачной селитры добавление 3 % оксида цинка или гидроксида алюминия, учитывая, что аналогичный эффект дают карбонат кальция или хлорид калия при содержании не менее 15 % [39]. Как сказано в этой работе, присутствие всего 1 % карбамида полностью останавливает разложение аммиачной селитры при температуре 130 °С. Об эффективности добавки карбамида сообщается в публикациях [18, 60]. Так, в [18] отмечается, что всего 0.05–0.1 % карбамида заметно стабили-

лизирует нейтральную аммиачную селитру. В [60] показано, что карбамид, являясь одной из наиболее эффективных добавок, повышает термохимическую стабильность аммиачной селитры практически до температуры плавления (165 °С). Это объясняется тем, что он разлагается с выделением аммиака, за счет чего происходит нейтрализация образующейся азотной кислоты. Проведенные исследования подтвердили перспективность добавки карбамида, которая повышает устойчивость аммиачной селитры и по отношению к сульфидным рудам [60]. Установлено, что для повышения требуемой устойчивости аммиачной селитры оптимальной является концентрация карбамида в зависимости от условий около 2-4 %. Согласно [15, 18] известково-аммиачная селитра при содержании в ней азота меньше 22 % считается полностью безопасной, продукт же, содержащий 26 % азота, сохраняет свою взрывоопасность.

В качестве основного пути снижения выделения тепла при разложении нитрата аммония следует рекомендовать введение доступных добавок, способных связывать HNO_3 , в первую очередь, это карбонаты и фосфаты. Так, введение в аммиачную селитру карбоната кальция приводит к тому, что при разложении этой смеси в течение достаточно длительного времени наблюдается поглощение тепла, связанное с протеканием в расплаве медленной обменной реакции солей с образованием карбоната аммония [56], который при нагревании разлагается на NH_3 , CO_2 и H_2O . Исследования показали, что скорость этого эндотермического процесса в условиях эксперимента выше, чем скорость выделения тепла при разложении аммиачной селитры, что в итоге приводит к суммарному поглощению тепла в системе на этом реакционном этапе. В результате в технологическом интервале температур 170–190 °С и даже при более высоком нагреве существенный разогрев аммиачной селитры и тем более ее тепловое самовоспламенение становится невозможным. Отметим также, что

разложение введенных карбонатов сопровождается выделением инертного CO_2 , разбавляющего активную газовую фазу. Добавки карбоната кальция менее эффективны, но при производстве удобрений на основе аммиачной селитры, эта соль благодаря другим своим полезным свойствам используется шире, при снижении содержания аммиачной селитры в конечном продукте до безопасного уровня 60–75 % [65]. В проведенных модельных экспериментах и промышленном производстве, как отмечают авторы публикации [61], введение в селитру до 1 % фосфата аммония заметно снижает скорость тепловыделения при ее термическом разложении и замедляет развитие процесса автокатализа за счет уменьшения количества азотной кислоты. Эффективна также в этом плане добавка 1 % NaN_2PO_4 .

Для снижения взрывоопасных свойств аммиачной селитры перспективно введение в ее расплав сульфата аммония. Как показано в [24], это приводит к замедлению скорости термического разложения селитры в начале процесса и не допускает ее увеличения в дальнейшем. Наблюдаемый эффект связан опять же со снижением концентрации молекулярной азотной кислоты за счет ее ионизации. Во-вторых, как отмечают авторы этой публикации, при медленном термическом разложении сульфата аммония образуются последовательно NH_3 , H_2O , гидросульфат, а затем пиросульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_7$, способствующие связыванию азотной кислоты. В итоге безопасные условия, исключающие тепловое воспламенение аммиачной селитры, будут расширены, учитывая более низкое тепловыделение в системе даже в области относительно высоких температур.

Для сохранения безопасного влагосодержания аммиачной селитры, помня о ее высокой гигроскопичности, иногда используют гидрофобизацию поверхности ее гранул путем создания защитной пленки. Для этой цели рекомендуется использовать

сульфато-фосфорные аммонийные растворы и последующую аммонизацию гранул [69]. В работе [70] формирование влагозащитного слоя на поверхности гранул аммиачной селитры предложено, в частности, создавать под действием тлеющей плазмы атмосферного давления.

Заключение

Исходя из анализа причин катастрофических взрывов аммиачной селитры и необходимости обеспечения гарантированной безопасности при обращении с этим соединением, в статье с использованием многочисленных литературных данных рассмотрены причины и механизм ее взрывного термического разложения. Показано, что в его основе лежит процесс саморазогрева аммиачной селитры в результате протекающих автокаталитических реакций со значительным суммарным экзотермическим эффектом при недостаточном отводе выделяющейся теплоты и продуктов горения. Саморазогрев интенсифицируется наличием больших масс селитры из-за низкой теплопроводности среды. Активизирует этот процесс определенный уровень закисленности и увлажненности

селитры, а также присутствие большого круга веществ неорганической и органической природы, являющихся, основными и побочными продуктами синтеза, случайными примесями и горючими материалами для затаривания. Наиболее распространенными приемами, снижающим взрывоопасность аммиачной селитры при термическом разложении, является введение веществ-стабилизаторов. Роль и механизм их действия различен, но в своем большинстве основан либо на связывании или нейтрализации образующихся при разложении селитры азотной кислоты и диоксида азота; либо образовании в процессе нагрева побочных продуктов, аммиака или других газов, сдвигающих равновесие в реакционной системе или изменяющих кинетику протекания основных реакций разложения. В некоторых случаях вводимые добавки обеспечивают достаточно глубокое обезвоживание селитры. В технологии производства азотных удобрений для снижения взрывоопасности селитры во многих случаях проводят ее разбавление до безопасных концентраций солями карбонатов, сульфатов металлов или балластными веществами.

Литература

1. Chernyshev A. K., Levin B. V., Tugolukov A. V. and others. Ammonium nitrate: properties, production, application. M., 2009. 544 p.
2. Technology of ammonium nitrate. Ed. V. M. Olevsky. M., 1978. 311 p.
3. Handbook on the fusibility of systems of anhydrous inorganic salts. In 2 vol. V. 2. Systems are triple, triple reciprocal and more complex. M.-L., 1961. 585 p.
4. Theoret A., Sandorfy C. Infrared spectra and crystalline phase transitions of ammonium nitrate // *Canad. J. of Chem.* 1964. V. 42. P. 57–62.
5. Ingman J. S., Gordon J. K., Kelly Sidney F. A. Optical and thermal studies of transitions between phases II, III and IV of ammonium nitrate // *J. Chem. Soc., Faraday Trans. Part 1.* 1982. № 78. P. 1817–1826.
6. Khamsky E. V. Crystallization in the chemical industry. M., 1979. 344 p.
7. Boorish E. V. Crystalline substances and products. Methods for assessing the improvement of properties. M., 1986. 224 p.
8. Pozin M. E. Technology of mineral salts: 2 hours. Part 2. M., 1974. 768 p.
9. Glazkov A. P. Combustion Catalysis of Explosives. M., 1976. 264 p.
10. Mikhailov Yu. M., Kolganov E. V., Sosnin V. A. Safety of ammonium nitrate and its use in industrial explosives. Dzerzhinsk, 2008. 304 p.
11. Abinder G. A. Flammability and explosion hazard of ammonium nitrate // *Rus. J. Appl. Chem.* 1936. V. 13. No. 22. P. 1351.
12. Cook M. A. The science of industrial explosives. M., 1980. 453 s.
13. Marshall V. C. Major chemical hazards. New York- Chichester- Brisbane-Toronto. 1989. 671 p.
14. Morozova O. A., Baler M. A., Baryshev E. M. Analysis of the situation and possible causes of the emergency on August 12, 2015 in Tianjin, China // *Civil security technologies.* 2016. V. 47. No 1. P. 56–60.
15. Lavrov V. V., Shvedov K. K. On the explosion hazard of ammonium nitrate and fertilizers based on it // *Scientific and technical news: ZAO INFOCHIM. Spec. iss.* 2004. No 4. P. 44–49.

16. Dubnov L. V., Bakharevich N. S., Romanov A. I. Industrial explosives. M., 1988. 358 s.
17. Ermolaev B. S., Sulimov A. A., Khrapovsky V. E. The initial phase of the development of an explosion in ammonium nitrate and powder mixtures based on it // Russ. J. of Phys. Chem. B. 2011. V. 30. No 8. P. 34–43.
18. Pozin M. E. Mineral fertilizer technology. 5th ed., Revised: L. Chemistry: Leningrad. department, 1983. 835 p.
19. Babrauskas V., Leggett V. Thermal Decomposition of ammonium nitrate // Fire and materials – An Internat. J. 2019. V. 44. Iss. 2. P. 250–268.
20. Rubtsov Yu. I., Kazakov A. I., Morozkin S. Yu., Andrienko L. P. Kinetics of heat release during thermal decomposition of technical ammonium nitrate // Rus. J. Appl. Chem. 1984. V. 57. No 9. P. 1926–1929.
21. Rubtsov Yu. I., Kazakov A. I., Andrienko L. P., Strizhevsky I. I., Moshkovich E. B. Thermal decomposition rate of solid ammonium nitrate in the presence of moisture and excess nitric acid // Rus. J. Appl. Chem. 1987. V. 60. No 1. P. 3–7.
22. Rubtsov Yu. I., Kazakov A. I., Weiss N. G. et al. Experimental study of thermal decomposition of acidified ammonium nitrate // Rus. J. Appl. Chem. 1988. V. 61. No 1. P. 131–132.
23. Rubtsov Yu. I., Strizhevsky I. I., Kazakov A. I. et al. Possibilities of reducing the rate of thermal decomposition of ammonium nitrate // Rus. J. Appl. Chem. 1989. V. 62. No 10. P. 2169–2174.
24. Kazakov A. I., Ivanova O. G., Kurochkina L. S. et al. Kinetics and mechanism of thermal decomposition of mixtures of ammonium nitrate and sulfate // Rus. J. Appl. Chem. 2011. V. 84. No 9. P. 1465–1472.
25. Zigmunt B., Buczkowski D. Influence of Ammonium Nitrate Prills" Properties on Detonation Velocity of ANFO // Propellants, Explosive, Pyrotechnics. 2007. V. 32. № 5. P. 411–414.
26. Kovalev V. N., Li I. F., Tauk M. V. Mathematical model of the process of thermal decomposition of ammonium nitrate // Chemical Industry. 1998. No 6. P. 57–61.
27. Kovalev V. N., Eronko O. N., Golovchak A. N. et al. Investigation of the endothermic decomposition of ammonium nitrate by differential scanning calorimetry // Bulletin of the Saint Petersburg State Institute of Technology (Technical University). Bulletin of St PbSIT(TU). 2016. No 32. P. 11–16.
28. Park J., Lin M. C. Thermal decomposition of gaseous ammonium nitrate at low pressure: kinetic modeling of product formation and heterogeneous decomposition of nitric acid // J. Phys. Chem. Act. 2009. V. 113. No 48. P. 13556–13561.
29. Cardao P., Gois J. C., Almada S. et al. Thermal decomposition of energetic materials // Combustion and Detonation: 28-th Int. Annu. Conf. ICT. Karlsruhe. June 24–27. 1997. Karlsruhe, 1997. C.101–1–101–11.
30. Mohan Varma, Pandey M., Gupta B. L. Pressure dependence of thermal decomposition of ammonium nitrate oxidizer // J. Ind. Chem. Soc. 2003. V. 80. No 5. P. 569–574.
31. Манелис Г. Б., Назин Г. М., Рубцов Г. М. И. др. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ, порохов. М., 1996. 225 с.
32. Rosser W. A., Wise H., Wood B. I. // J. Phys. Chem. 1963. V. 67. No 9. P. 1753–1757.
33. Rubtsov Yu. I., Casanov A. I. Thermal decomposition rate of solid ammonium nitrate in the presence of moisture and excess nitric acid // Rus. J. Appl. Chem. 1990. V. 60. No. 1. P. 3–7.
34. Kuprin A. V., Kovalenko I. L., Dovban L. V. et al. Kinetics of decomposition of ammonium nitrate in an open system // Questions of chemistry and chemical technology. 2008. No 5. P. 97–100.
35. Zielinski M., Zielinska A., Papiernik-Zielinski H. Comments on the isotopic and chemical studies of the thermal decomposition of ammonium nitrate // Poland J. Chem. 2002. V. 76. No 10. P. 1519–1524.
36. Dibrov I. A., Nikolaeva Yu. N., Borovikov V. A., Ugolkov V. L. Thermal analysis applied to evaluate the thermodynamic parameters of the thermal decomposition of ammonium nitrate // J. of Appl. Chem. 2000. V. 73. No 6. P. 955–960.
37. Sun J., Sun Z., Wang Q. et al. Catalytic effects of inorganic acids on the decomposition of ammonium nitrate // J. Hazardous Materials. 2005. V. 127. No 1–3. P. 204–210.
38. Bigda R., Mianowski A. Influence of heating rate on kinetic quantities of solid phase thermal decomposition // J. Thermic Analysis and Calorimetric. 2006. No 2 (84). P. 453–465.
39. Wang Guang-long, Xu Xiu-cheng // J. Zhengzhou Univ. Eng. Sci. 2003. V. 24. No 1. P. 47–50.
40. Vyaznova I. A., Leonov A. S., Nechaeva G. S. et al. Investigation of the influence of catalytic and initiating additives on the temperature of the onset of thermal decomposition of ammonium nitrate // Chemistry and chemical technology. 2001. V. 44. No 3. P. 97–99.
41. Sinditskii V. P., Egorshv, Levshenkov A. I. et al. Ammonium Nitrate: Combustion Mechanism and the Role of Additives // Propellants. Explosives. Pyrotechnics. 2005. V. 30. No 4. P. 269–280.
42. Tang S.-L., Lu C.-X., Zhou X.-Li et al. // China Journal Application Chemistry. 2004. V. 21. No 4. P. 400–404.
43. Shen L., Wang X. Thermal stability assessment of anti-explosive ammonium nitrate // J. Univ. Sci. and Technol. Beijing. 2005. V. 12. No 1. P. 12–15.

44. Wada Y., Hori K., Arai M. Combustion mechanism of mixtures of guanidine nitrate, ammonium nitrate, and basic copper nitrate // *Sci Tech Energetic Mater.* 2010. V. 71. No 4. P. 83–86.
45. Shidlovsky A. A., Gorbunov V. V. On the effect of reduced pressure and water addition on the combustion of a mixture of ammonium nitrate with potassium dichromate // *Physics of Combustion and Explosion.* 1985. V. 21. No. 2. P. 57–59.
46. Gorbunov T. I. Regulation of energy characteristics of fuels based on ammonium nitrate // *Bulletin of the Siberian State Aerospace University named after academician M. F. Reshetnev.* Krasnoyarsk, 2009. No 2. P. 173–178.
47. Demidov P. G., Shandyba V. A., Schegolev P. P. Combustion and properties of combustible substances. M., 1973. 248 p.
48. Bezchastnov M. V. Explosion safety and emergency protection of chemical-technological production. M., 1983. 472 p.
49. Taubkin S. I., Taubkin I. S. Fire and explosion safety of dusty materials and technological processes of their processing. M., 1976. 264 p.
50. Chernyshev A. K., Levin B. V., Konvisar L. V. Ammonium nitrate and fertilizers based on it. M., 2003. 102 p.
51. Rubtsov Yu. I., Kazakov A. I., Shvetsov K. K. Investigation of kinetic regularities and mechanism of decomposition of binary mixtures based on ammonium nitrate with exo- and endothermic transformations of components // *Rus.Chem. Phys.* 2007. V. 26. No 5. P. 70–77.
52. Popok V. N., Khmelev V. N. Influence of metal oxides and chlorides on the parameters of energy release in energy systems based on ammonium nitrate // *Polzunovskiy Vestnik.* 2009. No 3. P. 252–255.
53. Tan L., Wu Q., Chen X. et al. The effects of sodium chloride on the explosive performance of ammonium nitrate // *J. Therm. Anal. Calorim.* 2017. V. 25. Iss. 6. P. 520–528.
54. Ermolaev B. S. et al. Spontaneous explosion of ammonium nitrate in a contact with an active chlorine-containing organic substance // *Sci Technol. Energ. Mater.* 2014. V. 75. Iss. P. 8–13.
55. Simoes P. N., Pedroso L. M., Portugal, A. A. Campos J. L. Study of the decomposition of phase stabilized ammonium nitrate (PSAN) by simultaneous thermal analysis: determination of kinetic parameters // *Thermochemistry Acta.* 1998. V. 319. No 1–2. P. 55–65.
56. Rubtsov Yu. I., Kazakov A. I., Rustambekov M. K. et al. Kinetic Aspects and Heats of Reaction between Components in Thermal Decomposition of Ammonium Nitrate-Calcium (Magnesium) Carbonate Mixtures // *Rus. J. Appl. Chem.* 2005. V. 78. No 11. P. 1795.
57. Rubtsov Yu. I., Kazakov A. I., Lempert D. B. et al. Kinetics and mechanism of thermal decomposition of guanidinium nitrate and its mixtures with ammonium nitrate // *Rus. J. Appl. Chem.* 2004. V. 77. No 7. P. 1098–1106.
58. Rubtsov Yu. I., Rubtsov Yu. I., Lempert D. B. et al. Kinetics and Mechanism of Thermolysis of Mixtures of Ammonium Nitrate with Polynitro Compounds // *Rus. J. Appl. Chem.* 2005. V. 78. No 12. P. 1937.
59. Rubtsov Yu. I., Kazakov A. I., E. P. Kirpichev, Lempert D. B., Manelis G. B. Kinetics and Mechanism of Thermal Decomposition of a Mixture of Ammonium Nitrate and Pyroxylin // *Rus. J. Appl. Chem.* 2005. V. 78. No 6. P. 870.
60. Katyshev S. F., Desyatnik V. N., Tesluk L. M. Stabilization of the interaction of ammonium nitrate with sulfide ores // *Fire and Explosion Safety.* 2012. V. 21. No 5. C. 42–44.
61. Rubtsov Yu. I. et al. Possibilities of reducing the rate of thermal decomposition of ammonium nitrate // *Rus. J. Appl. Chem.* 1989. V. 62. No 10. C. 2169–2174.
62. Popławski D., Hoffmann J., Hoffmann K. Effect of carbonate minerals on the thermal stability of fertilizers containing ammonium nitrate // *J. Therm. Anal. Calorim.* 2016. V. 124. P. 1561–1574.
63. Menicacci E., Rotureau P., Fayet G. et al. Toward the Mechanistic Understanding of the Additives' Role on Ammonium Nitrate Decomposition: Calcium Carbonate and Calcium Sulfate as Case Studies ACS OMEGA // *J. American Chemical Society.* 2020. V. 5. Iss. 10. P. 5034–5040.
64. Sattarov O. U. Investigation of the process of obtaining nitrogen-phosphorus fertilizers on the basis of a melt of ammonium nitrate and phosphorites // *Modern materials, equipment and technologies.* 2016. V. 8. No 5. P. 164–170.
65. Makarenko L. N., Smirnov Yu. A. Lime-ammonium nitrate // *Chemicalization of agriculture.* 1988. No 12. P. 69–71.
66. Pochitalkina I. A., Petropavlovsky I. A., Kondakov D. F., Usmonov K. P. // Influence of inorganic additives on the properties of ammonium nitrate. The chemical industry today. 2012. No 3. P. 4–7.
67. Ivanov M. E., Olevsky B. M., Polyakov H. H. and others. Production of ammonium nitrate in units of large unit capacity. M., 1990. 288 p.
68. Ivanov Yu. A., Musienko L. I., Dmitrievsky V. A. et al. Production of ammonium nitrate with improved thermal stability // *Rus. J. Appl. Chem.* 1983. V. 56. No 2. P. 376–378.

69. Shirokov S. G., Vilesov G. I., Dobrovolskiy E. I. et al. Investigation of the process of applying additives in the form of ammonium sulfates and phosphates on granules of ammonium nitrate in a fluidized bed // Chemical Industry. 1972. No 11. P. 37–40.
70. Tanaka K. Moisture prevention layer formation on ammonium nitrate surface by atmospheric pressure glow plasma // Japan Aerospace Exploration Agency. 2012. V. 11–005. P. 33–38.

УДК 614.844.5

georgy400@yandex.ru

**ОБ УСТАНОВКАХ ПОЖАРОТУШЕНИЯ
ДЛЯ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ****ABOUT FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS
FOR POWER-SATURATED EQUIPMENT**

*Пахомов Г. Б., кандидат химических наук,
Дульцев С. Н., Тужиков Е. Н., кандидат технических наук, доцент,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Pakhomov G. B., Dultsev S. N., Tuzhikov E. N.,
The Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry
of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg*

Проведен анализ пожароопасности энергонасыщенного оборудования и существующих установок пожаротушения. Разрабатываются установки пожаротушения энергонасыщенной техники на основе двухфазного распыления огнетушащей жидкости, реализующие объемно-поверхностный способ тушения в защищаемых зонах.

Ключевые слова: энергонасыщенное оборудование, двухфазное распыление, низкотемпературная жидкость, установка пожаротушения, объемное тушение.

The analysis of fire hazard and existing fire extinguishing systems for energy-saturated equipment was carried out. Fire extinguishing systems of energy-saturated equipment based on two-phase spraying of fire extinguishing liquid are being developed, which implement a volume-surface method of extinguishing in protected areas.

Keywords: energy-saturated equipment, two-phase spraying, low-freezing liquid, fire extinguishing system, volumetric extinguishing.

Энергонасыщенная техника и оборудование – одно из основных составляющих крупной производственной компании. К таким производственным мощностям относятся: тяжелая карьерная, строительная, подземная и дорожная техника; буровые установки; тепловозы; а также другие виды гусеничных и колесных машин.

Одной из характеристик техники такого класса является наличие мощных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) и высокопроизводительных гидравлических систем. Тяжелые машины часто работают круглосуточно и с крайне высокой интенсивностью. Эксплуатация в столь напряженном режиме и в условиях экстремальных температур, сильной запыленности и вибрации приводит к высокому риску возникновения критических перегрузок и перегрева уз-

лов и агрегатов, что делает энергонасыщенную технику объектом повышенной пожароопасности.

Высокая пожароопасность тяжелой техники определяется: сильно нагретыми поверхностями оборудования и высокотемпературным выхлопом ДВС; наличием большого количества разогретых горючесмазочных материалов и гидравлических жидкостей; разветвленными гидравлическими системами с высоким рабочим давлением; присутствием мощного силового электрооборудования; нахождением в пожароопасных зонах огнеопасных материалов – пыли и других загрязнений, отложений масел и смазок, а также продуктов неполного сгорания топлива. Кроме того, нередки случаи возгорания тормозных устройств и агрегатов [1].

Пожары на энергонасыщенных объектах развиваются очень быстро, что часто приводит к катастрофическим последствиям. Количество пожаров энергонасыщенного оборудования, работающего в тяжелых условиях, постоянно возрастает. Проведенные в США исследования показали, что на 20 предприятиях с общим парком в 680 карьерных самосвалов ежегодно возникает в среднем 32 пожара. За период с 1988 по 1993 гг., только по официальным данным произошло более 1,5 тысяч загораний карьерных самосвалов БелАЗ, при этом около 40 машин после пожара восстановлению не подлежат. Только на одном из предприятий Кузбасса число зарегистрированных возгораний карьерных автосамосвалов за 7-летний период в среднем составил 3 случая в год. В целом на предприятиях Кузбасса ежемесячно сгорало порядка 11–13 единиц тяжелой самоходной техники с ДВС [1, 2]. Нередки случаи травмирования и даже гибели персонала из-за пожаров на тяжелой технике. Ситуация еще более усугубляется при пожарах в подземных разработках.

Одной из главных причин такого положения является несовершенство (а иногда и полное отсутствие) противопожарной защиты на тяжелых машинах. В связи с этим, становится все более очевидной необходимость развития средств защиты дорогостоящей техники от пожаров. Правильно спроектированная и установленная система пожаротушения – это самый эффективный способ обеспечить необходимую противопожарную защиту тяжелого энергонасыщенного оборудования. В связи с этим установка бортовых систем автоматического обнаружения и тушения пожара является все более востребованной.

С каждым годом совершенствованию нормативной базы в области пожарной безопасности энергонасыщенного оборудования уделяется все больше внимания. Так этой задаче в частности посвящены: Международные директивы SPCR 183 [3] и Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных иско-

паемых [4], которые постоянно дополняются и совершенствуются. С 2019 г. в вышеуказанные Правила внесены следующие требования:

Таблица № 8. ... в подземных выработках на перегрузочных пунктах, приводных и натяжных станциях, электроподстанциях, маслостанциях должны быть установки автоматического пожаротушения.

«334. ... Моторный отсек самоходных машин с двигателями внутреннего сгорания, эксплуатируемых в подземных условиях, должен быть оснащен автономной системой пожаротушения.

...

349. Самоходные машины, эксплуатируемые в подземных условиях, должны оснащаться автономной системой пожаротушения».

Противопожарная защита тяжелых машин предъявляет высокие требования как к эффективности оборудования, так и к его долговечности. В дополнение к устойчивой работе в тяжелых условиях и при низких температурах система пожаротушения на таких объектах должна эффективно тушить пожары классов А и В как минимум.

В нашей стране и за рубежом действуют несколько крупных производителей, специализирующихся на системах пожаротушения для тяжелой техники: Amerex, Ansul, Dafo, Kidde, Fogmaker, Afex, АО НПЦ «ГСТ». Выпускаемые системы делятся на порошковые и жидкостные. Недостатки порошковых систем общеизвестны: не обеспечивают необходимый охлаждающий эффект, что может привести к повторным возгораниям; порошки проявляют склонность к комкованию и слеживанию [2]. В жидкостных системах, для обеспечения работоспособности при отрицательных температурах, чаще всего используются низкотемпературные солевые растворы на основе воды, в которые могут вводиться модифицирующие добавки, в том числе пенообразующие [5].

Низкотемпературные огнетушащие жидкости лишены недостатков порошковых составов, однако при отрицательных темпе-

ратурах эффективность пожаротушения может снижаться, поскольку вязкость жидкого огнетушащего вещества (ОТЖ) увеличивается по мере снижения температуры и увеличения концентрации соли в растворе [6], что приводит к затруднению и даже невозможности получения таких жидкостей в тонкораспыленном состоянии при их однофазном распылении без применения высоких давлений, которое и используется всеми производителями жидкостных пожаротушащих систем для тяжелой техники. Тушение в данном случае осуществляется только по поверхности, что не гарантирует успешной ликвидации пожара в условиях многообразия возможных классов и сценариев пожара, а также из-за сложной компоновки различного оборудования в защищаемой зоне.

Многочисленными исследованиями подтверждена высокая эффективность пожаротушения тонкораспыленной жидкостью [7, 8]. При достаточно высокой дисперсности распыления ОТЖ достигается эффект объемного пожаротушения [9, 10], что особенно применимо для закрытых и полужакрытых отсеков, в которых в подавляющем большинстве случаев и размещены узлы и агрегаты тяжелой техники, защищаемые противопожарными системами. Эффективность пожаротушения увеличивается с повышением скорости истечения частиц ОТЖ и дисперсности распыления жидкости, при этом указанные параметры связаны друг с другом – чем больше скорость, тем выше дисперсность [10, 11].

Высокая эффективность тонкораспыленных ОТЖ, особенно при осуществлении объемного тушения для закрытых и полужакрытых отсеков, определяется тем, что реализуются практически все механизмы прекращения горения [12].

Применение пожаротушащих систем высокого давления, порядка 10 МПа, требует наличия соответствующей аппаратуры, что вызывает значительные трудности и накладывает ограничения на их практическое использование на мобильных объектах [12]. По этим же причинам установки высо-

кого давления не используются в автономных системах пожаротушения. Высокая дисперсность вязких ОТЖ может быть достигнута без использования высоких давлений применением двухфазной технологии распыления жидкости расширяющимся газом.

Описание разрабатываемых установок пожаротушения

Разрабатываемые установки пожаротушения энергонасыщенной техники на основе технологии УДАВ (устройства динамической активации воды) в полной мере реализуют преимущества двухфазного распыления жидкости и являются уникальными среди производимых систем пожаротушения для тяжелой техники. Для обеспечения эксплуатации при отрицательных (до -50 °С) температурах используются низкотемпературные огнетушащие жидкости. В качестве низкотемпературных ОТЖ применяются солевые антифризы с модифицирующими добавками.

В работах [11, 12, 13] показано, что объемное тушение в относительно замкнутых объемах может быть реализовано при объемно-поверхностном диаметре капель распыляемой ОТЖ не выше 100 мкм. Такая дисперсность при соответствующей оптимизации двухфазных распылительных устройств может быть достигнута при максимальном соотношении массовых расходов жидкости к азоту или воздуху около 40 при рабочем давлении не ниже ~ 1 МПа [13].

Автономные, автоматические, модульные, комбинированные установки пожаротушения тонкораспыленной жидкостью – МУАПТВ УДАВ – обеспечивают объемно-поверхностный способ тушения в защищаемых зонах. Соотношение массовых расходов ОТЖ к азоту не превышает 37, средний размер капель не превышает 100 мкм, угол регулировки газожидкостного факела составляет от 5 до 120 градусов.

Эффективность МУАПТВ УДАВ обеспечивается как высокими изолирующим, разбавляющим, проникающим и охлаждающим свойствами тонкораспыленной жидкости, подающейся в зону горения сов-

местно с азотом, так и ингибирующим действием наноразмерных частиц солей, образующихся при испарении капель тонкораспыленной жидкости в зоне горения [14]. В [12] показано, что эффект тушения твердых материалов солевыми растворами обеспечивается, в том числе, образованием стеклообразной солевой пленки на твердой поверхности. Подача в зону горения значительного количества азота совместно с тонкораспыленной ОТЖ обеспечивает эффект комбинированного тушения.

Учитывая высокую вероятность возникновения пожаров класса В на защищаемых объектах, в применяемых ОТЖ содержится добавка пленкообразующего фторсинтетического пенообразователя обеспечивающего высокоэффективное пенное тушение. Возможность тушения электроустановок под напряжением объясняется мелкодисперсным строением газожидкостной струи. При тушении МУАПТВ УДАВ реализуются практически все механизмы прекращения горения.

В установках пожаротушения МУАПТВ УДАВ огнетушащая жидкость разгоняется и диспергируется высокоскоростным потоком азота. Полученный газожидкостный факел, в зависимости от сценария возможного пожара, может быть сформирован в виде компактной струи или в виде широкого конуса с углом раскрытия до 120 градусов, направление распыления может устанавливаться независимо для каждой форсунки.

Монтаж системы включает в себя разведение трубопроводов с двухфазными форсунками и температурных датчиков в защищаемом пространстве объекта; при этом

настраиваются оптимальные интенсивности, зоны и углы подачи ОТЖ. Разводка трубопроводов осуществляется по схеме «звезда», что обеспечивает идентичность всех трубопроводов, ведущих к распылительным форсункам и обуславливает одинаковые характеристики распыления для всех форсунок.

Кроме эффективности тушения всех основных классов пожаров (А, В, С и Е), к значимым характеристикам МУАПТВ УДАВ следует отнести: использование любых жидких огнетушащих веществ, тушение электроустановок под напряжением до 1 кВ, простоту и дешевизну обслуживания и эксплуатации; возможность многократной перезарядки и ремонта на месте установки; высокую надежность и низкую себестоимость расходных материалов: наличие автоматического, дистанционного и ручного пуска. Форсунки защищены от внутренних загрязнений и засорения сбрасываемыми колпачками. Все необходимые узлы и детали выполнены тепло- и коррозионно-стойкими.

МУАПТВ УДАВ по способу хранения сжатого газа подразделяются на баллонные и закачные. В баллонных установках (рис. 1) сжатый азот хранится в газовом баллоне высокого давления 1, выход из которого соединен с высокопроизводительным газовым редуктором 2 через быстродействующий электромагнитный клапан 3 открывающийся по сигналу панели управления 4; после редуктора азот под давлением ~1 МПа поступает в корпус с ОТЖ 5; азот и ОТЖ по системе трубопроводов поступают к распылительным форсункам 6, где формируется газожидкостный тонкораспыленный поток, который подается в защищаемую зону.

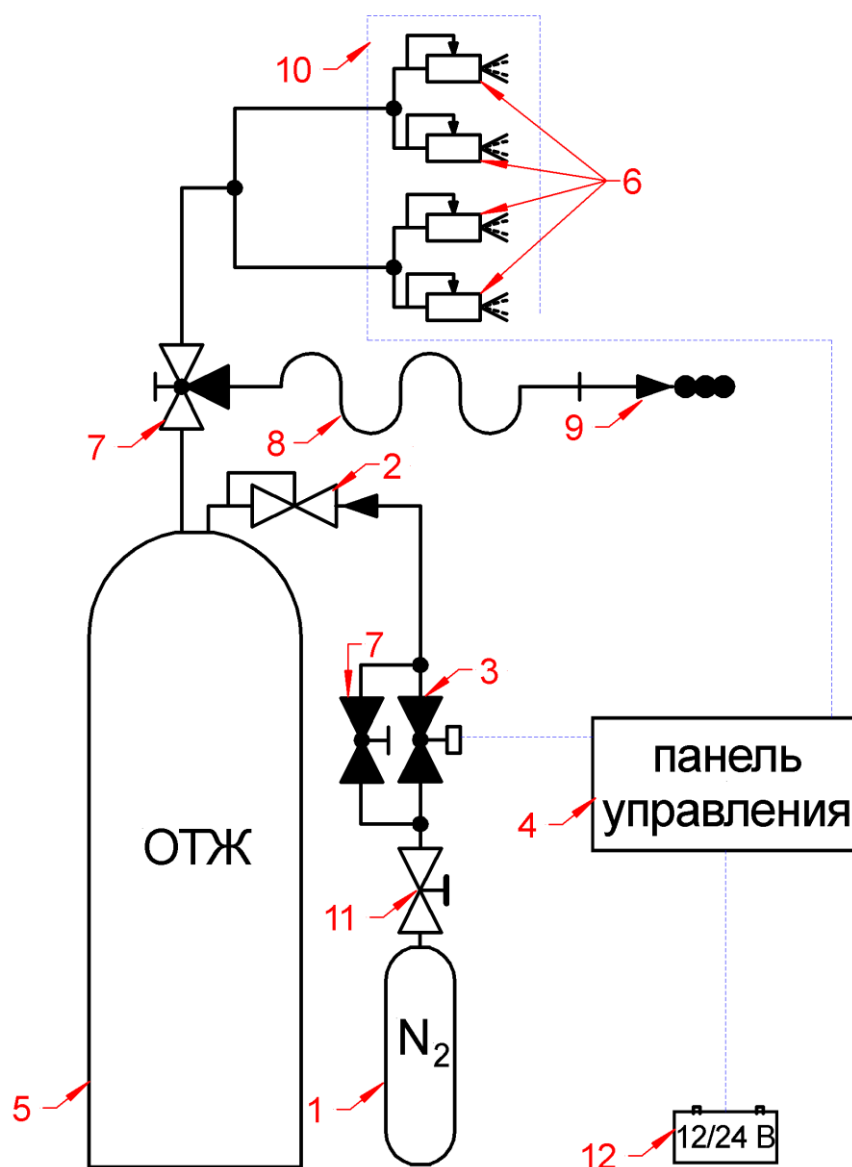


Рисунок 1. Схема МУАИПТВ баллонного типа:

1 – газовый баллон высокого давления; 2 – высокопроизводительный газовый редуктор; 3 – быстродействующий электромагнитный клапан; 4 – панель управления; 5 – корпус с ОТЖ; 6 – форсунки с регулировкой положения и угла распыла; 7 – краны с ручным приводом; 8 – выносной рукав; 9 – ручной перекрывной пожарный ствол пистолетного типа; 10 – термокабель; 11 – баллонный вентиль; 12 – источник питания

В закачных установках (рис. 2) сжатый азот под давлением $\sim 2,5$ МПа хранится в корпусе совместно с ОТЖ 1; выход из корпуса соединен с системой трубопроводов через быстродействующий вентиль с электрическим приводом 2, открывающийся по сигналу панели управления 3; азот и ОТЖ по системе трубопроводов поступают к распылительным форсункам 4, где формируется

газожидкостный тонкораспыленный поток, который подается в защищаемую зону. В корпусе закачной установки имеется газодозирующий узел (условно не показан), который при снижении давления внутри корпуса, в процессе работы установки, уменьшает соотношение массового расхода жидкости к азоту пропорционально снижению давления. Таким образом, обеспечивается

требуемая дисперсность распыления на протяжении всего времени работы закачной установки.

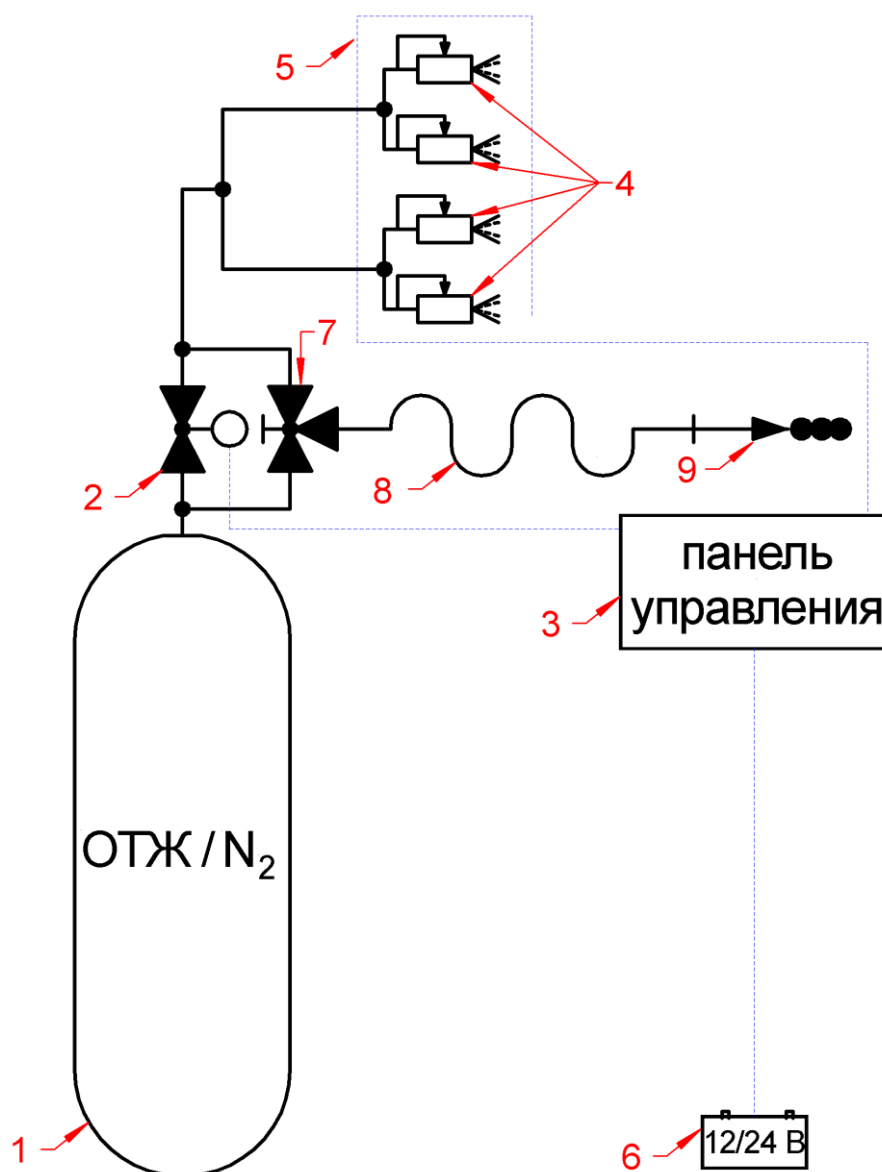


Рисунок 1. Схема МУАПТВ закачного типа:

1 – корпус с ОТЖ и сжатым газом; 2 – быстродействующий вентиль с электрическим приводом; 3 – панель управления; 4 – форсунки с регулировкой положения и угла распыла; 5 – термокабель; 6 – источник питания; 7 – кран с ручным приводом; 8 – выносной рукав; 9 – ручной перекрывной пожарный ствол пистолетного типа

Автоматический запуск установки происходит по сигналу линейного теплового извещателя – термокабеля. Порог срабатывания термокабеля может быть выбран в диапазоне от 120 до 180 °С.

За мониторинг и управление отвечает панель управления, которая монтируется в кабине оператора или другом легкодоступном месте. Панель обеспечивает автоматический запуск тушения при достижении тем-

пературы в защищаемой зоне порога срабатывания теплового извещателя. Световые индикаторы на панели сигнализируют о начале тушения, нарушении целостности термокабеля и неисправности цепей питания. В панели реализована защита при коротком замыкании и превышении напряжения источника питания. На панели также находятся тумблер принудительного дистанционного запуска тушения и кнопка прекращения подачи ОТЖ. В конструкции панели могут быть предусмотрены функция автоматического глушения двигателя и звуковая сигнализация. Питание панели управления осуществляется от аккумулятора или электросети защищаемой техники; также может быть предусмотрен резервный источник питания.

На корпусе установки имеется ручной кран 7, позволяющий осуществить руч-

ной запуск системы на пожаротушение, ручной кран позволяет переключить подачу ОТЖ на выносной рукав 8, снабженный перекрывным двухфазным стволом пистолетного типа 9 для осуществления оператором тушения вне зоны защиты МУАПТВ УДАВ.

В зависимости от защищаемого объекта, системы МУАПТВ УДАВ могут комплектоваться: различными корпусами для ОТЖ вместимостью от 4 до 100 л; различным количеством форсунок разной производительности, выносным рукавом различной длины с ручным стволом для внешнего пожаротушения. Интенсивность подачи ОТЖ варьируется в пределах 0,4–2,5 л/с.

Ниже в таблице приведены основные технические характеристики, а на рисунке 3 внешний вид (несмонтированной системы) на примере МУАПТВ УДАВ-7-3-ГЖ, закачного типа.

Таблица. Основные технические характеристики: МУАПТВ УДАВ-7-3-ГЖ

Наименование параметра	Значение
Объем ОТЖ, л	7±0,2
Рекомендуемый защищаемый объем, м ³ , не более	7
Среднее время действия, с	18
Рабочее давление в емкости, МПа	2,5±0,1
Общая снаряженная масса, без трубопроводов, кг, не более	12
Тушение очагов пожара	А, В, С, Е
Напряжение питания, В	12/24
Потребляемый ток, А, в режиме ожидания/в режиме тушения	0,01/0,2
Назначенный срок службы, лет	10



Рисунок 3. Внешний вид (несмонтированной системы) МВАПТВ УДАВ-7-3-ГЖ, закачного типа. Выносной рукав с пожарным стволом не показан

Выводы

Проведен анализ пожароопасности энергонасыщенного оборудования и существующих установок пожаротушения.

Разрабатываются установки пожаротушения энергонасыщенной техники на основе двухфазного распыления ОТЖ, реализующие объемно-поверхностный способ тушения в защищаемых зонах.

Литература

1. Павлов О. А. Разработка и внедрение средств противопожарной защиты горнотранспортного оборудования с ДВС // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. Т. 12, № 12. С. 295–309.
2. Пьянников В. П. Разработка и внедрение средств противопожарной защиты на горных предприятиях // Пожарная автоматика. Технологии и решения. 2005. С. 82–85.
3. SPCR 183. SP's Certification rules regarding. Fire suppression systems in engine compartments of buses and coaches, 2018 edition. 26 p.
4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» (с изменениями на 21 ноября 2018 года). М., 186 с.
5. Пахомов Г. Б., Дульцев С. Н., Тужиков Е. Н. Исследование низкотемпературных растворов для пенного пожаротушения // Техносферная безопасность. 2020. № 3 (28). С. 101–107.
6. Тарима С. В., Родионов В. А. Совершенствование методов обеспечения пожарной безопасности при эксплуатации транспортных средств разрезов и карьеров // Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. 2017. № 4. С. 58–64.

7. Чэнь Л. О технологии создания водяного тумана для пожаротушения // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5, № 2. С. 197–202.
8. Odenbrett D., Sprakel D., Tober L. Fog firefighting systems in engine test cells // Halon Options Technical Working Conference. Koln, 12–14 May 1998. P. 449–458.
9. Ипатов А. Ю. Тонкораспыленная вода: правда без вымысла // Пожарная безопасность в строительстве. 2009. № 5. С. 56–59.
10. Душкин А. Л., Ловчинский С. Е., Рязанцев Н. Н. и др. Особенности пожаротушения в замкнутом объеме тонкораспыленной водой // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26, № 3. С. 60–69.
11. Пахомов Г. Б., Дульцев С. Н., Тужиков Е. Н. Программно-аппаратный комплекс для экспериментального исследования параметров устройств с высокоскоростной подачей жидкости // Техносферная безопасность. 2020. № 2 (27). С. 107–121.
12. Душкин А. Л., Карпышев А. В., Сегель М. Д. Оптимизация параметров потоков тонкораспыленных огнетушащих веществ // Пожаровзрывобезопасность. 2010. Т. 19, № 1. С. 39–44.
13. Ципенко А. В. Теория и методы повышения эффективности противопожарных систем на воздушном транспорте: дис. ... на соискание ученой степени доктора технических наук. М., 2006. 354 с.
14. Кустов М. В., Калугин В. Д. Повышение огнетушащей эффективности истинных растворов с помощью добавок электролитов // Проблемы пожарной безопасности. 2008. № 24. С. 38–43.

References

1. Pavlov O. A. Razrabotka i vnedrenie sredstv protivopozharnoj zashchity gornotransportnogo oborudovaniya s DVS // Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tekhnicheskij zhurnal). 2009. T. 12, № 12. S. 295–309.
2. P'yannikov V. P. Razrabotka i vnedrenie sredstv protivopozharnoj zashchity na gornyh predpriyatiyah // Pozharnaya avtomatika. Tekhnologii i resheniya. 2005. S. 82–85.
3. SPCR 183. SP's Certification rules regarding. Fire suppression systems in engine compartments of buses and coaches, 2018 edition. 26 p.
4. Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoj bezopasnosti «Pravila bezo-pasnosti pri vedenii gornyh rabot i pererabotke tverdyh poleznyh iskopaemyh» (s izmeneniyami na 21 noyabrya 2018 goda). M., 186 с.
5. Pahomov G. B., Dul'cev S. N., Tuzhikov E. N. Issledovanie nizkozamerzayushchih rastvorov dlya pennogo pozharotusheniya // Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2020. № 3 (28). S. 101–107.
6. Tarima S. V., Rodionov V. A. Sovershenstvovanie metodov obespecheniya pozharnoj bezo-pasnosti pri ekspluatatsii transportnyh sredstv razrezov i kar'erov // Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta Gosudarstvennoj protivopozharnoj sluzh-by MCHS Rossii. 2017. № 4. S. 58–64.
7. Chen' L. O tekhnologii sozdaniya vodyanogo tumana dlya pozharotusheniya // Byulleten' nauki i praktiki. 2019. T. 5, № 2. S. 197–202.
8. Odenbrett D., Sprakel D., Tober L. Fog firefighting systems in engine test cells // Halon Options Technical Working Conference. Koln, 12–14 May 1998. P. 449–458.
9. Ipatov A. YU. Tonkoraspylennaya voda: pravda bez vymysla // Pozharnaya bezopasnost' v stroitel'stve. 2009. № 5. S. 56–59.
10. Dushkin A. L., Lovchinskij S. E., Ryazancev N. N. et al. Osobennosti pozharotu-sheniya v zamknutom ob"eme tonkoraspylennoj vodoj // Pozharovzryvobezopasnost'. 2017. T. 26, № 3. S. 60–69.
11. Pahomov G. B., Dul'cev S. N., Tuzhikov E. N. Programmno-apparatnyj kompleks dlya eksperimental'nogo issledovaniya parametrov ustrojstv s vysokoskorostnoj podachej zhidkosti // Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2020. № 2 (27). S. 107–121.
12. Dushkin A. L., Karpyshev A. V., Segel' M. D. Optimizaciya parametrov potokov tonko-raspylennyh ogetushashchih veshchestv // Pozharovzryvobezopasnost'. 2010. T. 19, № 1. S. 39–44.
13. Cipenko A. V. Teoriya i metody povysheniya effektivnosti protivopozharnyh sistem na vozдушном транспорте // Dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora tekhnicheskikh nauk, M., 2006. 354 s.
14. Kustov M. V., Kalugin V. D. Povyshenie ogetushashchej effektivnosti istinnyh rastvorov s pomoshch'yu dobavok elektrolitov // Problemy pozharnoj bezopasnosti. 2008. № 24. S. 38–43.

УДК 614.849

kafedrandagps@mail.ru

**НОРМИРОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ПРИБЫТИЯ СОТРУДНИКОВ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА
НА МЕСТО ПОЖАРА**

**REGULATION OF THE TIME OF ARRIVAL OF EMPLOYEES
OF THE FEDERAL STATE FIRE SUPERVISION AT THE FIRE PLACE**

Карпов С. Ю., Академия ГПС МЧС России, Москва

*Karpov S. Yu., State Fire Service Academy
EMERCOM of Russia, Moscow*

В статье рассматривается вопрос об установлении наиболее благоприятного времени, в течение которого сотрудник федерального государственного пожарного надзора (ФГПН) МЧС России должен прибыть для сбора доказательств к месту пожара.

С учетом различных факторов, в частности с увеличением времени от момента ликвидации пожара и начала первичного осмотра места пожара, существенно меняется следовая картина, многие вещественные доказательства теряют свою информационную составляющую. Как следствие, это приводит к потере криминалистически значимых следов о причине пожара, снижению раскрываемости преступлений по «горячим следам». Поэтому во многом успешное расследование пожара напрямую зависит от оперативного прибытия дознавателя МЧС России на место пожара. Решение вопроса об установлении времени оперативного прибытия позволит повысить качество расследований по делам о пожарах и сформировать основания для установления в дальнейшем оптимальных территориальных границ обслуживания дознавателем ФГПН МЧС России.

Анализ нормативно-правовых актов показал, что на сегодняшний день время оперативного прибытия дознавателя ФГПН МЧС России не установлено. Предложенный в статье метод определения времени оперативного подъезда учитывает среднестатистическое время обслуживания пожара пожарными подразделениями на подконтрольной территории дознавателя в течение длительного периода наблюдения. Разработанный подход по определению желательного времени прибытия к месту пожара дознавателя позволит лицу, принимающему решения (ЛПР), наряду с другими факторами сформировать оптимальные границы обслуживания сотрудником ФГПН при расследовании пожаров.

Ключевые слова: пожар, оперативное время прибытия на место пожара, эффективные границы обслуживания дознавателя, управление численностью, расследование пожаров, раскрываемость преступлений, дознаватель, пожарная безопасность.

The article discusses the issue of establishing the optimal time during which an employee of the Federal State Fire Supervision (FGPN) EMERCOM of Russia must arrive to collect evidence at the fire site.

The article discusses the issue of establishing the most favorable time during which an employee of the Federal State Fire Supervision (FGPN) EMERCOM of Russia must arrive to collect evidence at the site of the fire.

Taking into account various factors, and in particular with an increase in the time from the moment the fire was extinguished and the beginning of the initial inspection of the fire site, the trace picture changes significantly, many material evidences lose their informational

component. As a consequence, this leads to the loss of criminally significant traces of the cause of the fire, a decrease in crime detection in hot pursuit. Therefore, in many respects, a successful investigation of a fire directly depends on the prompt arrival of an interrogator of the Russian Emergencies Ministry at the fire site. Solving the issue of establishing the time of prompt arrival will improve the quality of investigations into fire cases and form the basis for establishing in the future the optimal territorial boundaries of service by the investigator of the Federal State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia.

The analysis of the regulatory legal acts showed that to date, the time of the operational arrival of the investigator of the Federal State Security Service of the Russian Emergencies Ministry has not been established. The method proposed in the article for determining the time of an operational entrance takes into account the average time of service of a fire by fire departments in the controlled territory of an investigator during a long observation period. The developed approach for determining the desired time of arrival at the fire site of the interrogator will allow the decision-maker (DM), along with other factors, to form the optimal service boundaries by the FGPN employee in the investigation of fires.

Keywords: fire, operational time of arrival at the scene of the fire, effective boundaries of the interrogator's service, headcount management, fire investigation, crime detection, interrogator, fire safety.

Раскрываемости преступлений по «горячим следам» способствует множество факторов, но один из значимых – время прибытия к месту преступления. Успешное расследование по делам о пожарах во многом зависит от своевременного первоначального осмотра места пожара и полученной оперативной информации от очевидцев и свидетелей. Информация с места пожара формирует доказательную базу о причинах возникновения горения и виновных лицах, поэтому, необходимость оперативного прибытия обусловлена в первую очередь тем, что при пожаре уничтожаются вещественные доказательства, криминалистически важные следы, которые с учетом времени, погодных условий, действия пожарных могут быть

утрачены или стать непригодными для дальнейшего исследования. Время прибытия дознавателя МЧС России на место пожара играет важную составляющую в сборе доказательств причины пожара и нуждается в научно-исследовательском обосновании. Фактор времени оперативного прибытия на место пожара определяет эффективные границы территории обслуживания, а также является одним из критериев при формировании численности дознавателей.

На сегодняшний день нормативного времени оперативного прибытия на место пожара как дознавателя МЧС России, так и сотрудников органов, в обязанности которых входит расследование преступлений, не установлено (Таблица 1).

Таблица 1
Нормативные документы, регламентирующие оперативное время прибытия к месту происшествия

№ п/п	Структура (ведомства)	Нормативное время прибытия к месту происшествия (преступления)	Ссылка
1	ГИБДД (МВД РФ)	Не установлено	Приказ МВД РФ № 664 от 23.08.2017 «Об утверждении Административного регламента исполнения Министерством внутрен-

			них дел Российской Федерации государственной функции по осуществлению федерального государственного надзора за соблюдением участниками дорожного движения требований законодательства Российской Федерации в области безопасности дорожного движения»
2	Для сотрудников, осуществляющих расследование преступлений	Разумный срок (<i>Порядок рассмотрения сообщения о преступлении</i>)	Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации от 18.12.2001 № 174-ФЗ
3	Сотрудники МВД РФ (<i>При осуществлении полномочий органов внутренних дел</i>)	Незамедлительное прибытие	Приказ МВД России от 05.06.2017 года №335 Об утверждении типового положения о территориальном органе МВД России на районном уровне
4	Сотрудник СК РФ (<i>При осуществлении предварительного расследования</i>)	Незамедлительный выезд на место происшествия	Приказ Следственного комитета РФ от 15.01.2011 № 2 «Об организации предварительного расследования в Следственном комитете Российской Федерации»

В статистических данных деятельности по расследованию пожаров¹ не отражены значения (показатели), которые позволили бы сформировать зависимость успешного расследования по пожару (раскрываемости) от времени прибытия на место преступления (пожара). Поэтому экспертным путем, через анкетирование и опрос, были определены критерии (факторы), которые влияют на формирование значения оперативного времени прибытия. К ним можно отнести:

– наличие служебного транспорта (тип и характеристики которого позволят доставить дознавателя к месту пожара с учетом любых погодных условий и существующей транспортной инфраструктуры в районе выезда);

– наличие у дознавателя водительского удостоверения;

– наличие и качество дорог в районе выезда;

– наличие стабильной мобильной связи на всей территории обслуживания дознавателя;

– удаленность потенциальных объектов пожара от места дислокации отдела ФГПН;

– вероятность возникновения второго и последующих пожаров в обслуживаемом районе за сутки с учетом их наилучшего удаления друг от друга;

– наличие второго штатного дознавателя (исполняющего обязанности) в обслуживаемом районе.

По итогам исследования, наибольшее количество опрошенных дознавателей поддержали предложение о том, что максимальное время оперативного прибытия на место пожара не должно превышать значения

¹ Приказ МЧС России от 08.02.2017 № 43 «О предоставлении отчетности по осуществлению государственного надзора в сфере деятельности МЧС России»

среднестатистического времени обслуживания пожара в районе выезда. Это обусловлено тем, что в некоторых случаях, при отсутствии охраны места пожара лица, причастные к преступлению, намеренно могут уничтожить вещественные доказательства. Пожарные в данном случае обеспечивают контроль места пожара и являются ценными свидетелями, обладающими информацией, связанной с объектом пожара, с момента прибытия и до убытия. Поэтому дознавателю желательно приехать к месту пожара до убытия пожарной команды.

Среднестатистическое время обслуживания пожара пожарными подразделениями по России² представлено на рис. 1 и варьируется в среднем в пределах одного часа. При этом видно, что в сельской местности время обслуживания больше чем в городе. Так, например, в городе среднее время обслуживания вызова за последние 9 лет составило 50,67 минут, а в сельской местности – 86,07 минут.

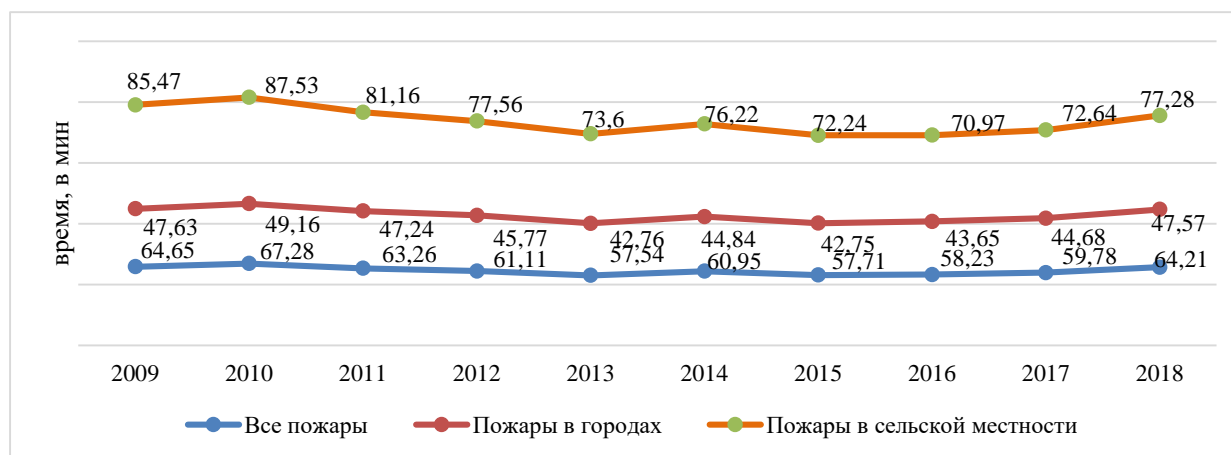


Рисунок 1. Диаграмма среднего времени обслуживания пожара по России за последние 9 лет

Время оперативного прибытия дознавателя на пожар ($T_{\text{опер.приб.}}$), как правило, не должно превышать среднее время обслуживания пожара ($T_{\text{обсл.пож.}}$) в районе выезда дознавателя (1). В регионах Дальнего Востока и Сибири, где время прибытия до потенциальных объектов пожара может превышать среднее время обслуживания, необходимо обеспечить присутствие на месте пожара (после ликвидации пожара) представителя правоохранительных органов, в исключительных случаях представителя органа местного самоуправления. В случаях, если время прибытия дознавателя на место пожара намного превышает время оперативного прибытия (более чем в два раза), то осмотр

места пожара и сбор первоначальной информации может осуществлять сотрудник правоохранительных органов (как правило это участковый уполномоченный полиции) с имперсивным телеприсутствием дознавателя МЧС России. При этом время прибытия участкового уполномоченного полиции на место пожара должно быть не более среднестатистического времени обслуживания пожара ($T_{\text{обсл.пож.}}$). Порядок взаимодействия участкового уполномоченного полиции МВД России и дознавателя МЧС России в таком случае можно установить межведомственным приказом с учетом территориальных особенностей.

$$T_{\text{опер.приб.}} \leq T_{\text{обсл.пож.}}, \quad (1)$$

² Пожары и пожарная безопасность: статистический сборник 2009–2018 ВНИИПО МЧС России.

где $T_{\text{опер.проб.}}$ – время оперативного прибытия на место пожара дознавателя (с момента сообщения о пожаре), $T_{\text{обсл. пож.}}$ – среднестатистическое время обслуживания пожара в районе выезда дознавателя (определяется как среднестатистическое за последние 5 лет).

Передвижение к месту пожара в 90 % случаев происходит на автомобиле. Время прибытия на место пожара напрямую зависит от протяженности пути в районе обслуживания и скорости транспортного средства. В современных условиях передвижение на служебном автотранспорте является оптимальным решением с учетом того, что дополнительно перевозится специальное оборудование, приборы, одежда (по технике безопасности), которое имеет значительный вес и габариты. Все это необходимо дознавателю для безопасного и качественного осмотра места пожара, сбора доказательств причины пожара. При определении границ территории оперативного времени прибытия нужно учитывать плотность пожаров в районе выезда. По статистике более 90 % пожаров происходят в жилом секторе населенных пунктов, к которым имеются подъездные пути по дорогам общего пользования.

Пожары также случаются и в труднодоступных местах, со значительным удалением от районных центров и отсутствием дорожного сообщения. Поэтому для районов крайнего севера, Сибири может рассматриваться комбинированный вариант передвижения к месту пожара, включающий водный, воздушный или иной вид транспорта. В зависимости от погодных условий и качества дорог, скорость автомобиля может меняться на отдельных отрезках пути,

поэтому время оперативного прибытия к месту пожара можно рассчитать как их суммарное соотношения по формуле (2).

$$T_{\text{опер.проб.}} = \sum_{i=1}^N \frac{L_i}{\langle V_i \rangle}, \quad (2)$$

где L_i – расстояние пути по дорогам общего пользования, V_i – средняя скорость движения автомобиля по дорогам общего пользования

Время в пути дознавателя к месту пожара на служебном автомобиле можно спрогнозировать с учетом современных технологий и программных продуктов.

Вариант № 1 – установка на служебный автотранспорт навигационной системы с возможностью ежегодного мониторинга средней скорости движения и маршрутов в течение года.

Вариант № 2 – определение времени прибытия к наиболее удалённым населенным пунктам в районе выезда посредством применения автомобильных навигационных программ типа «Яндекс Навигатор» с последующим обобщением полученных результатов в течение года.

Такие методы определения максимально возможного удаления объекта пожара в районе выезда, с учетом нормативного времени прибытия, можно применять при наличии развитой дорожной инфраструктуры и устойчивой мобильной связи.

Важно при определении времени оперативного прибытия, учитывать количество возникших пожаров в течение одних суток (в том числе в час пик³), их распределение на местности. При этом нормативное время прибытия на обслуживаемой территории должно устанавливаться по усредненным значениям по формуле (3).

$$\langle T_{\text{сред.опер.проб.}}(\tau) \rangle = \frac{\int_0^{24} T_{\text{опер.проб.}}(\tau) \mathcal{V}_{\text{пож}}(\tau) dt}{\int_0^{24} \mathcal{V}_{\text{пож}}(\tau) dt}, \quad (3)$$

где $\mathcal{V}_{\text{пож}}$ – количество пожаров на территории выезда дознавателя в течение суток.

³ Утренний час пик с 7:00 до 10:00, вечерний час пик с 16:00- до 19:00 (активность движения транспорта в больших городах).

При одновременном сообщении о двух пожарах или при условии, что второй вызов в течение дня застал дознавателя в противоположенном месте района обслуживания, предусматривается выезд на пожар дежурного офицера отдела ФГПН.

Динамика распределения количества пожаров во времени (в течение суток) с 2014 по 2018 гг. на территории России представлена на рис. 2.

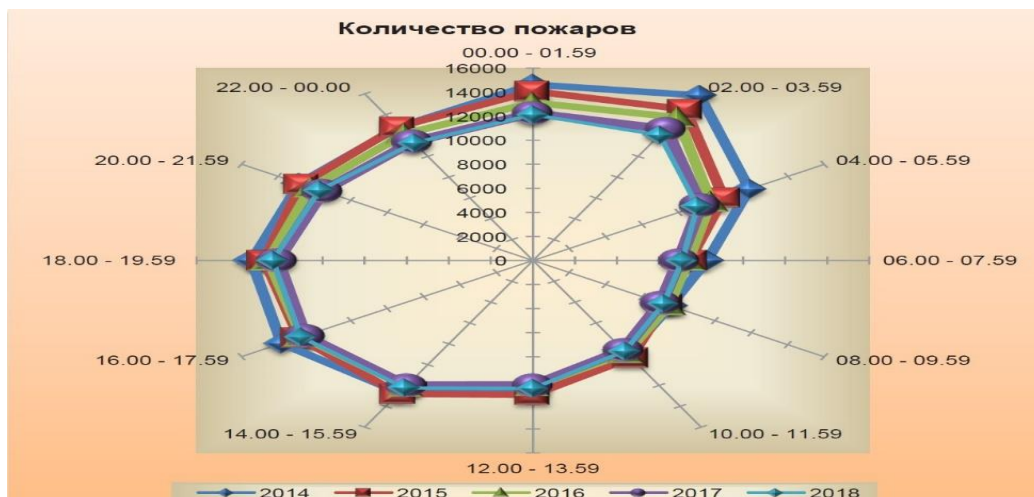


Рисунок 2. Статистические данные распределения количества пожаров по времени в течение суток

Отсюда видно, что наибольшее количество вызовов на пожар приходится на вечернее и ночное время. В связи с тем, что эти вызовы случаются после окончания рабочего времени (после 18:00), необходимо предусмотреть дополнительное время (5–10 минут) для сбора дознавателя, после поступления сообщения о пожаре.

Стоит отметить, что важными факторами, влияющими на оперативное время

прибытия дознавателя на место пожара, являются:

- обеспеченность дознавателя служебным транспортом (автомобилем);
- наличие у дознавателя водительского удостоверения, позволяющего управлять служебным транспортом.

При отсутствии водительского удостоверения у дознавателя, необходимо решить вопрос о штатном водителе на служебный автомобиль.

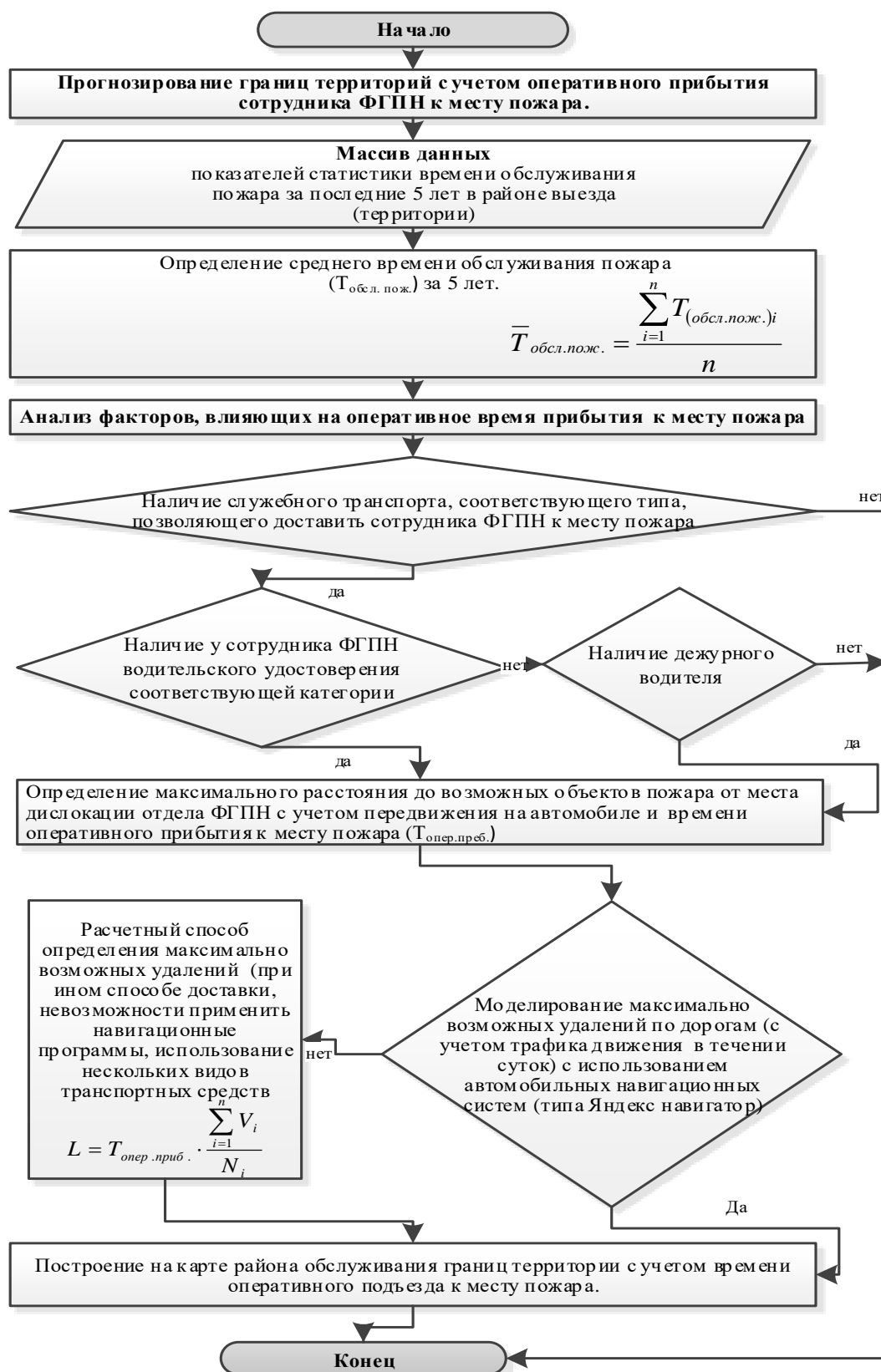


Рисунок 3. Алгоритм прогнозирования границ территорий с учетом оперативного прибытия сотрудника (дознавателя) федерального государственного пожарного надзора на место пожара

Современные автомобильные навигационные системы позволяют с большой точностью определить наикратчайший путь (маршрут) и время движения в пути, в том числе с учетом интенсивности трафика движения транспорта в течение суток (с учетом пробок).

Применение современных навигационных систем позволит дознавателю определить максимально возможное удаление на карте от отдела ФГПН до различных населенных пунктов в обслуживаемом районе, с учетом допустимого времени оперативного прибытия к месту пожара.

Прогнозирование границ территории оперативного времени подъезда к месту пожара (рис. 3), позволит определить эффективную зону гарантированного подъезда дознавателя на место пожара до убытия пожарных подразделений.

Вывод. Необходимость определения времени оперативного прибытия дознавателя МЧС на место пожара очевидна. При этом желательно, чтобы время прибытия дознавателя на место пожара не было больше чем среднестатистическое время обслуживания пожара в районе выезда. Нормативное время должно устанавливаться для каждого региона (района) в отдельности, с учетом анализа статистики среднего времени обслуживания пожара за последние 5 лет, а также особенностей транспортной инфраструктуры и материально-технического обеспечения. Решение вопроса об установлении нормативного времени прибытия дознавателя ФГПН МЧС России на место пожара повысит результативность и эффективность в деятельности по расследованию пожаров.

Литература

1. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В., Григорьева М. П. О некоторых закономерностях Российской пожарной статистики // Пожаровзрывобезопасность. 2016. № 6. С. 33–38.
2. Абдуругимов Г. И. Разработка методики оптимизации границ районов выезда пожарных частей гарнизона: автореферат канд. техн. наук. 1995.
3. Клишкин В. И. Совершенствование организации и управления оперативной деятельностью пожарных подразделений города Москвы на основе применения технологий имитационного моделирования.
4. Брушлинский Н. Н., Соколов С. В. Основы теории организации, функционирования и управления экстренными и аварийно-спасательными службами: монография. М., 2018. 92 с.
5. Сибирияков М. В. Информационно-аналитическая поддержка управления оперативными пожарно-спасательными подразделениями: диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук. М., 2018.
6. Прус Ю. В., Хажикаров М. Х., Ягодин А. А. и др. Технология имперсивного телеприсутствия в обеспечении взаимодействия инспектора пожарного надзора и пожарно-технического эксперта // Ежегодная международная научно-техническая конференция «Системы безопасности». 2013. № 22. С. 20–22.
7. Кавалириес А. К. Некоторые вопросы раскрытия преступлений, совершенных в условиях неочевидности по горячим следам // Проблемы раскрытия и расследования преступлений, совершенных в условиях неочевидности: сборник научных трудов. Волгоград, 1989. С. 60.
8. Карпов С. Ю. Определение факторов и критериев оценки деятельности дознавателя МЧС России на основе экспертного метода // Технологии техносферной безопасности. 2019. № 4 (86). С. 87–95. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2019-4/10-04-19.ttb.pdf>.
9. Карпов С. Ю. Особенности организации и управления деятельностью по расследованию пожаров в рамках реформирования Федерального Государственного пожарного надзора МЧС РФ // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2019. № 4. С. 22–27.
10. Карпов С. Ю., Прус Ю. В. Модель прогнозирования продолжительности сбора первоначальной информации на месте пожара функцией Кобба-Дугласа // Технологии техносферной безопасности. 2020. № 1 (87). С. 93–106.
11. Карасев Е. В., Таратанов Н. А. Оценка эффективности деятельности органов дознания Государственного пожарного надзора Федеральной противопожарной службы // Современные проблемы гражданской защиты. 2019. № 3 (32). С. 61–71.

References

1. Brushlinsky N. N., Sokolov S. V., Grigorieva M. P. On some patterns of Russian fire statistics // *Pozharovzryvobezopasnost*. 2016. № 6. Pp. 33–38.
2. Abdurogimov G. I. Development of a methodology for optimizing the boundaries of the areas of departure of the fire departments of the garrison: abstract of the candidate of technical sciences, 1995.
3. Klimkin V. I. Improvement of the organization and management of the operational activities of fire departments of the city of Moscow based on the use of simulation technologies.
4. Brushlinsky N. N., Sokolov S. V. Fundamentals of the theory of organization, functioning and management of emergency and rescue services: monograph. M., 2018. 92 p.
5. Sibiriyakov M. V. Information and analytical support for the management of operational fire and rescue units: dissertation for the degree of candidate of technical sciences. M., 2018.
6. Prus Yu. V., Khazhikarov, M. Kh., Yagodin A. A. et al. The technology of impersive telepresence in ensuring interaction between a fire inspector and a fire-technical expert // Annual international scientific and technical conference Security systems. 2013. No 22. S. 20–22.
7. Kavaliries A. K. Some questions of solving crimes committed in conditions of non-obviousness in hot pursuit / A. K. Kavaliries // Problems of disclosure and investigation of crimes committed in conditions of non-obviousness: Collection of scientific papers. Volgograd, 1989. P. 60.
8. Karpov S. Yu. Determination of factors and criteria for assessing the activities of an inquiry officer of the Russian Emergencies Ministry on the basis of an expert method // *Technosphere safety technologies*. 2019. No 4 (86). S. 87–95. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2019-4/10-04-19.ttb.pdf>.
9. Karpov S. Yu. Features of the organization and management of fire investigation activities within the framework of reforming the Federal State Fire Supervision of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation // *Fires and emergencies: prevention, elimination*. 2019. No 4. P. 22–27.
10. Karpov S. Yu., Pruss Yu. V. Model for predicting the duration of the collection of initial information at the fire site by the Cobb-Douglas function // *Technosphere safety technologies*. 2020. No 1 (87). S. 93–106.
11. Karasev E. V., Taratanov N. A. Evaluation of the effectiveness of the bodies of inquiry of the State Fire Supervision of the Federal Fire Service // *Modern problems of civil protection*. 2019. No 3 (32). P. 61–71.

УДК 614.8.014

mlprx@mail.ru

**ОЦЕНКА АКТУАЛЬНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ СМС-СООБЩЕНИЙ
В ПРОЦЕССЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОПОВЕЩЕНИЯ И ИНФОРМИРОВАНИЯ
НАСЕЛЕНИЯ О ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ****ASSESSMENT OF THE RELEVANCE AND EFFECTIVENESS
OF SMS MESSAGES IN THE PROCESS OF ORGANIZING NOTIFICATION
AND INFORMING THE POPULATION ABOUT EMERGENCY SITUATIONS**

*Ли-зун-сян Ю. Р., Яценко Е. С., кандидат биологических наук,
Алтайский государственный университет, Барнаул*

*Li-Zun-Xiang Yu. R., Yatsenko E. S.,
Altai state University, Barnaul*

В статье представлены результаты опроса населения Алтайского края об актуальности и эффективности СМС-сообщений от МЧС. Большинство респондентов оценили СМС-сообщения, как самый удобный, доступный и эффективный способ информирования о ЧС. Авторами был проведен анализ содержания текстов СМС-сообщений на соответствие требованиям, который показал, что большинство сообщений превышают необходимое количество символов. В ходе верификации прогнозной информации, представленной в СМС-сообщениях, было выявлено, что 95 % соответствует произошедшим событиям. В статье приведен ряд проблем, возникающих при работе МЧС с СМС-сообщениями в процессе оповещения и информирования населения о ЧС, предложены способы их решения.

Ключевые слова: оповещение и информирование о ЧС, СМС-сообщения, анкетирование, мероприятия по защите населения от ЧС, мобильная связь.

The article presents the results of a survey of the population of the Altai territory on the relevance and effectiveness of SMS messages from the Ministry of emergency situations. The majority of respondents rated SMS messages as the most convenient, affordable and effective way to inform about emergencies. The authors analyzed the content of text MESSAGES for compliance with the requirements, which showed that most messages exceed the required number of characters. During verification of the forecast information provided in SMS messages, it was found that 95 % advise the events that occurred. The article presents a number of problems that arise during the work of the Ministry of emergency situations with SMS-informing the population about emergencies, and suggests ways to solve them.

Keywords: emergency notification and information, SMS messages, questionnaires, measures to protect the population from emergencies, mobile communications.

Проблема оповещения и информирования населения о чрезвычайных ситуациях с каждым годом становится все более актуальна. В условиях динамично развивающейся техносферы, когда количество опасностей и возможности их реализации возрастают, безопасность личности, рабочих коллективов и больших социальных

групп становится приоритетной задачей общества и государства.

Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» устанавливает, что одной из основных задач единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций является

организация оповещения населения о чрезвычайных ситуациях и информирования населения о чрезвычайных ситуациях, в том числе экстренного оповещения населения [1].

В соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации, в целях своевременного информирования и оповещения населения об угрозе наступления неблагоприятных (опасных) метеорологических явлений, предупреждения о возможных чрезвычайных ситуациях, МЧС обязано доводить до населения информацию о правилах безопасного поведения, рекомендации по действиям граждан во избежание травм и гибели, а также ситуаций, связанных с материальным ущербом имуществу граждан [2].

Многие элементы техносферы развиваются динамично, в том числе – сети сотовой связи. Количество абонентских устройств, подключенных к сетям мобильной связи с каждым годом увеличивается, что делает их привлекательными для использования в целях оповещения и информирования населения об угрозах, возникающих при ЧС природного и техногенного характера.

МЧС самостоятельно не занимается рассылкой СМС. Информирование населения осуществляется операторами сотовой связи. Информация о неблагоприятных погодных явлениях поступает в Главное управление МЧС России по какому-либо субъекту от Росгидромета и других метеорологических служб, после чего прогнозируется развитие ситуации, на основе чего, оперативный дежурный Главного управления принимает решение о способах информирования. Далее сведения передаются операторам сотовой связи, которые непосредственно осуществляют СМС-рассылку или широкополосную рассылку информационных сообщений по технологии Cell Broadcast (CB). Отдельной подписки на рассылку и дополнительных настроек телефона не требуется. Абонент автоматически предупреждается о том, что может быть угроза его безопасности [3, 4].

С использованием данных технологий оповещение и информирование производится по территориальному признаку, и рассылку получают все абоненты, которые находятся в заданной зоне. От момента получения и согласования заявки от МЧС до начала оповещения, оператору связи требуется не более двадцати минут. Однако многое зависит от количества абонентов, которые должны получить СМС, и технических возможностей оператора связи.

СМС-сообщения могут использоваться как для оповещения, так и для информирования населения о ЧС. Оповещение осуществляется о ЧС, которая произошла или происходит в данный момент. Оно актуально для людей, которые находятся в радиусе зоны бедствия, для того чтобы они смогли покинуть небезопасный район или остаться дома. Информирование о ЧС – это предупреждение о том, что в ближайшее время в определённом месте может быть не безопасно: надвигается шторм, возрастает концентрация в воздухе вредных веществ, быстро поднимается уровень воды и т.д.

Всего предусмотрено десять вариантов сообщений, содержание которых должно соответствовать определённым требованиям. Например, при наличии угрозы распространения какого-либо заболевания текст СМС-сообщения должен быть следующим: «МЧС России сообщает: В (время, дата) в (населенный пункт) – угроза коронавируса (сибирской язвы). Воздержитесь от посещения населенного пункта. Следите за сообщениями!» [3].

В соответствии с вышеизложенным, цель работы – оценить актуальность и эффективность СМС-сообщений, в процессе организации оповещения и информирования населения о ЧС. Для реализации цели исследования была разработана анкета, состоящая из следующих вопросов:

1. Ваш возраст.
2. Владеете ли Вы информацией о способах оповещения населения при ЧС.?

3. Имеете ли Вы представление о том, как себя вести при различных ЧС (пожарах, террористической угрозе)?

4. Смотрите ли Вы телевизор?

5. Слушаете ли Вы радио?

6. Пользуетесь ли Вы интернетом?

7. Важно ли Вам быть в курсе актуальных событий и происшествий в стране и в мире?

8. Как Вам кажется, получаете ли Вы достаточно актуальной информации о произошедших и происходящих чрезвычайных ситуациях в стране?

9. Используете ли Вы СМС-сообщения для общения?

10. Является ли для Вас эффективным способ оповещения и информирования о чрезвычайных ситуациях посредством СМС-сообщений?

11. Приходят ли Вам СМС-сообщения о ЧС?

12. Насколько полезна Вам информация СМС-сообщений от МЧС (оцените по 5-балльной шкале)?

13. Всегда ли данные СМС-сообщений о ЧС верны?

14. Как бы Вам было удобнее узнавать о произошедших или происходящих чрезвычайных ситуациях? (Респондентам было предложено ранжировать несколько вариантов ответов).

Для проведения опроса была создана «Google Форма».

Был проведен опрос 563 человек, в возрасте старше восемнадцати лет, проживающих в Алтайском крае. Для обеспечения охвата различных групп населения опрос проводился на промышленных предприятиях, в общественных организациях, предприятиях социального обслуживания и др.

Абсолютное большинство участников опроса (99 %) заявили, что владеют информацией о способах оповещения и информирования населения о ЧС.

95 % респондентов отметили, что имеют представление о том, как себя вести при различных ЧС (пожарах, террористической угрозе). Эти ответы позволяют сделать вывод о том, что работа МЧС в сфере оповещения и информирования населения о ЧС достаточно эффективна.

При ответе на вопрос «Смотрите ли Вы телевизор?», мнения респондентов разделились: 88 % ответили «Да», 5 % ответили «Нет» и 7 % ответили «Иногда». Следовательно, телевидение возможно применять как один из широко используемых населением вариантов.

Распределение ответов респондентов на вопрос «Слушаете ли Вы радио?» показывает, что 84 % ответили «Да», 10 % ответили «Нет», 6 % ответили «Иногда». Это также говорит о возможности использования средств радиосвязи для оповещения и информирования населения о ЧС.

Абсолютное большинство респондентов, а именно 99 % пользуются интернетом.

Также 99 % респондентов заявили о важности получения информации об актуальных событиях и происшествиях как в стране, так и в мире.

95 % респондентов утверждают, что получают достаточно актуальную информацию о произошедших и происходящих чрезвычайных ситуациях в стране (рис. 1).

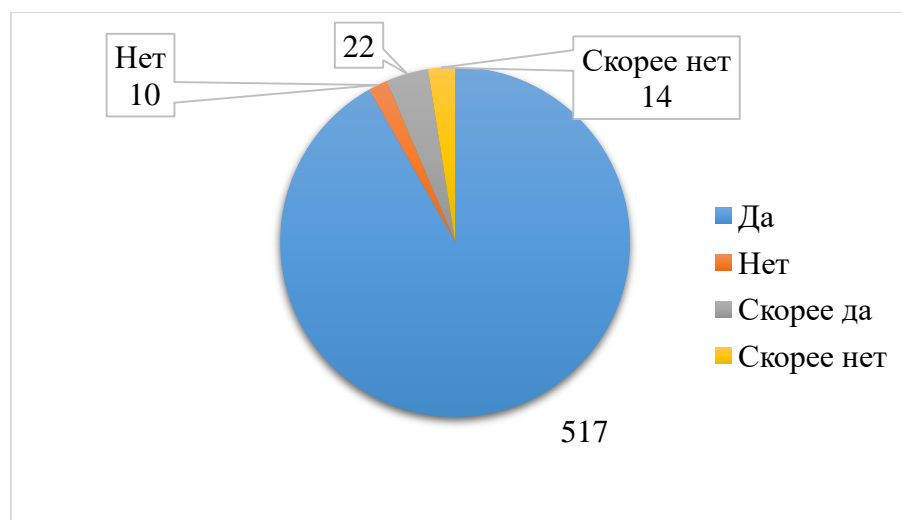


Рисунок 1. Распределение ответов респондентов на вопрос «Как Вам кажется, получаете ли Вы достаточно актуальной информации о произошедших и происходящих чрезвычайных ситуациях в стране?» (цифрами указано количество респондентов)

96 % респондентов сообщили о том, что используют СМС-сообщения для получения и передачи информации.

При этом 99 % подтверждают эффективность оповещения населения о чрезвычайных ситуациях посредством СМС-сообщений.

Абсолютным большинством респондентов было подтверждено поступление им СМС-сообщений с информацией о ЧС (98 % опрошенных). Эти результаты указывают на качественную работу всех структур, занимающихся оповещением и

информированием населения о ЧС посредством СМС-сообщений.

Большая часть респондентов отметила, что информация, полученная посредством СМС-сообщений о ЧС, является полезной.

Были получены следующие ответы:

- 92 % – дали оценку «5»;
- 3 % – дали оценку «4»;
- 3 % – дали оценку «3»;
- 1 % – дали оценку «2»;
- 1 % – дали оценку «1» (рис. 2).

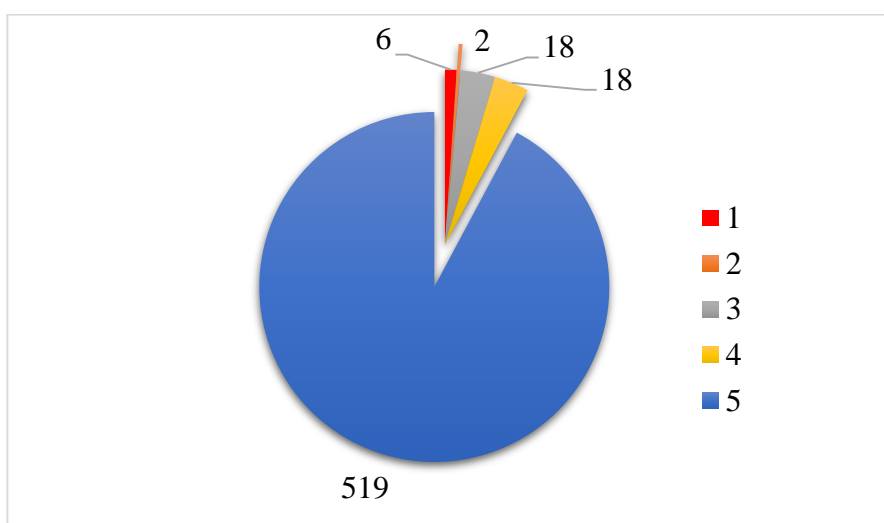


Рисунок 2. Распределение ответов респондентов на вопрос «Насколько полезна Вам информация СМС-сообщений от МЧС?» (оцените по 5-балльной шкале) (цифрами указано количество респондентов)

Ответы на вопрос «Всегда ли данные СМС-сообщений о ЧС верны?» распределены следующим образом:

91 % респондентов считают, что данные всегда верны;

4 % респондентов пришли к выводу о том, что данные СМС-сообщений бывают ложными;

5 % респондентов вовсе не проверяли эти данные и не считают это необходимым.

Один из вопросов анкеты «Как бы Вам было удобнее узнавать о произошедших или происходящих чрезвычайных ситуациях?» был поставлен с возможным выбором нескольких вариантов ответов. Методом ранжирования предложенных вариантов респонденты определили несколько оптимальных для себя способов узнавать информацию о ЧС. Большинство отдали предпочтение СМС-рассылке, при этом на втором месте оказался интернет (рис. 3).



Рисунок 3. Распределение ответов респондентов на вопрос «Как бы Вам было удобнее узнавать о произошедших или происходящих чрезвычайных ситуациях?» (цифрами указано количество респондентов)

Авторами был проведён анализ СМС-сообщений на соответствие текста сообщения нормативным требованиям и на верификацию содержания прогнозных СМС-сообщений.

К сообщениям предъявляется ряд требований:

1. СМС-сообщение должно быть информативным, содержать сведения о порядке действий в конкретной ЧС и состоять из нескольких предложений.

2. СМС-сообщение должно побуждать человека действовать в соответствии с полученными инструкциями.

3. Текст информационного сообщения должен быть не более 140 символов ки-

риллицы (по мере технических возможностей размер сообщения по согласованию может быть изменён).

4. Оповещение населения по сотовой связи через технологию Cell Broadcast (CB) должно производиться по заранее подготовленным и утверждённым текстам.

5. Операторам связи запрещается вносить изменения в текст информационного сообщения [5].

Для анализа текстов СМС-сообщений на соответствие заявленным требованиям были выбраны СМС-сообщения, разосланные жителям г. Барнаула в 2019 г. Для примера представляем СМС-сообщение, направленное в апреле: «Алтайский ЦГМС: 18 апреля ожидается усиление ветра до 17–22 м/с, местами в предгорных районах

сильные осадки, местами метель, гололедные явления, отложение мокрого снега, на дорогах сильная гололедица. МЧС рекомендует: находитесь вдали от слабо закрепленных конструкций, будьте осторожны на дорогах». Выявлено, что только два СМС-сообщения из всех проанализированных соответствуют требованию о количестве символов. Все остальные СМС-сообщения превышают количество в 140 символов кириллицы. Данное обстоятельство может замедлять доставку сообщений до конечного получателя.

Для верификации информации в прогнозных сообщениях был проведен аналогичный анализ. Все СМС-сообщения содержали в себе информацию о ЧС природного или техногенного характера. В январе 2019 г. жители г. Барнаула получили СМС-сообщение следующего содержания: «Алтайский ЦГМС: 10 января: порывы ветра до 18 м/с, снег, метель, гололедица». Фактически, по данным регионального ЦГМС: на большей части региона снег и метель, на дорогах гололед. Ветер юго-западный, 4–9 м/с, с усилением до 14 м/с. Днем -9...-14 °С, в западных районах -15...-20 °С, с похолоданием в течение дня. В Барнауле временами снег, на дорогах гололедица, ветер юго-западный, 4–9 м/с. Днем -9...-11 °С, с похолоданием к концу дня до -15 °С. В ходе анализа всех сообщений за 2019 г. выявлено, что прогнозные данные о ЧС, которые поступили из СМС-сообщений, соответствовали реализованным событиям на 95 %.

Несмотря на вышесказанное, существует ряд проблем, сопровождающих работу МЧС с СМС-сообщениями в процессе оповещения и информирования населения о ЧС, которые негативно сказываются на всей системе.

В действующем регламенте МЧС не предполагается никаких автоматических систем рассылки СМС или СВ сообщений. Сотрудник МЧС должен по телефону или электронной почте сообщить оператору следующую информацию: зона бедствия (территория, где будет сделана рассылка); текст рас-

сылки; время рассылки и продолжительность чрезвычайной ситуации. Однако если рассылать предупреждение заранее, его многие пропустят. В момент реализации опасности рассылка сообщений теряет смысл, так как человек уже находится в опасной зоне. Следовательно, нужно выбрать правильное временное окно. При этом дежурный офицер МЧС принимает решение по своему усмотрению, т. е. не исключен человеческий фактор.

Российские операторы сотовой связи имеют технические ограничения, как и любые другие операторы в мире: они не могут отправить одновременно большое число СМС, так как пропускная способность системы ограничена. В данном случае вступают в действие СВ-сообщения, которые можно разослать неограниченному числу абонентов телефонов. Минус таких сообщений заключается в том, что они не видны в меню, появляются на экране исчезают. Если человек не смотрит на экран телефона в момент поступления сообщения, то практически точно можно гарантировать, что он пропустит СВ-сообщение. Также необходимо отметить, что максимальное число символов в таком сообщении равно 19, например, оно может содержать в себе следующий текст: «МЧС информ! тел:112!» На смартфоны подобные СВ-сообщения могут не прийти, так как их прием по умолчанию отключен на большинстве моделей телефонов. Эта проблема не является проблемой пользователей или операторов, она должна решаться на федеральном уровне. В США успешно решили эту проблему на уровне регулятора: запрещено продавать телефоны без поддержки экстренных служб 911. Это не только передача координат объекта на сервера чрезвычайных служб при звонке по номеру 911, но и ряд других опций [6, 7]. Так, в прошивке как для Android, так и iOS или любых иных систем, есть предупреждения от этой службы. Это тот же СВ, но ему придается иной приоритет: сообщения включены, они не исчезают, и телефон начинает громко пищать, звонить и вибрировать (в зависимости

от категории предупреждения). При регламентации подобных норм в России все производители просто активируют подобную опцию.

На основании результатов проведенного исследования можно сделать вывод, что на современном этапе информация о ЧС,

передаваемая населению посредством СМС-сообщений является достоверной, актуальной, содержательной, а сам способ передачи информации является эффективным, востребованным, имеет высокий уровень доверия у населения.

Литература

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» // Российская газета от 24.12.1994. № 250.
2. Доработанный текст проекта Приказа МЧС России «Об утверждении Положения о системе оперативного информирования населения»: подготовлен МЧС России 15.01.2018. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56644815/> (дата обращения 30.06.2020).
3. Александрова О. СМС предупредит о ЧС // Комсомольская правда. 2016. 1 нояб. URL: <https://www.alt.kp.ru/daily/26601/3617610/> (дата обращения 30.06.20).
4. Федеральный закон от 01.03.2020 № 42-ФЗ «О внесении изменений в статью 35 Закона Российской Федерации «О средствах массовой информации» и статью 66 Федерального закона «О связи». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202003010003?index=0&rangeSize=1> (дата обращения 30.06.20).
5. Методические рекомендации по созданию комплексной системы экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций: утв. Минкомсвязью России, МЧС России. URL: <https://www.alt.kp.ru/daily/26601/3617610/> (дата обращения 30.06.20).
6. Сапожников А. В., Ярлыкова С. М. Сравнительный анализ отечественных и зарубежных подходов к определению местоположения для экстренных служб // Технологии информационного общества. 2013. № 7. С. 112–117.
7. An overview of LTE Positioning // SPIRENT. February 2012. С. 2–9.

References

1. Federalnyy zakon ot 21.12.1994 № 68-FZ «O zashchite naseleniya i territoriy ot chrezvychaynykh situatsiy prirodnogo i tekhnogennoy kharaktera» // Rossiyskaya gazeta ot 24.12.1994. № 250.
2. Dorabotannyy tekst proyekta Prikaza MChS Rossii «Ob utverzhdanii Polozheniya o sisteme operativnogo informirovaniya naseleniya»: podgotovlen MChS Rossii 15.01.2018. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/56644815/> (data obrashcheniya 30.06.2020).
3. Aleksandrova O. SMS predupredit o ChS // Komsomolskaya pravda. 2016. 1 noyab. URL: <https://www.alt.kp.ru/daily/26601/3617610/> (data obrashcheniya 30.06.20).
4. Federalnyy zakon ot 01.03.2020 № 42-FZ «O vnesenii izmeneniy v statyu 35 Zakona Rossiyskoy Federatsii «O sredstvakh massovoy informatsii» i statyu 66 Federalnogo zakona «O svyazi». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202003010003?index=0&rangeSize=1> (data obrashcheniya 30.06.20).
5. Metodicheskiye rekomendatsii po sozdaniyu kompleksnoy sistemy ekstrennogo opoveshcheniya naseleniya ob ugroze vzniknoveniya ili o vzniknovenii chrezvychaynykh situatsiy: utv. Minkomsvyazyu Rossii. MChS Rossii. URL: <https://www.alt.kp.ru/daily/26601/3617610/> (data obrashcheniya 30.06.20).
6. Sapozhnikov A. V., Yarlykova S. M. Sravnitelnyy analiz otechestvennykh i zarubezhnykh podkhodov k opredeleniyu mestopolozheniya dlya ekstrennykh sluzhb // Tekhnologii informatsionnogo obshchestva. 2013. № 7. S. 112–117.
7. An overview of LTE Positioning // SPIRENT. February 2012. P. 2–9.

УДК 614.841

hudyakovac@mail.ru

ФАКТОРЫ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**FIRE HAZARD FACTORS OF THE RUSSIAN FEDERATION REGIONS**

*Штерензон В. А.^{1,2}, Худякова С. А.², Степанов О. И.³, Гренадеров А. Н.²,
¹Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург,
²Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург,
³Югорский государственный университет, Югра*

*Shterenzon V. A.^{1,2}, Khudyakova S. A.², Stepanov O. I.³, Grenaderov A. N.²,
¹Ural Federal University named after
the First President of Russia B. N. Yeltsin, Yekaterinburg,
²The Ural Institute of State Firefighting Service
of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg
³Yugra State University, Yugra*

В данной работе рассмотрены вопросы влияния климатических, социально-экономических и географических факторов на количественные показатели состояния пожарной безопасности 2018 года (количество пожаров, материальный ущерб, количество погибших). Исходными данными для исследования были статистические данные МЧС России о пожарах и пожарной безопасности за 2018 год [2], данные Росстата (Федеральной службы государственной статистики) о показателях социально-экономического развития регионов Российской Федерации [3–10], статистические метеорологические данные о погоде в различных регионах РФ [11, 12].

В качестве математического обеспечения исследования использован прикладной статистический анализ, в качестве программного обеспечения применена статистическая графическая система Statgraphics Plus for Windows [13].

Выявлено, что в 2018 году наиболее серьезные проблемы с пожарами, погибшими людьми и материальным ущербом были в регионах с большим количеством населения, более высоким уровнем промышленного развития и более высоким индексом качества жизни людей в этом регионе.

Ключевые слова: пожарная безопасность, число пожаров, количество погибших, материальных ущерб, корреляционный анализ.

This paper discusses the impact of climatic, socio-economic and geographical factors on the quantitative indicators of fire safety in 2018 (the number of fires, material damage, the number of deaths). The initial data for the study were statistical data of the Ministry of Emergency Situations of Russia on fires and fire safety for 2018 [2], data from Rosstat (Federal State Statistics Service) on indicators of socio-economic development of regions of the Russian Federation [3–10], statistical meteorological data on weather in different regions of the Russian Federation [11, 12].

Applied statistical analysis was used as the mathematical support for the study, and the statistical graphical system Statgraphics Plus for Windows [13] was used as software.

It was revealed that in 2018 the most serious problems with fires, fatalities and material damage were in regions with a large population, a higher level of industrial development, and a higher index of the quality of life of people in this region.

Keywords: fire safety, number of fires, number of deaths, material damage, correlation analysis.

Введение

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором с установленной вероятностью исключается возможность возникновения и развития пожара и воздействия на людей опасных факторов пожара, а также обеспечивается защита материальных ценностей [14]. Пожарная безопасность страны определяется пожарной опасностью всех регионов и муниципальных образований. Поэтому решения в области пожарной безопасности, в первую очередь, должны быть ориентированы на повышение эффективности деятельности органов местного самоуправления и региональной власти.

Каждый пожар представляет собой единственную, в своем роде уникальную ситуацию, определяемую различными событиями и явлениями, носящими случайный характер, поэтому точно предсказать развитие пожара во всех деталях не представляется возможным [15–21]. Однако пожары обладают общими закономерностями, что позволяет построить модельное описание общих явлений на пожарах и их параметров. Существующее достаточно большое количество факторов пожарной опасности можно сгруппировать (климатические, социально-экономические, географические и т. д.) и исследовать. Выработка оптимальных результативных решений по обеспечению пожарной безопасности возможна только на основе всестороннего анализа факторов пожарной опасности, их влияния на её количественные показатели.

Несмотря на достаточно большое количество исследований различных аспектов пожарной безопасности, следует признать, что, в основном, это локальные исследования: либо в отдельных регионах, либо отдельных факторов. *Актуальность данного исследования* определяется отсутствием в информационном пространстве исследований комплексного характера о влиянии большого количества разнородных факторов на количественные показатели пожарной безопасности регионов Российской Федерации.

Цель работы – выявление, комплексное исследование и анализ разнородных факторов, повлиявших на возникновение пожаров и их последствия в регионах Российской Федерации в 2018 году.

Объект исследования – состояние пожарной безопасности в регионах Российской Федерации в 2018 году.

Предмет исследования – корреляционная связь между показателями пожарной безопасности в регионах Российской Федерации в 2018 году, с одной стороны, и климатическими, социально-экономическими и антропогенными факторами, с другой стороны.

Методы исследования – для решения поставленных задач и доказательства сформулированных утверждений применялись методы: системного анализа, математической статистики, статистического и кластерного анализа, математического анализа и моделирования, а также экспертный метод (в отборе исследуемых факторов).

Теоретическая новизна заключается в том, что комплексными исследованиями разнородных факторов количественно выявлены те факторы, которые в большей степени определяют значения показателей пожарной безопасности регионов Российской Федерации в целом. Полученные результаты могут рассматриваться как основа для последующих частных и локальных исследований наиболее влиятельных факторов пожарной опасности в конкретном регионе и разработки обоснованных системных мер превентивного характера.

Практическая ценность проведенного исследования заключается в получении статистических моделей для прогнозирования зависимости числа пожаров, количества погибших и величины материального ущерба в зависимости от выявленных наиболее влиятельных факторов. Также полученные результаты могут быть использованы в учебном процессе для подготовки специалистов по специальности 20.05.01 Пожарная безопасность и направлению 20.03.01 Техносферная безопасность.

В данной работе исследуются факторы, связанные с воздействием природы (климатические) и человека (социально-экономические, антропогенные) на возникновение и развитие пожаров и их последствия (гибель людей, материальный ущерб). В качестве показателей пожарной опасности (выходных факторов) в данном исследовании для каждого региона были рассмотрены число пожаров, количество погибших и материальный ущерб. В качестве входных факторов в данном исследовании для каждого региона были рассмотрены: среднегодовая влажность воздуха, среднегодовая температура воздуха, среднегодовая скорость ветра, площадь территории региона, численность населения, плотность населения, численность городского и сельского населения, уровень доходов на душу населения, уровень промышленного производства, индекс качества жизни населения, численность населения с профессиональным образованием. В данной работе не исследуется отдельно влияние системы противопожарной безопасности регионов (уровень материально-технического обеспечения, количество сотрудников и уровень их профессиональной подготовки, особенности модели управления и т. д.).

Исследование показателей пожарной безопасности регионов Российской Федерации в 2018 году

Основные явления, сопровождающие пожар, – это процессы горения, массо- и теплотеноса. Пожар рассматривается как открытая термодинамическая система, обменивающаяся с окружающей средой веществами и энергией [17–21].

Математической основой данного исследования является аппарат корреляционного и регрессионного анализа [22]. Степень корреляционной связи между исследуемыми факторами оценивалась коэффициентом корреляции, адекватность моделей – критерием Фишера [22], проверка гипотез о распределении проводилась по критерию Пирсона и Колмогорова – Смирнова [23]. При оценке силы корреляционной

связи по коэффициенту корреляции использовалась шкала Чеддока [22, 23]. Математическая обработка [13, 22, 23] статистических данных о пожарах в регионах были исследованы линейные, экспоненциальные, степенные, обратные, полиномиальные и другие модели.

В первой части исследования было установлено, что:

– в 2018 году в Российской Федерации согласно [2] было более 127 000 пожаров (127 669), погибло 7 758 человек, общий материальный ущерб составил более 15,5 млрд рублей;

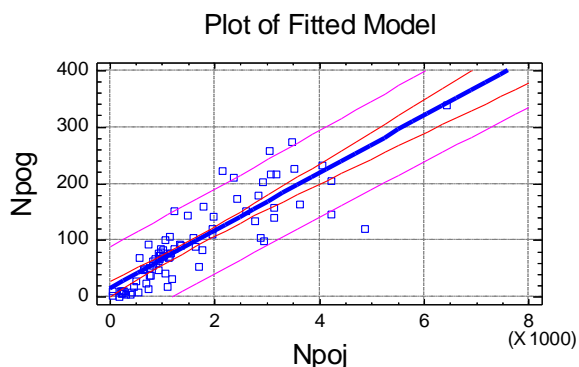
– почти в трети регионов Российской Федерации в 2018 году произошло в среднем до 1 000 пожаров (~3 пожара в день), примерно в 30 % регионов произошло от 1 000 до 2 000 пожаров (~3–5 в день), примерно в 23 % регионов произошло от 2 000 до 3 000 пожаров (~5–8 в день), примерно в 10 % регионов произошло от 3 000 до 4 000 пожаров (~8–11 в день), в 3 % регионов за год было более 4 000 пожаров (более 11 пожаров в день), 90 % общего количества пожаров за 2018 год «внесли» регионы, в которых за 2018 год было менее 3 000 пожаров, таких регионов ~70.

– более чем в четверти регионов Российской Федерации количество погибших от пожаров в 2018 году составило до 50 человек, ещё в четверти регионов за год погибло от 50 до 100 человек, почти в 40 % регионов от пожаров погибло от 100 до 200 человек, в 7 % регионов от пожаров погибло более 300 человек (почти 1 человек в день), 90 % общего количества погибших за 2018 год «внесли» регионы, где за год погибло не более 200 человек (~1 человек в 2 дня), таких регионов ~72;

– распределение (рис. 2 материального ущерба от пожаров в регионах Российской Федерации показывает, что основную долю в материальные потери вносят регионы, где годовой ущерб составляет менее ~380 млн рублей, таких регионов 76. В Санкт-Петербурге за 2018 год материальный ущерб от пожаров составил 3,2 млрд рублей.

Выявлена сильная корреляционная связь (рис. 1) между количеством пожаров и

количеством погибших людей, что подтверждает критическое влияние пожара на жизнь человека.



$$N_{prog} = 14,64 + 0,05 \cdot N_{poj}$$

Коэффициент корреляции $r = 0,87$

Модель адекватна

N_{prog} – количество погибших (выходной фактор)

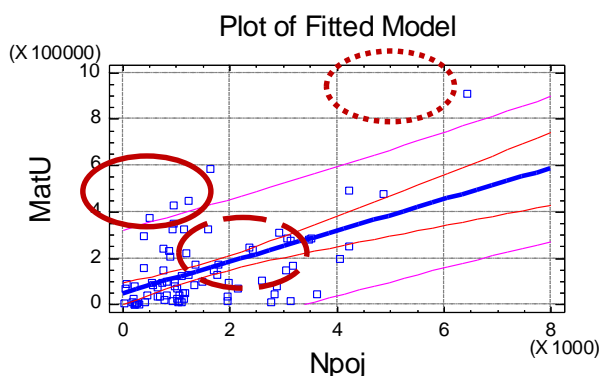
N_{poj} – количество пожаров (входной фактор)

Сильная корреляционная связь

Рисунок 1. Иллюстрация корреляционной зависимости количества погибших от количества пожаров в регионах РФ в 2018 году

Выявлена средняя корреляционная связь между количеством пожаров и материальным ущербом (рис. 2). Из рис. 2 очевидно, что можно выделить три неоднородные группы регионов. В группе I (выделена сплошной линией) пожаров меньше, а материальный ущерб выше. В группе II (выделена пунктирной линией) пожаров больше, а материальный ущерб меньше. В группе III (выделена точками) и пожаров много, и

ущерб значительный. Причины таких различий кроются в региональных отличиях материально-технического и инфраструктурного обеспечения пожарной безопасности, уровне профессиональной подготовки кадрового состава региональных органов, уполномоченных на решение задач в области пожарной безопасности, экономической значимости горевших объектов.



$$MatU = 47323,2 + 67,37 \cdot N_{poj}$$

Коэффициент корреляции $r = 0,54$

Модель адекватна

$MatU$ – материальный ущерб (выходной фактор), тыс. руб.

N_{poj} – количество пожаров (входной фактор)

Средняя корреляционная связь

Рисунок 2. Иллюстрация корреляционной зависимости материального ущерба от количества пожаров в регионах РФ в 2018 году

Анализ пожарной безопасности регионов совместно по трем параметрам: количество пожаров, количество погибших, материальный ущерб (рис. 3) – показал, что можно выделить три разнородные группы

регионов. Группа I (выделена сплошной линией): пожаров меньше, соответственно, меньше количество погибших, меньше материальный ущерб. В группе III (выделена точками): меньше пожаров, меньше погибших, но больше материальный ущерб. В

группе II (выделена пунктирными линиями): и пожаров и погибших больше, чем в группах I и III, а ущерб так же высокий, как в группе III. Скорее всего причины таких различий кроются в региональных отличиях материально-технического и инфраструктурного обеспечения пожарной безопасности,

уровне профессиональной подготовки кадрового состава региональных органов, уполномоченных на решение задач в области пожарной безопасности, экономической значимости горевших объектов.

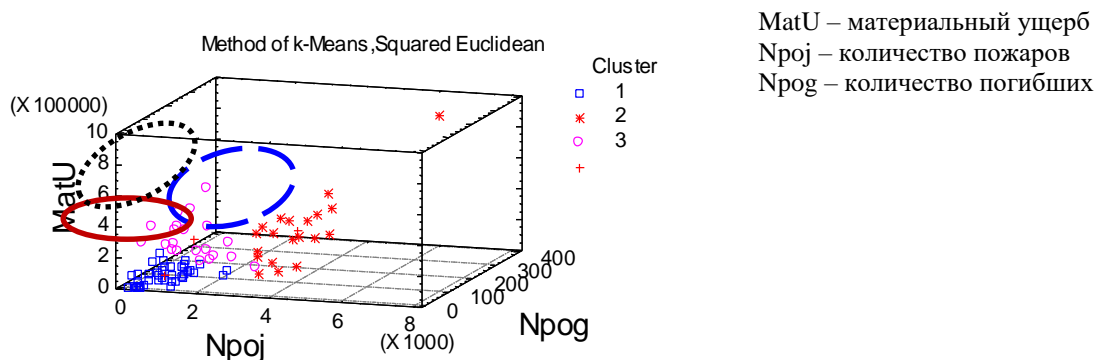


Рисунок 3. Иллюстрация кластерной диаграммы распределения регионов РФ в 2018 году

Общеизвестно, что пожар – сложное комплексное явление, которое в каждом конкретном случае возникает и развивается как результат трудно прогнозируемого взаимодействия факторов, способствующих его возникновению и развитию, и факторов, противостоящих возникновению и развитию пожара [24–29]. Факторы, которые противостоят возникновению и развитию пожаров, образуют систему пожарной безопасности (или противопожарной защиты), создаются и реализуются человеком. Факторы, которые способствуют возникновению и развитию пожаров, создаются человеком и самой природой.

Анализ и систематизация причин возникновения и развития пожаров позволяет сгруппировать их в следующие группы: климатические факторы, социально-экономические факторы, антропогенные факторы. Однако стоит отметить, что сегодня указанные группы факторов не являются абсолютно взаимно независимыми – влияние человека на окружающую среду всё больше отражается на климатических факторах возникновения пожаров, а социально-экономические

факторы являются, фактически, прямым результатом деятельности человека (включая и противопожарную деятельность).

Несмотря на то, что причины возникновения и развития пожаров хорошо известны, изучены и систематизированы, каждый пожар – это уникальное сочетание известных причин с уникальным вкладом (весовым коэффициентом) каждой причины в конкретной ситуации в конечный результат.

Влияние климатических и географических факторов на возникновение пожаров их последствия в 2018 году

В воздухе всегда присутствует влага в виде водяных паров. Количество влаги, содержащееся в воздухе, отражается на влагосодержании горючих материалов. Издавна люди тушили пожары водой, поэтому в сознании людей огонь и вода – категории несовместимые. Поэтому естественным образом формируется предположение о том, что при высокой влажности в регионе количество пожаров и их последствий, скорее всего, меньше, чем в регионе с сухим климатом.

Температура воздуха при тушении пожаров должна учитываться как один из основных факторов. Известно, что нагретый на солнце горючий материал теряет влагу и горит более интенсивно, чем при отсутствии прогрева, а температура поверхности почвы влияет также на движение воздушных потоков. Температура непосредственно воздействует и на самих пожарных, затрудняя их работу [27]. Повышенная температура воздуха, интенсивность солнечного излучения влияют на предварительный нагрев и подсушивание горючих веществ [28]. Можно предположить, что в регионах, где в году больше дней с высокой температурой (т. е. среднегодовая температура выше), может быть больше число пожаров, количество погибших и материальный ущерб. Время года также оказывает влияние на интенсивность развития лесных пожаров.

Ветер с давних пор считается одним из главных факторов распространения и развития пожара, так как способствует дополнительному притоку кислорода воздуха, переносу пламени на расположенные по направлению ветра горючие материалы и вызывает возникновение новых очагов пожара, перебрасывая искры, горящую золу за кромку основного огня. Чем сильнее ветер, тем быстрее распространяется пожар. Направление движения нагретых продуктов обычно определяет вероятные пути распространения пожара, так как мощные восходящие тепловые потоки могут переносить искры, горящие угли и головни на значительное расстояние, создавая новые очаги горения [29]. Можно предположить, что в регионах Российской Федерации, где скорость ветра выше, количество пожаров больше и их последствия разрушительнее.

Исследования, выполненные в рамках данной работы, показали, что в 2018 году более 80 % пожаров произошли в регионах со среднегодовой влажностью 65–80 %. Отсутствие корреляционной связи между исследованными факторами (на входе – температура воздуха, влажность, скорость ветра, на выходе – число пожаров, количество погибших, материальный

ущерб) не подтвердило гипотезу о том, что в регионах с более сухим, жарким и ветреным климатом число пожаров в 2018 году было больше и, соответственно, больше количество погибших и материальный ущерб, не подтвердилась.

На первый взгляд ответ на вопрос «Влияет ли площадь региона на число пожаров, количество погибших и материальный ущерб?» кажется очевидным – чем больше площадь региона, тем больше на ней (в абсолютном исчислении) может возникать причин для возникновения пожаров, тем больше людей в этих пожарах может пострадать (и погибнуть), тем больше нанесенный пожарами материальный ущерб. Но в Российской Федерации регионы очень сильно отличаются не только по площади, но и по уровню промышленного развития, по уровню антропогенного влияния на пожарную безопасность.

Выявленное в данной работе отсутствие корреляционной связи между площадью региона и показателями пожарной безопасности опровергло гипотезу о том, что в регионах с большей площадью число пожаров в 2018 году было больше, и, соответственно, больше количество погибших и материальный ущерб. Исследование влияния рельефа местности регионов на число пожаров, количество погибших и материальный ущерб в рамках данной работы не проводилось.

Влияние социально-экономических факторов на возникновение пожаров и их последствия в 2018 году

Человеческий (т. е. антропогенный) фактор при возникновении пожара является одним из самых главных. Без деятельности человека пожар, практически, маловероятен, если только пожар не возникает по природным причинам. В основном все пожары, так или иначе, инициированы или «спровоцированы» человеком [30]. Логично предположить – чем больше население региона, тем больше люди своей деятельностью создают причин для возникновения пожаров. В дан-

ном исследовании в отношении числа пожаров и количества погибших данная гипотеза полностью подтвердилась (табл. 1), в отношении материального ущерба можно гово-

рить только о тенденции (сильной корреляционной связи не выявлено). В тех регионах Российской Федерации, где численность населения была выше, число пожаров и количество погибших было больше.

Таблица 1
Влияние площади региона на показатели пожарной безопасности

$N_{poj} = 0,0045 \cdot (N_{asel})^{0,89}$ <p>N_{poj} – число пожаров (выходной фактор) N_{asel} – население региона (входной фактор)</p>	<p>Коэффициент корреляции $r = 0,90$ Модель адекватна Очень сильная корреляционная связь</p>
$N_{prog} = 0,00019 \cdot (N_{asel})^{0,91}$ <p>N_{prog} – количество погибших (выходной фактор) N_{asel} – население региона, кв. км (входной фактор)</p>	<p>Коэффициент корреляции $r = 0,75$ Модель адекватна Сильная корреляционная связь</p>
$MatU = 0,69 \cdot (N_{asel})^{0,82}$ <p>$MatU$ – материальный ущерб (выходной фактор) N_{asel} – население региона (входной фактор)</p>	<p>Коэффициент корреляции $r = 0,45$ Модель адекватна Корреляционная связь слабая</p>

Причины и последствия таких бедствий, как пожары, варьируются от региона к региону. Количество людей, проживающих в регионе, и плотность населения региона – категории взаимосвязанные, но не эквивалентные. Можно предположить, что влияние плотности населения имеет тот же характер, что и влияние численности населения региона на возникновение пожаров на его площади – чем плотнее живут люди, тем больше на единицу площади может быть пожароопасных источников, используемых людьми, тем, скорее всего, больше число пожаров, количество погибших и материальный ущерб. Статистический анализ не выявил даже средней корреляционной связи между плотностью населения региона и числом пожаров/количеством погибших в регионе в 2018 году, в отношении этих показателей пожарной безопасности гипотеза не подтвердилась. Средняя корреляционная связь (коэффициент корреляции $r = 0,63$) была выявлена для материального ущерба – в регионах, где плотность населения выше, материальный ущерб от пожаров в 2018 году был, в среднем, выше. Повышение плотно-

сти населения всегда сопровождается созданием необходимой и очень ресурсозатратной инфраструктуры, а также повышением плотности дорогостоящего промышленного и бытового оборудования.

На территории России существуют большие различия в пожарной обстановке в больших городах и сельской местности. Общеизвестно, что в современном городе источников возникновения пожаров очень много: городской и личный транспорт, промышленная и социальная инфраструктура, большие торгово-развлекательные центры, значительное количество мест отдыха и развлечений для людей. В сельской местности всё это присутствует в меньшем, а то и значительно меньшем количестве. И несмотря на то, что в больших городах концентрация населения и материальных ценностей выше, чем в сельской местности и небольших городах, тем не менее в последних пожарная обстановка хуже [31]. Однако статистический анализ данных по пожарной безопасности в 2018 году не выявил никакой корреляционной связи между численностью городского и сельского населения (в процентах) и числом пожаров, количеством погибших и материальным ущербом. Можно говорить

только о тенденции: в среднем в регионах с преимущественно сельским населением число пожаров, количество погибших и материальный ущерб в 2018 году было ниже.

Общеизвестно, что чем выше доход, получаемый человеком, тем более комфортной может он сделать свою жизнь, больше покупает различных устройств и, естественно, серьезно задумывается о мерах организации и обеспечения безопасности своей жизни. Он привносит их в свою работу, в свою жизнь и в свой отдых. Ему есть, что терять, и поэтому он будет задумываться о мерах пожарной безопасности. Можно предположить, что в регионах с более высоким уровнем доходов населения число пожаров, количество погибших и материальный ущерб меньше. Однако статистический анализ указанных факторов не выявил никакой корреляционной связи между ними, и гипотеза не подтвердилась.

Современный период развития науки и техники характеризуется нарастающими противоречиями между высоким промышленным потенциалом и возможностями его безопасного и эффективного использования [32]. Осложнение пожароопасной

обстановки в современных условиях связано с развитием научно-технического прогресса, появлением новых технологий, техники и оборудования, широким использованием легковоспламеняющихся и горючих веществ и материалов, повышением риска возникновения аварий и катастроф, сложностью политических и экономических проблем, ростом преступности, социальными конфликтами и противоречиями. Эти и многие другие факторы неизбежно приводят к возрастанию количества пожаров и увеличению социально-экономического ущерба от них [33]. В данном исследовании в качестве показателя уровня промышленного развития региона были взяты социально-экономические показатели регионов по промышленному производству (млн руб.) за 2018 г. Исследование показало, что за 2018 г. большая доля пожаров и погибших пришлась на регионы с невысоким уровнем дохода. Гипотеза о том, что в регионах с большим уровнем промышленного развития в 2018 году было больше пожаров и погибших подтвердилась (табл. 2), в отношении материального ущерба можно говорить только о тенденции.

Таблица 2

Влияние уровня промышленного развития региона на показатели пожарной безопасности

$N_{poj} = 6,24 \cdot (Promy)^{0,42}$ <p>N_{poj} – число пожаров (выходной фактор) $Promy$ – уровень промышленного развития региона (входной фактор)</p>	<p>Коэффициент корреляции $r = 0,83$ Модель адекватна Очень сильная корреляционная связь</p>
$N_{prog} = 0,11 \cdot (Promy)^{0,52}$ <p>N_{prog} – количество погибших (выходной фактор) $Promy$ – уровень промышленного развития региона (входной фактор)</p>	<p>Коэффициент корреляции $r = 0,83$ Модель адекватна Сильная корреляционная связь</p>
$MatU = 114,77 \cdot (Promy)^{0,53}$ <p>$MatU$ – материальный ущерб (выходной фактор) $Promy$ – уровень промышленного развития региона (входной фактор)</p>	<p>Коэффициент корреляции $r = 0,55$ Модель адекватна Средняя корреляционная связь</p>

В последние годы для сравнения регионов Российской Федерации часто используется интегрированный показатель – индекс качества жизни. Рейтинг регионов по

индексу качества жизни строится на основе комплексного учета различных показателей, фиксирующих фактическое состояние тех

или иных аспектов условий жизни и ситуации в различных социальных сферах. При составлении рейтинга были взяты 72 показателя, которые объединены в 11 групп, характеризующих все основные аспекты условий проживания в регионе – от уровня экономического развития и объемов доходов населения до обеспеченности населения различными видами услуг и климатических условий в районе проживания [35]. Индекс качества жизни учитывает уровень доходов населения, жилищные условия населения, экологию и климат, безопасность проживания, развитие транспортной инфраструктуры, уровень экономического развития и др. [36]. По каждой группе показателей субъектам Российской Федерации выставляется оценка в баллах – от 1 до 100 (с использованием сотых долей). Чем больше баллов, тем более высоко оценивается регион по данному критерию. При итоговом расчёте индекса качества жизни показатели суммируются в соответствии с заданной шкалой взвешивания. Чем выше итоговый балл, тем выше считается индекс качества жизни.

Исследования, выполненные в рамках данной работы, показали, что среднее значение индекса качества жизни в 2018 году составило ≈ 44 , количество регионов с высоким индексом жизни (60–80 баллов) составляет примерно 7 %, количество регионов со средним индексом жизни (40–60 баллов) примерно 57 %, примерно 39 % регионов имеет индекс качества жизни ниже среднего (< 40 баллов). Следует отметить, что основное число пожаров, количество погибших было в регионах с индексом жизни 30–60 баллов. Также исследование выявило среднюю (коэффициент корреляции $r=0,57$) положительную корреляционную связь между числом пожаров, количеством погибших, материальным ущербом и индексом качества жизни регионов в 2018 году. Можно сказать, что чем выше индекс качества жизни региона, тем хуже показатели пожарной безопасности.

Влияние уровня образования населения регионов на число пожаров и их последствия

Для любого современного общества, как и для отдельного индивидуума, уровень образования (и прежде всего – профессионального образования) является фактором конкурентоспособности, безопасности и способности адекватно оценивать происходящее вокруг. В Российской Федерации вопросы пожарной безопасности, безопасности жизнедеятельности индивидуума и социума изучаются в школе, в образовательных организациях профессионального обучения, центрах дополнительного образования. При устройстве на работу (на любую должность) человек изучает (повторяет) основы техники безопасности в работе и аварийных ситуациях, основы пожарной безопасности. Постановлениями Минтруда Российской Федерации утвержден порядок обучения охране и безопасности труда и контроля уровня подготовленности сотрудников по этому вопросу. Можно предположить, что чем выше уровень образования людей, проживающих в регионе, тем лучше они понимают последствия техногенных (как правило, связанных с возникновением пожаров) катастроф и лучше предотвращают их. Однако статистический анализ не выявил корреляционной связи между числом пожаров, количеством погибших, материальным ущербом и численностью людей в регионе с профессиональным образованием.

Правильная организация действий по спасению людей до прибытия пожарной охраны напрямую зависит от качества проведения практических занятий и учебных тренировок, направленных на предупреждение возникновения паники и других негативных последствий беспорядочного поведения сотрудников при любых чрезвычайных ситуациях [34]. Осознав опасность пожара, поведение человека меняется. Как показывают психологические исследования эмоциональных процессов и стрессовых состояний, введение фактора угрозы физическому состоянию человека, угрозы смерти, коренным образом меняет природу психических процессов у человека [34]. Мужчины и женщины в условиях пожара ведут себя по-разному. Мужчина, прежде всего, не теряет

самообладания, поэтому первым делом постарается вызвать спасателей. Можно предположить, что в регионах, где численность мужчин с профессиональным образованием выше, число пожаров, количество погибших и материальный ущерб ниже. Однако статистический анализ этой гипотезы также не подтвердил.

Анализ полученных результатов

Таким образом, из проведенных исследований следует, что для ситуации с пожарной безопасностью в регионах Российской Федерации в 2018 году сильная корреляционная связь выявлена:

- между числом пожаров и количеством погибших;
- между количеством жителей региона и числом пожаров/количеством погибших;
- между уровнем промышленного развития региона и числом пожаров/количеством погибших.

Средняя корреляционная связь выявлена:

- между числом пожаров и материальным ущербом;
- между плотностью населения и материальным ущербом;
- между уровнем промышленного развития и материальным ущербом;
- между индексом качества жизни жителей региона и числом пожаров/количеством погибших/материальным ущербом.

Все остальные исследованные факторы (климатические, социально-экономические, гендерно-образовательные) пожарной опасности оказались статистически незначимы и в 2018 г. влияния на показатели пожарной безопасности не имели.

Стоит отметить, что в данной работе не исследовалось влияние на показатели пожарной безопасности регионов Российской Федерации в 2018 году таких факторов, как:

- уровень материально-технического обеспечения пожарно-спасательных подразделений;
- уровень профессиональной подготовки кадров и эффективность системы переподготовки кадров;

– наличие и эффективность системы планово-предупредительной работы с населением и организациями региона.

Заключение

Пожарная безопасность является неотъемлемым элементом национальной безопасности Российской Федерации и служит необходимым условием стабильности существования, жизнедеятельности и прогрессивного развития социума [33]. Пожары являются мощным фактором, негативно влияющим на экономику страны и национальную безопасность. Материальный урон от пожаров сопоставим с ущербом, который причинен выявленными преступлениями экономической направленности. Как известно, полные потери от пожаров составляют почти 5 % от бюджета страны. Проблема повышения эффективности борьбы с пожарами является чрезвычайно актуальной и требует разработки мер, которые бы позволили при существующей численности и технической оснащенности подразделений пожарной охраны эффективно решать боевые задачи [37]. Обеспечение пожарной безопасности является составной частью социального процесса обеспечения национальной безопасности и представляет собой совокупность общественных отношений, складывающихся в связи с разработкой и реализацией мероприятий по созданию и поддержанию условий, при которых объективно отсутствуют или исключаются причины, порождающие неконтролируемое горение [33].

Представленное исследование показало, что в 2018 году состояние пожарной безопасности регионов, в основном, определялось количеством людей, проживающих в каждом регионе и уровнем промышленного развития региона, и в меньшей степени определялось плотностью населения и индексом качества жизни людей в данном регионе. Климатические и гендерно-образовательные факторы не имели хоть какой-нибудь корреляционной связи с показателями пожарной безопасности.

Полученные результаты можно рассматривать как основание для продолжения

комплексных исследований факторов пожарной опасности регионов Российской Федерации в 2019–2020 годах. Дальнейшее исследование в приведенном направлении особенно актуально в связи с изменением порядка учета пожаров в России. Так, в 2019 году было зарегистрировано 471 537 пожаров, во время которых погибло

8 567 человек, травмы получили 9 477 человек, материальный ущерб от пожаров составил 18,2 млрд рублей. По сравнению с прошлым годом, количество пожаров выросло на 257 %, погибших — на 8,3 %, размер материального ущерба увеличился на 17,1 %, число травмированных снизилось на 1,8 %.

Литература

1. Евдокимов А. С. Федеральный государственный пожарный надзор за обеспечением пожарной безопасности населенных пунктов: состояние и пути совершенствования: автореф. дис. канд. юрид. наук. Нижний Новгород, 2017. 30 с.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2018 г.: стат. сб. / под общ. ред. Д. М. Гордиенко. М., 2019. 125 с.
3. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.gks.ru> (дата обращения 28.09.2020).
4. Регионы России. URL: https://geo.koltyrin.ru/regiony_rossii.php (дата обращения 28.09.2020).
5. Рейтинг социально-экономического положения регионов 2017. URL: <https://augustnews.ru/rejting-sotsialno-ekonomicheskogo-polozheniya-regionov-2017-v-dvadsatke-luchshih/> (дата обращения 28.09.2020).
6. Энергоемкость. ВВП России по субъектам. URL: <https://infotables.ru/statistika/79-ekonomicheskaya-statistika-rossii/903-energoemkost-vvp-rossii> (дата обращения 28.09.2020).
7. Численность населения России 2018, по муниципальным образованиям. URL: <https://marketing-course.ru/chislennost-naseleniya-rossii-2018/> (дата обращения 28.09.2020).
8. Образование в Российской Федерации. URL: https://www.hse.ru/data/2015/02/25/1090567321/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%B2%20%D0%A0%D0%A4_2014.pdf (дата обращения 28.09.2020).
9. Распределение населения по возрастным группам. URL: <https://infotables.ru/statistika/31-rossijskaya-federatsiya/783-raspredelenie-naseleniya-po-voznrastnym-grupпам-tablitsa> (дата обращения 28.09.2020).
10. Рейтинг российских регионов по качеству жизни 2016. URL: <https://basetop.ru/rejting-regionov-rossii-po-urovnyu-kachestvu-zhizni-2017/> (дата обращения 28.09.2020).
11. Сайт WeatherArchive. URL: <http://weatherarchive.ru> (дата обращения 28.09.2020).
12. Официальный сайт Гидрометцентра России. URL: <https://meteoinfo.ru/> (дата обращения 28.09.2020).
13. Дюк В. Обработка данных на ПК в примерах. СПб., 1997. 240 с.
14. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»: с изменениями на 27.12.2019. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/840> (дата обращения 28.09.2020).
15. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. М., 2000. 90 с.
16. Алексеенко В. А., Матасова И. Ю. Основы безопасности жизнедеятельности. Ростов н/Д, 2001. 317 с.
17. Что такое пожар? Факторы, влияющие на возникновение и распространение пожаров / Справка 01. Портал пожарной безопасности. – URL: https://xn--01-6kcaj2cbaih.xn--p1ai/articles/o_pozhare/chto_takoe_pozhar_osnovnye_factory_pozhara_prichiny_vozniknoveniya_pozharov/ (дата обращения 28.09.2020).
18. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». URL: <https://www.zakonrf.info/doc-16251904/> (дата обращения 28.09.2020).
19. Причины возникновения пожаров / Сайт компании «Комплект 01». URL: <http://www.komplekt01.ru/node/275> (дата обращения 28.09.2020).
20. Треугольник огня и пожарный тетраэдр / Сайт компании «Intel-Audit.ru». – URL: <https://intel-audit.ru/treugolnik-ognya-sostoit-iz-treugolnik-ognya-i-pozharnyi-tetraedr-chto/> (дата обращения 28.09.2020).
21. Пожарная безопасность и предупреждение чрезвычайных ситуаций: словарь терминов и определений. Минск, 2004. 200 с.
22. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М., 1986. 366 с.
23. Хан Г., Шапиро С. Статистические модели в инженерных задачах. М., 1969. 398 с.
24. Основные причины возникновения и распространения пожаров в зданиях. URL: <https://nachkar.ru/profilaktika/osnovnye-prichiny.htm> (дата обращения 28.09.2020).
25. Условия возникновения, распространения и поведения лесных пожаров. URL: <https://mchs.gov.ru/articles/2114-4-usloviya-vozniknoveniya-rasprostraneniya-i-povedeniya-lesnyh-pozharov.html> (дата обращения 28.09.2020).
26. Некрасов О. Н. Прогнозирование пожароопасной обстановки и скорости распространения лесного пожара с учетом топографических особенностей местности, погодных условий и мер по пожаротушению // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2014. № 3. С. 62–67.

27. Коровин Г. Н., Зукерт Н. В. Влияние климатических изменений на лесные пожары в России // Климатические изменения : взгляд из России. М., 2003. С. 69–98.
28. Сафронов М. А. и др. Пожарная опасность в природных условиях. Красноярск, 2005. 330 с.
29. Курбатский Н. П. Классификация лесных пожаров // Вопросы лесоведения. Красноярск, 1970. С. 384–407.
30. Человеческий фактор при возникновении пожаров. URL: <https://spektrprestig.ru/stati/pozharnaya-signalizatsiya/chelovecheskij-faktor-pri-vozniknovenii-pozharov.html> (дата обращения 28.09.2020).
31. Тужиков Е. Н. Методика оценки эффективности деятельности органов местного самоуправления по обеспечению первичных мер пожарной безопасности (на примере Свердловской области): дис...канд.техн.наук. Екатеринбург, 2017. 180 с.
32. Пуцев Д. И. Пожарная безопасность атомных станций: автореф. дисс...канд. техн. наук. М., 2011. 35 с.
33. Коряковцев Ю. Н. Обеспечение пожарной безопасности: автореф. канд. юрид. наук. Санкт-Петербург, 1999. 40 с.
34. Психологические особенности поведения человека при пожаре. URL: <https://trud.bobrodobro.ru/8049> (дата обращения 28.09.2020).
35. Рейтинг регионов России по качеству жизни. URL: <https://basetop.ru/rejting-regionov-rossii-po-urovnyu-kachestvu-zhizni-2017/> (дата обращения 28.09.2020).
36. Рейтинг качества жизни регионов России. URL: <https://gtmarket.ru/research/quality-of-life-russian-regions-ranking/info> (дата обращения 28.09.2020).
37. Иншаков Ю. З. Исследование, анализ и управление процессами пожарной безопасности и рисками экологических последствий воздействия пожаров на окружающую среду: дис...докт. техн. наук. Воронеж, 2008. 242 с.

References

1. Evdokimov A. S. Federal'nyj gosudarstvennyj pozhar'nyj nadzor za obespecheniem pozhar'noj bezopasnosti naselennykh punktov: sostoyanie i puti sovershenstvovaniya: avtoref. dis. kand. yurid. nauk. Nizhnij Novgorod, 2017. 30 s.
2. Pozhary i pozharnaya bezopasnost' v 2018 godu: stat. sb. / pod obsh. red. D. M. Gordienko. M., 2019. 125 s.
3. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki. URL: <https://www.gks.ru> (data obrashheniya 28.09.2020).
4. Rossijskaya federatsiya. Regiony Rossii. URL: https://geo.koltyrin.ru/regiony_rossii.php (data obrashheniya 28.09.2020).
5. Rejting sotsial'no-ehkonomicheskogo polozheniya regionov 2017. URL: <https://augustnews.ru/rejting-sotsialno-ekonomicheskogo-polozheniya-regionov-2017-v-dvadsatke-luchshih/> (data obrashheniya 28.09.2020).
6. Energoemkost'. VVP Rossii po sub"ektam. URL: <https://infotables.ru/statistika/79-ekonomicheskaya-statistika-rossii/903-energoemkost-vvp-rossii> (data obrashheniya 28.09.2020).
7. Chislennost' naseleniya Rossii 2018, po munitsipal'nym obrazovaniyam. URL: <https://marketing-course.ru/chislennost-naseleniya-rossii-2018/> (data obrashheniya 28.09.2020).
8. Obrazovanie v Rossijskoj Federatsii. URL: https://www.hse.ru/data/2015/02/25/1090567321/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%B2%20%D0%A0%D0%A4_2014.pdf (data obrashheniya 28.09.2020).
9. Raspredelenie naseleniya po vozrastnym gruppam. URL: <https://infotables.ru/statistika/31-rossijskaya-federatsiya/783-raspredelenie-naseleniya-po-vozrastnym-gruppam-tablitsa> (data obrashheniya 28.09.2020).
10. Rejting Rossijskikh regionov po kachestvu zhizni 2016. URL: <https://basetop.ru/rejting-regionov-rossii-po-urovnyu-kachestvu-zhizni-2017/> (data obrashheniya 28.09.2020).
11. Sajt WeatherArchive. URL: <http://weatherarchive.ru> (data obrashheniya 28.09.2020).
12. Ofitsial'nyj sajt Gidromettsentra Rossii. URL: <https://meteoinfo.ru/> (data obrashheniya 28.09.2020).
13. Dyuk V. Obrabotka dannykh na PK v primerakh. SPb., 1997. 240 s.
14. Federal'nyj zakon ot 21.12.1994 № 69-FZ «O pozhar'noj bezopasnosti»: s izmeneniyami na 27.12.2019. URL: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/840> (data obrashheniya 28.09.2020).
15. Bezopasnost' v chrezvychajnykh situatsiyakh. M., 2000. 90 s.
16. Alekseenko V. A., Matasova I. YU. Osnovy bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti. Rostov n/D, 2001. 317 s.
17. Chto takoe pozhar? Faktory, vliyayushhie na vozniknovenie i rasprostranenie pozharov / Spravka 01. Portal pozhar'noj bezopasnosti. URL: https://xn--01-6kcaj2c6aih.xn--p1ai/articles/o_pozhare/chto_takoe_pozhar_osnovnye_factory_pozhara_prichiny_vozniknoveniya_pozharov/ (data obrashheniya 28.09.2020).
18. Federal'nyj zakon ot 22.07.2008 N 123-FZ (red. ot 27.12.2018) «Tekhnicheskij reglament o trebovaniyakh pozhar'noj bezopasnosti». URL: <https://www.zakonrf.info/doc-16251904/> (data obrashheniya 28.09.2020).
19. Prichiny vozniknoveniya pozharov / Sajt kompanii «Komplekt 01». URL: <http://www.komplekt01.ru/node/275> (data obrashheniya 28.09.2020).

20. Treugol'nik ognya i pozharnyj tetraedr / Sajt kompanii «Intel-Audit.ru». URL: <https://intel-audit.ru/treugolnik-ognya-sostoit-iz-treugolnik-ognya-i-pozharnyi-tetraedr-cto/> (data obrashheniya 28.09.2020).
20. Pozharnaya bezopasnost' i preduprezhdenie chrezvychajnykh situatsij: slovar' terminov i opredelenij. Minsk, 2004. 200 s.
21. Drejper N., Smit G. Prikladnoj regressionnyj analiz. M., 1986. 366 s.
22. KHan G., SHapiro S. Statisticheskie modeli v inzhenernykh. M., 1969. 398 s.
23. Osnovnye prichiny vozniknoveniya i rasprostraneniya pozharov v zdaniyakh. URL: <https://nachkar.ru/profilaktika/osnovnye-prichiny.htm> (data obrashheniya 28.09.2020).
24. Usloviya vozniknoveniya, rasprostraneniya i povedeniya lesnykh pozharov. URL: <https://mchsnik.ru/articles/2114-4-uslovija-vozniknovenija-rasprostraneniya-i-povedeniya-lesnyh-pozharov.html> (data obrashheniya 28.09.2020).
25. Nekrasov O. N. Prognozirovanie pozharoopasnoj obstanovki i skorosti rasprostraneniya lesnogo pozhara s uchetom topograficheskikh osobennostej mestnosti, pogodnykh uslovij i mer po pozharotusheniyu // Nauchnye i obrazovatel'nye problemy grazhdanskoj zashhity. 2014. № 3. S. 62–67.
26. Korovin G. N., Zukert N. V. Vliyanie klimaticheskikh izmenenij na lesnye pozhary v Rossii // Klimaticheskie izmeneniya : vzglyad iz Rossii / pod red. V. I. Danilova-Danil'yana. M., 2003. S. 69–98.
27. Safronov M. A. et al. Pozharnaya opasnost' v prirodnykh usloviyakh. Krasnoyarsk, 2005. 330 s.
28. Kurbatskij N. P. Klassifikatsiya lesnykh pozharov // Voprosy lesovedeniya. Krasnoyarsk, 1970. S. 384–407.
29. CHelovecheskij faktor pri vozniknovenii pozharov. URL: <https://spektrprestig.ru/stati/pozharnaya-signalizatsiya/chelovecheskij-faktor-pri-vozniknovenii-pozharov.html> (data obrashheniya 28.09.2020).
30. Tuzhikov E. N. Metodika otsenki ehffektivnosti deyatelnosti organov mestnogo samoupravleniya po obespecheniyu pervichnykh mer pozharnoj bezopasnosti (na primere Sverdlovskoj oblasti): dis...kand. tekhn. nauk. Ekaterinburg, 2017. 180 s.
31. Putsev D. I. Pozharnaya bezopasnost' atomnykh stantsij: avtoref.diss...kand. tekhn. nauk. M., 2011. 35 s.
32. Koryakovtsev YU. N. Obespechenie pozharnogj bezopasnosti: avtoref. kand. jurid. nauk. Sankt-Peterburg, 1999. 40 s.
33. Psikhofizicheskie osobennosti povedeniya cheloveka pri pozhare. URL: <https://trud.bobrodobro.ru/8049> (data obrashheniya 28.09.2020).
34. Rejting regionov Rossii po kachestvu zhizni. URL: <https://basetop.ru/rejting-regionov-rossii-po-urovnyu-kachestvu-zhizni-2017/> (data obrashheniya 28.09.2020).
35. Rejting kachestva zhizni regionov Rossii. URL: <https://gtmarket.ru/research/quality-of-life-russian-regions-ranking/info> (data obrashheniya 28.09.2020).
36. Inshakov YU. Z. Issledovanie, analiz i upravlenie protsessami pozharnoj bezopasnosti i riskami ehkologicheskikh posledstvij vozdejstviya pozharov na okruzhayushhuyu sredyu: dis...dokt. tekhn. nauk. Voronezh, 2008. 242 s.

У

К

**ПОЛУЧЕНИЕ КОМПРЕССИОННОЙ ПЕНЫ
ОТ МОТОПОМП ДЛЯ ТУШЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ**

6

1

4

**OBTAINING COMPRESSION FOAM
FROM MOTOR PUMPS TO EXTINGUISH FOREST FIRES**

.

8

4

3

.

*Шавалеев М. Р., кандидат химических наук,
Кректунов А. А., кандидат сельскохозяйственных наук,
Тужиков Е. Н., кандидат технических наук, Осипенко С. И.,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Shavaleev M. R., Krekturnov A. A., Tuzhikov E. N., Osipenko S. I.,
The Ural Institute of State Firefighting Service
of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg*

В статье рассматривается возможность получения компрессионной пены при помощи переносных пожарных мотопомп для тушения лесных пожаров и создания противопожарных барьеров. Определены параметры формируемой компрессионной пены.

Ключевые слова: компрессионная пена, установка, пожаротушение, мотопомпа.

The article discusses the possibility of obtaining compression foam using portable fire engine pumps to extinguish forest fires and create fire barriers. The parameters of the formed compression foam are determined.

Keywords: compression foam, installation, fire extinguishing, motor pump.

В последнее время в нашей стране представляет интерес оборудование для получения компрессионной пены, использование которой в сравнении с водой имеет ряд известных преимуществ, что позволяет ей быстро сбить пламя и снизить температуру, сократить время тушения пожара в 5–7 раз, а также снизить требуемый расход воды в 5–15 раз [1].

Кроме того, проведены практические опыты [2] по оценке эффективности использования компрессионной пены в борьбе с лесными пожарами. В ходе проведенных исследований авторами сделаны выводы:

– компрессионная пена является эффективным средством создания противопожарных барьеров и тушения низовых пожаров;

– с помощью формируемой пены можно создавать как противопожарные барьеры на пути низовых пожаров, так и опорные линии для пуска отжига;

– тушение низовых лесных пожаров с использованием компрессионной пены особенно эффективно при недостатке воды, связанном с удаленностью водоемов.

Получение компрессионной пены в настоящее время возможно при помощи:

– стационарных систем, устанавливаемых на технических этажах защищаемых объектов;

– передвижных систем, которыми оснащаются пожарные автомобили;

– мобильных систем, в виде ранцев, со временем работы не более 2 мин., либо модулей на тележках, которые значительно ограничивают их мобильность и компактность [1].

Таким образом, использование существующих систем при борьбе с лесными пожарами не всегда представляется возможным из-за сложности их доставки в удаленный лесной массив (для автомобилей с возможностью подачи компрессионной пены)

либо в связи с малым временем работы и невозможностью их оперативной перезарядки для мобильных систем.

С целью формирования компрессионной пены коллективом авторов Уральского института ГПС МЧС России была предложена встраиваемая в рукавную линию установка получения данной пены [3], которая имеет ряд преимуществ по сравнению с вышеперечисленными системами, а именно:

- возможность формировать компрессионную пену от любого пожарного автомобиля, способного подавать воду (АЦ, ПНС, АЦЛ и т. д.);

- предложенная установка – единственная на сегодняшний день система, позволяющая формировать компрессионную пену от мотопомп;

- установка расширяет функциональность пожарной техники, стоящей на вооружении пожарно-спасательных частей;

- установка имеет низкую себестоимость.

Отличительной особенностью предлагаемой системы является то, что:

- компрессионная пена формируется непосредственно в рукавной линии и в дальнейшем подается к пожарному стволу;

- источником сжатого воздуха являются баллоны от дыхательных аппаратов со

сжатым воздухом (далее – ДАСВ), используемые личным составом пожарно-спасательных подразделений, которые после выработки могут оперативно меняться на заправленные.

Данная установка может создавать как мокрую пену с кратностью 7, так и сухую пену с кратностью до 38. Кратность пены изменяется за счет регулирования давления подачи воздуха в установку на редукторе.

Более подробно с устройством и принципом работы установки можно ознакомиться в описании патента на полезную модель [3, 4].

В статье представлены результаты практических экспериментов по подаче компрессионной пены при помощи мотопомпы, проведенные на загородной учебной базе Уральского института ГПС МЧС России.

Использовалась мотопомпа МП-800 с возможным максимальным напором в напорном патрубке 60 м и максимальной производительности 850 л/мин. Температура окружающего воздуха ($-17\text{ }^{\circ}\text{C}$), используемый пенообразователь ПО-6ТС.

Схема формирования компрессионной пены при помощи мотопомпы и переносного пеноносителя ПС-1 представлен на рисунке 1.

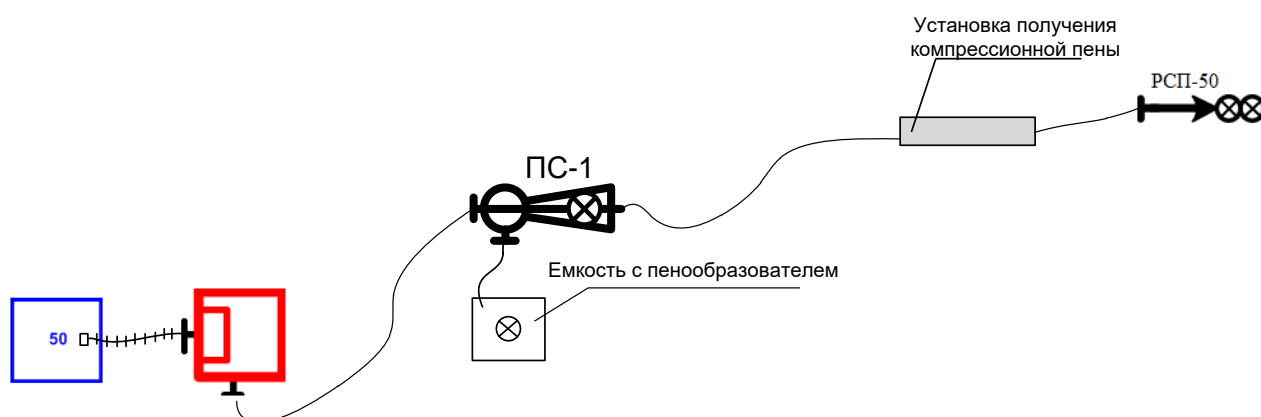


Рисунок 1. Рабочая схема формирования компрессионной пены от мотопомпы

Для формирования компрессионной пены мотопомпа устанавливается на водосточник. От напорного патрубка мотопомпы прокладывается рукав до пеносмесителя ПС-1 с целью получения 6 % раствора воды и пенообразователя. Далее образуемый раствор через рукав подается в предложенную установку, где происходит

образование компрессионной (газонаполненной) пены, которая в дальнейшем по рабочей рукавной линии подается в ручной ствол РСП-50 (ствол «Б»).

Формируемая при помощи мотопомпы компрессионная пена представлена на рисунке 2.



Рисунок 2. Формируемая при помощи мотопомпы компрессионная пена

В ходе проведенных экспериментов были получены параметры формируемой компрессионной пены, которые представлены в таблице.

Таблица
Параметры формируемой компрессионной пены

Параметр	Условное обозначение	Значение
Расход образуемой пены	$Q_{\text{пена}}$	102,4 л/с
Расход по раствору	$Q_{\text{раствор}}$	3,2 л/с
Расход воздуха для образования пены	$Q_{\text{возд}}$	99,2 л/с
Кратность пены	К	32

Расход пены из ручного ствола определяли объемным методом, путем заполнения 60-литровой мерной емкости (рис. 3).



Рисунок 3. Заполненная компрессионной пеной мерная емкость

Таким образом, предлагаемая установка позволяет получать компрессионную пену низкой и средней кратности при помощи мотопомп. Учитывая, что пожарные автомобили, оснащенные возможностью формирования компрессионной пены, из-за труднодоступности не всегда могут добраться в лесной массив, а также их крайне малое наличие в пожарно-спасательных гарнизонах субъектов, сделаем

вывод о целесообразности применения для тушения лесных пожаров именно мотопомп с предлагаемой установкой. Это значительно повышает мобильность и маневренность пожарно-спасательных подразделений и позволяет использовать наиболее эффективное средство для тушения лесных пожаров и создания противопожарных барьеров.

Литература

1. Описание системы Natisk // Завод пожарных автомобилей «Спецавтотехника». URL: [https:// www.specialauto.ru](https://www.specialauto.ru) (дата обращения: 10.04.2020).
2. Кректунов А. А. и др. Использование компрессионной пены при тушении лесных пожаров // Аграрное образование и наука. 2016. № 2. С. 39–41.
3. Встраиваемая установка получения пены / Дальков М. П., Шавалеев М. Р., Барбин Н. М., Шавалеев Р. Р.: патент на полезную модель RU 178495 U1, 05.04.2018. Заявка №2017108021 от 10.03.2017.
4. Шавалеев М. Р. и др. Мобильная установка получения компрессионной пены для тушения пожаров // Безопасность жизнедеятельности. 2019. № 2 (218). С. 49–52.

References

1. Description of the Natisk system // Fire engine plant «Spetsavtotekhnika». URL: [https:// www.specialauto.ru](https://www.specialauto.ru) (date of access: 10.04.2020).
2. Krekturnov A. A. et al. The use of compression foam in extinguishing forest fires // Agricultural education and science. 2016. No 2. S. 39–41.
3. Built-in foam production unit / Dalkov M. P., Shavaleev M. R., Barbin N. M., Shavaleev R. R.: utility model patent RU 178495 U1, 05.04.2018. Application No 2017108021 dated 10.03.2017.
4. Shavaleev M. R. et al. Mobile installation for obtaining compression foam for extinguishing fires // Life safety. 2019. No 2 (218). S. 49–52.

УДК 614.84

mansurovtx@rambler.ru

**ОГНЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ КАБЕЛЬНОГО ИЗДЕЛИЯ С ОГНЕЗАЩИТНЫМИ
ПОКРЫТИЯМИ РАЗЛИЧНОЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ
ПРИ ТЕМПЕРАТУРНОМ РЕЖИМЕ СТАНДАРТНОГО ПОЖАРА****FIRE TESTS OF CABLE PRODUCTS WITH FIREPROOF COATINGS
OF DIFFERENT CHEMICAL NATURE AT STANDARD FIRE TEMPERATURE**

*Мансуров Т. Х.,
Беззапонная О. В., кандидат технических наук, доцент,
Головина Е. В., кандидат технических наук,
Контбойцева М. Г., кандидат педагогических наук, доцент,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Mansurov T. H., Bezzaponnaya O. V., Golovina E. V., Kontbojceva M. G.,
The Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry
of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg*

В работе рассматриваются результаты исследований фрагментов кабельного изделия марки АВВГнг (мс) 4×95 при вертикальной и горизонтальной ориентации в пространстве с огнезащитными кабельными покрытиями различной химической природы при температурном режиме стандартного пожара.

В ходе экспериментальных исследований выявлено, что пространственная ориентация кабельного изделия с нанесенными огнезащитными кабельными покрытиями не оказывает заметного влияния на время прогрева до критических температур. Эффекты повышенного дымообразования и снижения температуры в испытательной установке вследствие начала термодеструкции ПВХ-пластиката и флегматизации горючей смеси пропан-бутана с воздухом галогенсодержащими соединениями наблюдались у всех огнезащитных составов. Приведены результаты исследований времени достижения критических температур кабельных изделий при использовании огнезащитных покрытий на связующих различной химической природы.

Ключевые слова: огнезащитные кабельные покрытия, кабельные изделия, пенококс, огнезащитная эффективность, натурные огневые испытания, испытательная установка, температурный режим стандартного пожара.

The paper considers the results of studies of fragments of a cable product of the AVVGng (ms) 4×95 brand in vertical and horizontal orientation in space with fire-retardant cable coatings of various chemical nature at the temperature of a standard fire.

In the course of experimental studies, it was revealed that the spatial orientation of a cable product with applied fire-retardant cable coatings does not have a noticeable effect on the heating time to critical temperatures. The effects of increased smoke generation and a decrease in temperature in the test setup due to the onset of thermal destruction of PVC-compound and phlegmatization of a combustible mixture of propane-butane with air with halogen-containing compounds were observed in all flame retardants. The results of studies of the time to reach critical temperatures of cable products when using fire-resistant coatings on binders of various chemical nature are presented.

Keywords: fire retardant cable coatings, cable products, foam, fire retardant efficiency, full-scale fire tests, test setup, standard fire temperature.

Введение

Результаты исследований теплоизолирующих свойств огнезащитных покрытий кабельных изделий приведены в работах [1–3]. Для получения температурно-временных зависимостей кабельных изделий (КИ) с нанесенными огнезащитными кабельными покрытиями (ОКП) различной химической природы при температурном режиме стандартного пожара, необходимы дальнейшие испытания в соответствии с ГОСТ 30247.0–94 (ИСО 834-75) [4]. Проведение дальнейших исследований КИ с ОКП при температурном режиме стандартного пожара позволит накопить достаточный объем экспериментальных данных для определения огнезащитной эффективности ОКП методами огневых испытаний, которые, в последующем, могут быть использованы для разработки критериев оценки термостойкости ОКП методами термического анализа.

Для оценки эффективности ОКП необходимо определить время достижения критических температур КИ с ОКП различной химической природы при температурном режиме стандартного пожара и влияние пространственной ориентации КИ на время наступления критических температур.

Результаты исследований и их обсуждение

Для решения поставленных задач использовалась испытательная установка, созданная с целью проведения натурных огневых испытаний фрагментов кабельных изделий с ОКП, подробно описанная в работах [2, 3].

В качестве кабельного изделия использовался четырехжильный кабель марки АВВГнг(мс) 4×95, выбранный ввиду конструктивных особенностей, позволяющих размещать термопары в объеме КИ без нару-

шения целостности его элементов. Подготовительные работы к нанесению и нанесение ОКП на кабель осуществлялись в соответствии с техническими условиями завода-изготовителя. В качестве ОКП использовались три состава на водной основе разных производителей.

Оценка эффективности работы каждого огнезащитного кабельного покрытия осуществлялась посредством определения достижения критических температур в объеме кабеля в различных пространственных положениях (вертикальное, горизонтальное) и сравнения со значениями достижения критических температур КИ без ОКП при тех же условиях испытаний. Критические температуры для выбранного типа кабеля получены из анализа результатов работы [5], нормативных документов [6, 7] и составляют 150 °С и 350 °С, достижение которых характеризует переход КИ в аварийный режим работы и режим пламенного горения соответственно.

В качестве ОКП № 1 применялся состав на основе интеркалированного графита, характеризующийся увеличением времени прогрева КИ до критических температур в 2–2,5 раза по сравнению с КИ без ОКП. В качестве ОКП № 2 использовался многокомпонентный огнезащитный состав на водной основе, позволяющий увеличить время достижения критических температур в объеме КИ до 2 раз. Результаты испытаний ОКП № 1 и ОКП № 2 приведены в работе [3].

В качестве ОКП № 3 применялась водно-дисперсионная краска на основе полимерного связующего с целевыми наполнителями. Размещение термопар на КИ с ОКП № 3 и размещение кабеля в испытательной установке представлено на рисунке 1.



Рисунок 1. Размещение термопар на кабельном изделии с нанесенным ОКП № 3 и кабельного изделия в испытательной установке

Температуры прогрева КИ с нанесенным ОКП № 3 по результатам испытаний при различной ориентации в пространстве представлены в таблице 1.

Таблица 1
Значения температуры прогрева КИ с нанесенным ОКП № 3 при различной ориентации в пространстве

Положение в пространстве	Место измерения	Значение температуры на момент времени, °С									
		0 мин	1 мин	2 мин	3 мин	4 мин	5 мин	10 мин	15 мин	20 мин	25 мин
Вертикальное	Печь	30,7	349,0	456,9	502,2	554,7	572,1	682,3	750,3	-	-
	Кабель (внутр.)	31,7	31,9	36,8	49,9	66,2	82,8	172,9	460,7	-	-
	Кабель (наруж.)	37,0	198,4	231,4	290,2	341,3	393,0	576,3	683,9	-	-
Горизонтальное	Печь	28,0	379,8	492,6	531,2	542,2	572,8	674,8	-	-	-
	Кабель (внутр.)	27,3	26,9	35,1	54,8	71,1	85,6	153,1	-	-	-
	Кабель (наруж.)	28,2	227,3	286,9	379,9	434,1	480,7	593,4	-	-	-

Примечание: печь – среднее значение показаний двух термопар, расположенных внутри испытательной установки; кабель (внутр.) – среднее значение показаний двух термопар, расположенных внутри кабельного изделия в центре между жилами на одинаковом расстоянии от каждого из концов фрагмента; кабель (наруж.) – среднее значение показаний двух термопар, расположенных снаружи кабельного изделия на одинаковом расстоянии от каждого из концов фрагмента.

На рисунке 2 представлены фото фрагментов КИ с ОКП № 3 после проведения огневых испытаний при различной ориентации в пространстве.

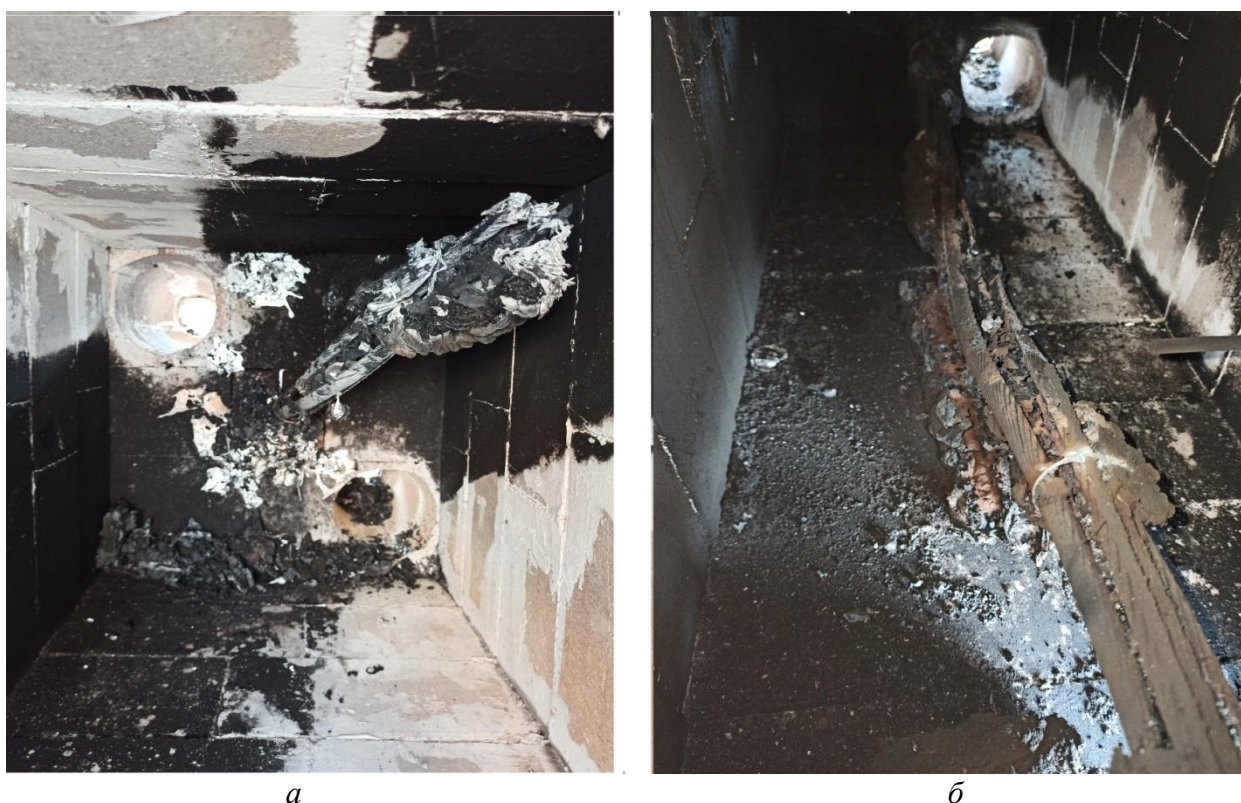


Рисунок 2. Фрагменты кабельного изделия с ОКП № 3 после проведения огневых испытаний при вертикальной (а) и горизонтальной (б) ориентации в пространстве

Температурно-временные кривые прогрева КИ с нанесенным ОКП № 3 при различной ориентации в пространстве представлены на рисунке 3.

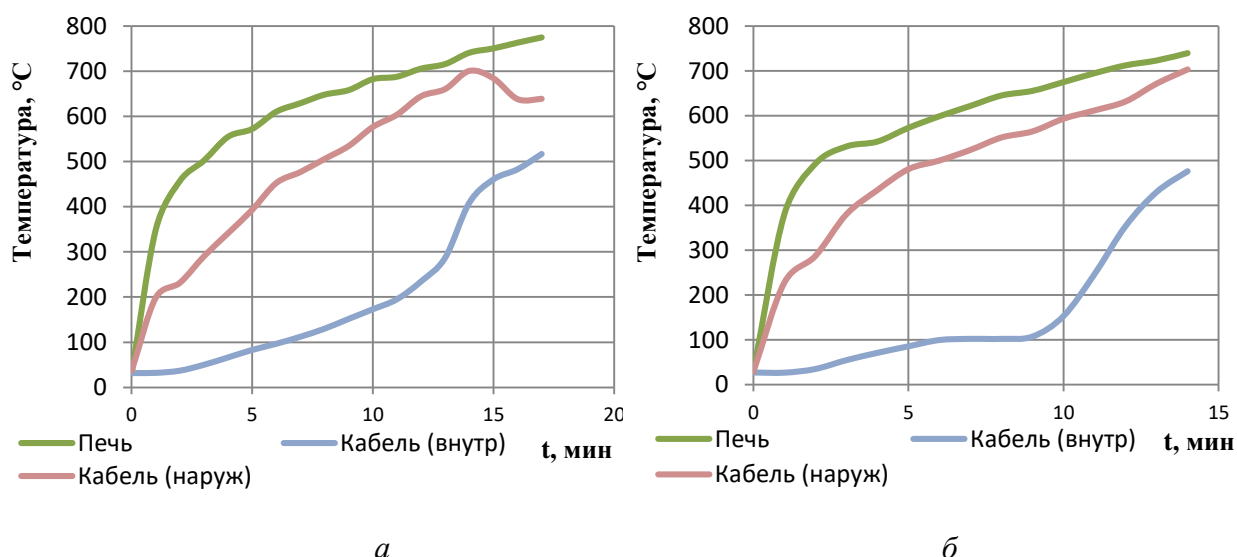


Рисунок 3. Температурно-временные кривые прогрева КИ с нанесенным ОКП № 3 при проведении огневых испытаний при вертикальной (а) и горизонтальной (б) ориентации в пространстве

По результатам огневых испытаний кабеля с ОКП № 3 установлено, что прогрев КИ до значений близких к 100 °С происходит на седьмой минуте испытаний, 150 °С – 9–10 минута, 200 °С на 11–12 минуте испытаний, 350 °С – 12–14 минуте. При этом дальнейшее увеличение температуры в объеме кабельного изделия носит резко нарастающий характер, ярко выраженный при горизонтальной ориентации в пространстве. При достижении значений температуры 500–580 °С на границе ОКП № 3 – оболочка КИ отмечалась повышенное дымообразование.

Кривая температуры прогрева кабеля с ОКП № 3 вне зависимости от пространственного положения имеет несколько более пологий вид в сравнении с КИ без ОКП, что наглядно демонстрирует сравнительно недостаточное увеличение времени прогрева кабеля с нанесенным ОКП № 3 по сравнению с другими ОКП и свидетельствует о низкой эффективности применяемого огнезащитного состава.

На рисунке 2 отчетливо видно, что горение кабеля интенсивнее протекает в вертикальном положении, нежели в горизонтальном, что можно определить по количеству сажи и пенококсового остатка. Малое количество пенококсового остатка объясняет сравнительно высокую скорость прогрева и горючесть КИ ввиду отсутствия физической возможности у ОКП № 3 создать значимый физический барьер термическому воздействию. Увеличенная скорость прогрева КИ при горизонтальной ориентации может быть вызвана не только малой толщиной пенококсового слоя, но и деформацией пенококсового слоя вследствие провисания кабеля при его нагреве.

В качестве ОКП № 4 применялся материал на основе водной полимерной дисперсии и целевых наполнителей. Внешний вид ОКП № 4 после нанесения, размещение термопар и КИ с ОКП № 4 в испытательной установке показаны на рисунке 4.



Рисунок 4. Размещение термопар на кабельном изделии с нанесенным ОКП № 4 и кабельного изделия в испытательной установке

Температуры прогрева КИ с нанесенным ОКП № 4 по результатам испытаний при различной ориентации в пространстве представлены в таблице 2.

Таблица 2
Значения температуры прогрева КИ с нанесенным ОКП № 4 при различной ориентации в пространстве

Положение в пространстве	Место измерения	Значение температуры на момент времени, °С									
		0 мин	1 мин	2 мин	3 мин	4 мин	5 мин	10 мин	15 мин	20 мин	25 мин
Вертикальное	Печь	29,0	329,2	458,1	501,3	538,9	573,6	679,2	743,2	792,5	-
	Кабель (внутр.)	29,3	28,6	36,6	53,8	68,0	79,2	111,0	202,1	461,0	-
	Кабель (наруж.)	31,3	185,9	203,4	229,4	271,8	311,5	434,0	544,7	651,7	-
Горизонтальное	Печь	32,8	355,8	514,2	542,0	545,0	579,4	679,3	742,4	773,3	-
	Кабель (внутр.)	29,7	30,2	35,0	48,3	64,0	80,1	124,3	204,8	460,0	-
	Кабель (наруж.)	34,7	208,9	319,0	337,7	343,2	364,8	474,6	580,5	680,6	-

Температурно-временные кривые прогрева КИ с нанесенным ОКП № 4 при различной ориентации в пространстве представлены на рисунке 5.

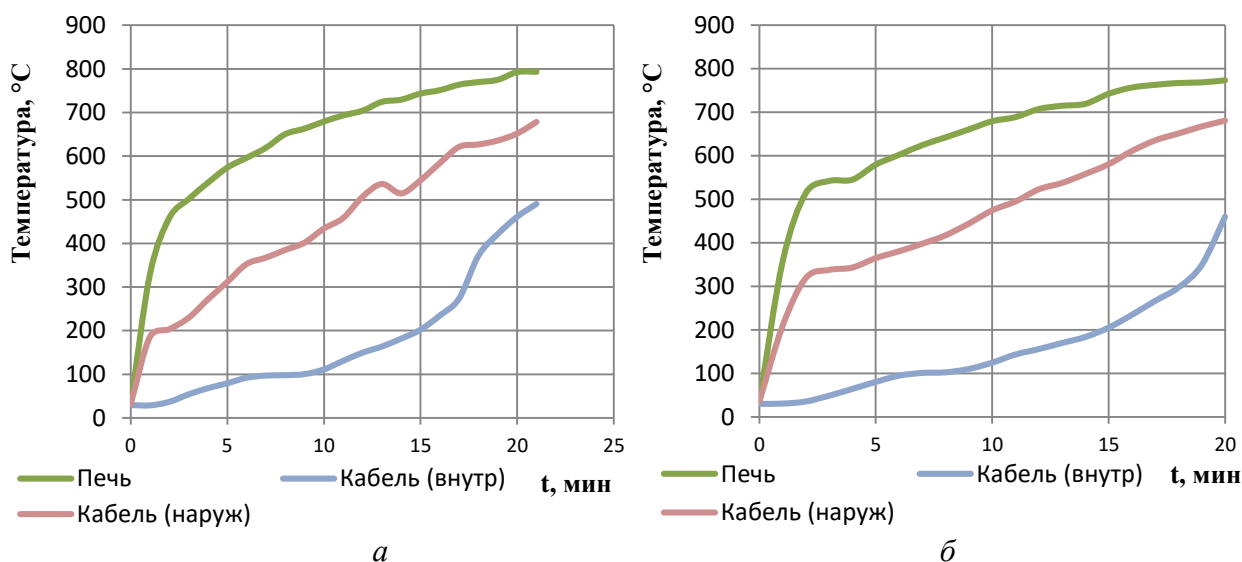


Рисунок 5. Температурно-временные кривые прогрева КИ с нанесенным ОКП № 4 при проведении огневых испытаний при вертикальной (а) и горизонтальной (б) ориентации в пространстве

Прогрев КИ с ОКП № 4 до значений близких к 100 °С происходит на 7–9 минуте испытаний, 150 °С – 12–13 минута, 200 °С – на пятнадцатой минуте испытаний, 350 °С –

17–19 минута, при этом дальнейшее увеличение температуры в объеме кабеля близко по характеру кривой прогрева КИ без ОКП, но смещенное в область более высоких тем-

ператур. Эффект повышенного дымообразования ОКП № 4 и снижения температуры в испытательной установке наблюдается в том же диапазоне температур, что и у других ОКП. Температурно-временные кривые прогрева КИ с ОКП № 4 наглядно демонстрируют «работу» огнезащитного состава

по характерному снижению температуры на границе ОКП № 4 – оболочка КИ на 200–250 °С от действующей температуры в испытательной установке. На рисунке 6 представлены фрагменты КИ с ОКП № 4 после проведения огневых испытаний при различной ориентации в пространстве.



Рисунок 6. Фрагменты кабельного изделия с ОКП № 4 после проведения огневых испытаний при вертикальной (а) и горизонтальной (б) ориентации в пространстве

В качестве ОКП № 5 применялась огнезащитная краска из термостойких, газообразующих наполнителей в водной дисперсии. Внешний вид ОКП № 5, размещение

термопар и КИ с ОКП № 5 в испытательной установке представлены на рисунке 7.



Рисунок 7. Размещение термопар на кабельном изделии с нанесенным ОКП № 5 и кабельного изделия в испытательной установке

Температуры прогрева КИ с нанесенным ОКП № 5 по результатам испытаний при различной ориентации в пространстве представлены в таблице 3.

Таблица 3
Значения температуры прогрева КИ с нанесенным ОКП № 5
при различной ориентации в пространстве

Положение в пространстве	Место измерения	Значение температуры на момент времени, °С									
		0 мин	1 мин	2 мин	3 мин	4 мин	5 мин	10 мин	15 мин	20 мин	25 мин
Вертикальное	Печь	33,1	306,6	483,3	507,1	517,3	576,0	676,0	738,9	771,8	-
	Кабель (внутр.)	33,9	34,1	39,4	55,5	71,2	85,7	149,3	395,9	629,6	-
	Кабель (наруж.)	34,2	152,1	238,4	250,3	262,2	293,9	461,6	582,8	655,8	-
Горизонтальное	Печь	27,5	357,7	514,8	540,4	563,0	579,0	681,2	735,8	-	-
	Кабель (внутр.)	26,2	26,3	31,2	44,4	60,1	75,7	134,9	440,2	-	-
	Кабель (наруж.)	28,0	179,0	260,8	300,0	336,3	351,5	559,6	664,7	-	-

На рисунке 8 представлены температурно-временные кривые прогрева КИ с ОКП № 5 при различной ориентации в пространстве.

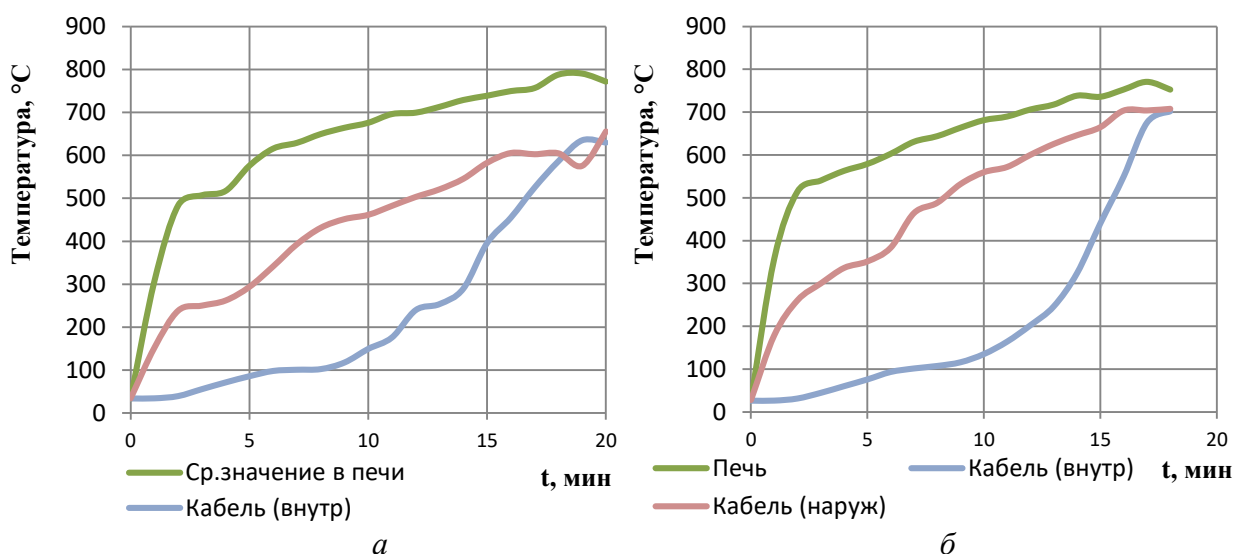


Рисунок 8. Температурно-временные кривые прогрева КИ с нанесенным ОКП №5 при проведении огневых испытаний при вертикальной (а) и горизонтальной (б) ориентации в пространстве

Огневые испытания КИ с нанесенным ОКП № 5 позволили установить, что прогрев КИ до 100 °С происходит на седьмой минуте испытаний, 150 °С – 12–11 минута, до 200 °С происходит на двенадцатой минуте испытаний, 350 °С – 14–15 минута

эксперимента. Дальнейшее увеличение температуры в объеме кабеля носит аналогичный характер, определенный при проведении предыдущих экспериментов КИ как без, так и с ОКП. Эффекты повышенного дымообразования и снижения температуры в

установке наблюдались и у ОКП № 5. «Работа» данного огнезащитного состава лучше видна при горизонтальной ориентации в пространстве КИ, ввиду характерного снижения температуры на границе ОКП № 5 –

оболочка КИ при термическом воздействии на 200–220 °С.

На рисунке 9 представлены фрагменты КИ с ОКП № 5 после проведения огневых испытаний при различной ориентации в пространстве.



а

б

Рисунок 9. Фрагменты кабельного изделия с ОКП № 5 после проведения огневых испытаний при вертикальной (а) и горизонтальной (б) ориентации в пространстве

По результатам проведенных испытаний КИ с ОКП различной химической природы при температурном режиме стандартного пожара полученные значения времени достижения критических температур прогрева кабеля сведены в таблицу 4.

Таблица 4
Время прогрева кабеля до критических температур с нанесенным ОКП при различной ориентации в пространстве

Ориентация в пространстве	Время на момент достижения критической температуры, мин											
	150 °С						350 °С					
	КИ без ОКП	ОКП № 1	ОКП № 2	ОКП № 3	ОКП № 4	ОКП № 5	КИ без ОКП	ОКП № 1	ОКП № 2	ОКП № 3	ОКП № 4	ОКП № 5
Вертикальная	8	14	12	9	13	11	13	20	19	14	18	15
Горизонтальная	8	13	13	10	12	11	11	19	18	12	20	15

В таблице 4: ОКП № 1 – огнезащитный состав на основе интеркалированного графита и органического растворителя;

ОКП № 2 – огнезащитная композиция на водной основе;

ОКП № 3 – водно-дисперсионная краска на основе полимерного связующего с целевыми наполнителями;

ОКП № 4 – материал на основе водной полимерной дисперсии и целевых наполнителей;

ОКП № 5 – огнезащитная краска из термостойких, газопенообразующих наполнителей в водной дисперсии.

На рисунке 10 представлены диаграммы времени достижения критических температур КИ без/с ОКП при вертикальной ориентации в пространстве.

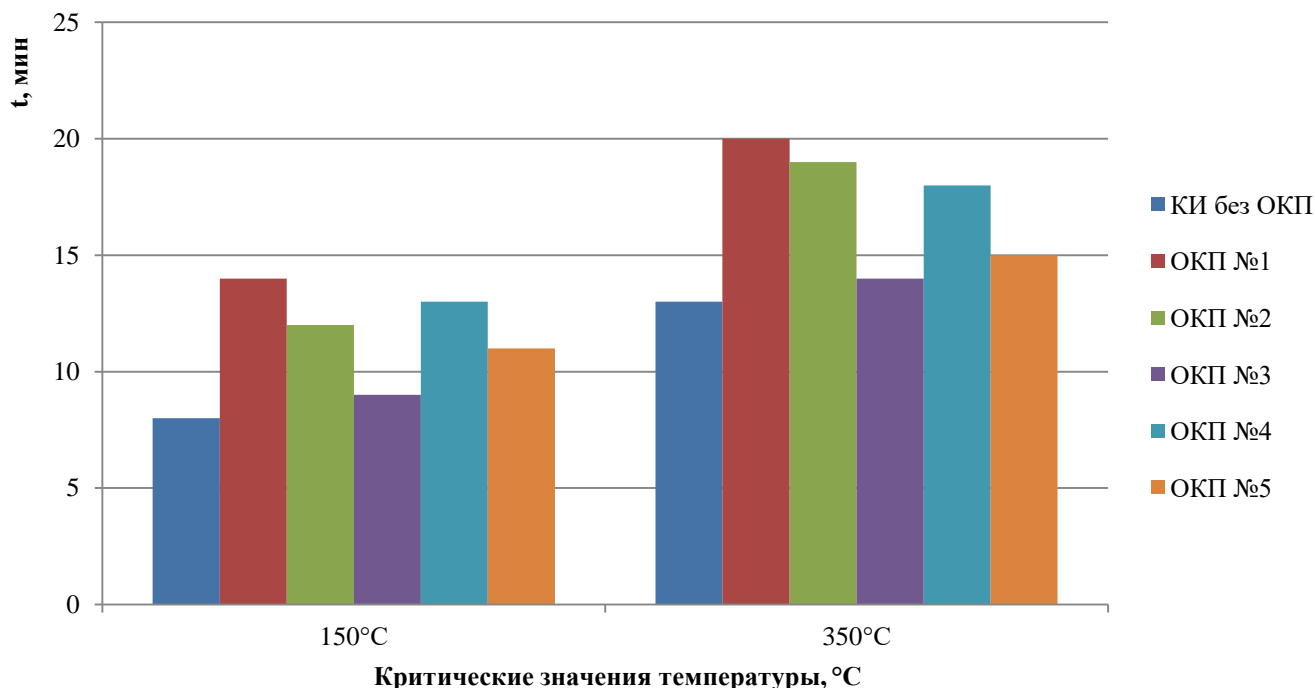


Рисунок 10. Время достижения критических значений температур КИ без/с ОКП при вертикальной ориентации в пространстве (ОКП № 1 – огнезащитный состав на основе интеркалированного графита и органического растворителя; ОКП № 2 – огнезащитная композиция на водной основе; ОКП № 3 – водно-дисперсионная краска на основе полимерного связующего с целевыми наполнителями; ОКП № 4 – материал на основе водной полимерной дисперсии и целевых наполнителей; ОКП № 5 – огнезащитная краска из термостойких, газопенообразующих наполнителей в водной дисперсии)

На рисунке 11 представлены диаграммы времени достижения критических температур КИ без/с ОКП при горизонтальной ориентации в пространстве.

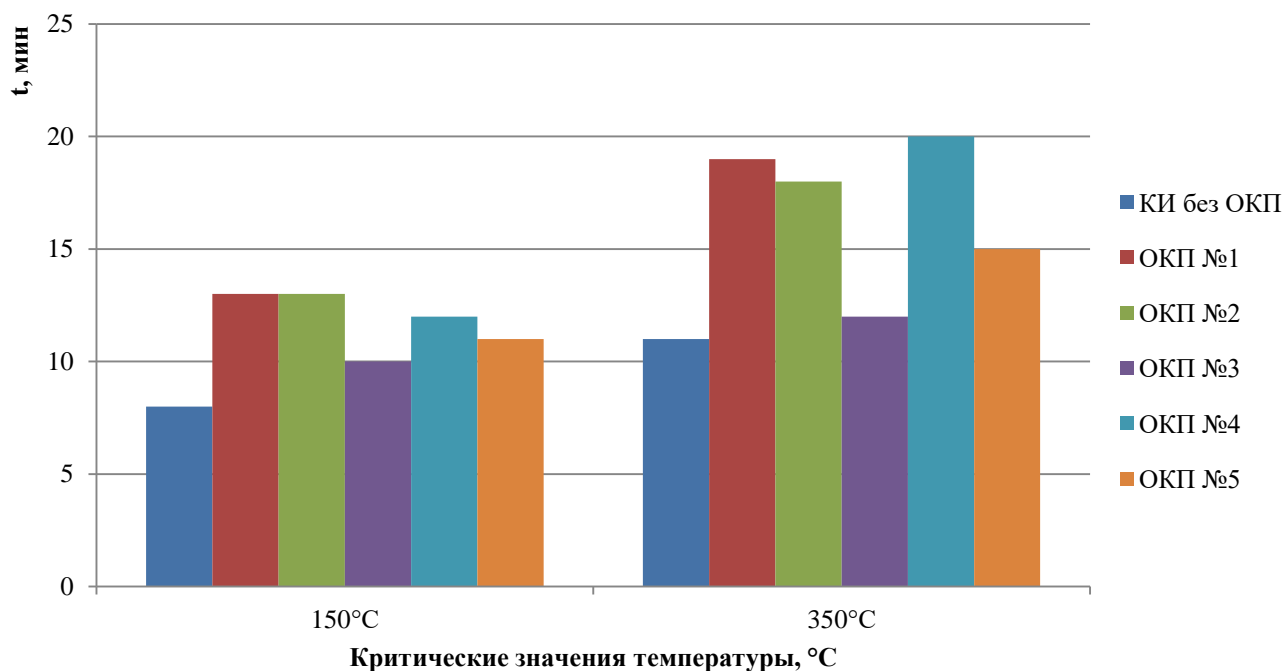


Рисунок 11. Время достижения критических значений температур КИ без/с ОКП при горизонтальной ориентации в пространстве (ОКП № 1 – огнезащитный состав на основе интеркалированного графита и органического растворителя; ОКП № 2 – огнезащитная композиция на водной основе; ОКП № 3 – водно-дисперсионная краска на основе полимерного связующего с целевыми наполнителями; ОКП № 4 – материал на основе водной полимерной дисперсии и целевых наполнителей; ОКП № 5 – огнезащитная краска из термостойких, газопенообразующих наполнителей в водной дисперсии)

Представленные диаграммы времени достижения критических температур КИ с ОКП при различной ориентации в пространстве наглядно демонстрируют работоспособность каждого из огнезащитных составов при температурном воздействии стандартного пожара. Как можно заметить, ориентация в пространстве не оказывает заметного влияния на время достижения критических температур с разницей в 1–2 минуты, что позволяет сделать вывод о работоспособности огнезащитных составов в любом пространственном положении.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что наиболее эффективным огнезащитным составом являлось ОКП № 1 на основе интеркалированного графита и органического растворителя, которое достигает первого критического значения температуры на 13–14 ми-

нуте (150 °C), второго критического значения на 19–20 минуте (350 °C). Температурно-временные кривые прогрева КИ с ОКП № 1 демонстрировали значимое снижение температуры на границе ОКП № 1 – оболочка КИ в первые пять минут испытаний до 200–300°C, при температуре в установке 560–570 °C.

Следующими по эффективной защите от термического воздействия можно считать огнезащитные составы ОКП № 2 и № 4. Наблюдалось одинаковое время достижения первого значения критической температуры, ОКП № 2 и ОКП № 4 – 12–13 минут, тогда как при достижении второго критического значения видны несущественные различия, у ОКП № 2 – 19–20 минут, ОКП № 4 – 18–20 минут в зависимости от пространственной ориентации. В целом, время достижения критических температур КИ (150 °C и 350 °C) повысилось в 1,4–1,8 раз. Значение

температуры на границе ОКП № 2 – оболочка КИ в первые пять минут испытаний составляло 310–400 °С, на границе ОКП № 4 – оболочка КИ – 300–350 °С.

Четвертым по эффективности являлось покрытие ОКП № 5. Время достижения критических температур у данного покрытия одиннадцать минут до 150 °С и пятнадцать минут до 350 °С. Температурно-временная кривая граница ОКП № 5 – оболочка КИ показала снижение температуры до 300–350 °С в первые пять минут испытаний, что схоже с показаниями температур в данной области у ОКП № 2 и № 4, однако стоит отметить, время прогрева КИ с ОКП № 5 до критических температур снизилось на 3–5 минут по сравнению с приведенными для сравнения ОКП.

Огнезащитной композицией с минимальными показателями по эффективности являлась огнезащитная краска – ОКП № 3 (водно-дисперсионная краска на основе полимерного связующего с целевыми наполнителями). Время достижения первого критического значения температуры в 150 °С у ОКП № 3 составило 9–10 минут, что немногим больше, чем у данного типа КИ без ОКП – восемь минут. Второе критическое значение температуры 350 °С у ОКП № 3 достигалось за 12–14 минут, тогда как у КИ без ОКП – 11–13 минут. Температурно-временная кривая граница ОКП – оболочка КИ в первые пять минут испытаний продемонстрировала значения 400–480 °С, причем нагрев оболочки КИ без ОКП при тех же условиях испытаний составлял 420–510 °С.

Выявленные в ходе экспериментальных исследований эффекты повышенного дымообразования и снижения температуры имели место для всех типов ОКП при достижении значений температуры на границе ОКП – оболочка КИ 500–600 °С, однако наступали данные эффекты при различной температуре в испытательной установке ввиду разной работоспособности конкретного ОКП.

При детальном изучении температурно-временных кривых прогрева КИ как с ОКП, так и без такового, обращает на себя

внимание горизонтальный участок на температурно-временной кривой граница ОКП – оболочка КИ в первые несколько минут испытаний, характер изгиба которой и температуры, фиксируемые в этот момент, позволяют заметить различия в процессе интумесценции каждого состава и теплоизолирующей способности образовавшегося пенококсового слоя, что в дальнейшем можно использовать при определении критериев оценки термостойкости ОКП. Для определения критериев огнезащитной эффективности ОКП методами огневых испытаний, немаловажным может оказаться и скорость изменения температуры, а также разница температур, фиксируемая в установке и на границе ОКП – оболочка КИ.

Выводы

Проведенное исследование огнезащитных кабельных покрытий различной химической природы при температурном режиме стандартного пожара позволило наглядно продемонстрировать работоспособность каждого из испытуемых огнезащитных составов по времени достижения значений критических температур, а также по фиксируемым температурам на температурно-временной кривой граница ОКП – оболочка КИ при проведении испытаний. Установлено, что наиболее эффективным покрытием является ОКП № 1 на основе интеркалированного графита и органического растворителя, которое снижает термическое воздействие на защищаемый кабель, особенно в первые пять минут испытаний (до 2,5 раз). Примерно в 2 раза снижение температуры было зафиксировано у ОКП № 2 (огнезащитная композиция на водной основе), № 4 (на основе водной полимерной дисперсии и целевых наполнителей) и № 5 (огнезащитная краска из термостойких, газопенообразующих наполнителей в водной дисперсии). Время достижения критических температур КИ (150 °С и 350 °С) повысилось в 1,4–1,8 раз. Наихудшие показатели по теплоизолирующей способности продемонстрировало ОКП № 3 (водно-дисперсионная краска на основе полимерного связующего с целевыми наполнителями), практически не

снижающее термическое воздействие на защищаемый кабель. Полученные значения времени достижения критических температур при огневых испытаниях КИ с ОКП необходимы для выработки критериев оценки термостойкости ОКП методами термического анализа.

Наблюдаемые эффекты повышенного дымообразования и снижения темпера-

туры в испытательной установке при термоокислительной деструкции ПВХ-оболочки КИ целесообразно использовать при оценке огнезащитной эффективности ОКП методами огневых испытаний. Установлено, что различное пространственное положение защищаемого КИ не оказывает заметного влияния на время достижения критических температур прогрева КИ с ОКП.

Авторы выражают благодарность ООО «НеоКрил» за помощь в подготовке к проведению экспериментов и предоставленные огнезащитные кабельные покрытия.

Литература

1. Мансуров Т. Х. и др. Применение огнезащитных интумесцентных составов для повышения пожарной безопасности кабельных изделий при одиночной и групповой прокладке // Техносферная безопасность. 2019. № 2 (23). С. 65–73.
2. Мансуров Т. Х. и др. Исследование огнезащитных кабельных покрытий методами термического анализа и огневых испытаний // Техносферная безопасность. 2020. № 1 (26). С. 62–70.
3. Мансуров Т. Х. и др. Исследование кабельного изделия с огнезащитными покрытиями различной химической природы при температурном режиме стандартного пожара // Техносферная безопасность. 2020. № 3 (28). С. 108–120.
4. ГОСТ 30247.0–94 (ИСО 834–75) Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования.
5. Shu Z.-J., Wang J., Zhou L. Method to determine the equivalent thermal diffusion coefficient of the intumescent coating for cables // Journal of Coatings Technology & Research. 2014. Vol. 11 (5). P. 817–826.
6. Правила устройства электроустановок // Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. Новосибирск: Норматика, 2015. 464 с.
7. ГОСТ Р 31996–2012 Кабели силовые с пластмассовой изоляцией на номинальное напряжение 0,66; 1 и 3 кВ. Общие технические условия.

References

1. Mansurov T. H. et al. Primenenie ognezashchitnyh intumescentnyh sostavov dlya povysheniya pozharnej bezopasnosti kabel'nyh izd. E elij pri odinochnoj i gruppovoj prokladke // Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2019. № 2 (23). S. 65–73.
2. Mansurov T. H. et al. Issledovanie ognezashchitnyh kabel'nyh pokrytij metodami termicheskogo analiza i ognevnyh ispytaniy // Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2020. № 1 (26). S. 62–70.
3. Mansurov T. H. et al. Issledovanie kabel'nogo izdeliya s ognezashchitnymi pokrytiami razlichnoj himicheskoj prirody pri temperaturnom rezhime standartnogo pozhara // Tekhnosfernaya bezopasnost'. 2020. № 3 (28). S. 108–120.
4. GOST 30247.0–94 (ISO 834–75) Konstrukcii stroitel'nye. Metody ispytaniy na ognestojkost'. Obshchie trebovaniya.
5. Shu Z.-J., Wang J., Zhou L. Method to determine the equivalent thermal diffusion coefficient of the intumescent coating for cables // Journal of Coatings Technology & Research. 2014. Vol. 11 (5). P. 817–826.
6. Pravila ustrojstva elektroustanovok // Vse dejstvuyushchie razdely PUE-6 i PUE-7. Novosibirsk, 2015. 464 s.
7. GOST R 31996–2012 Kabeli silovye s plastmassovoj izolyaciej na nominal'noe napryazhenie 0,66; 1 i 3 kV. Obshchie tekhnicheskie usloviya.

УДК 614.849:352/354-1

mak_s@el.ru

**РЕАЛИЗАЦИЯ ПОЛНОМОЧИЙ ОРГАНОВ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ
ПО СОДЕРЖАНИЮ ИСТОЧНИКОВ НАРУЖНОГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО
ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**IMPLEMENTATION OF THE POWERS OF LOCAL GOVERNMENTS
TO MAINTAIN SOURCES OF EXTERNAL FIRE-FIGHTING WATER SUPPLY
ON THE TERRITORY OF THE MUNICIPALITY**

*Макаркин С. В., кандидат юридических наук, доцент,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург,
Бугреев А. И., Главное управление МЧС России
по Свердловской области, Екатеринбург*

*Makarkin S. V.,
The Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry
of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg,
Bugreev A. I.,
Main Directorate of EMERCOM of Russia
for the Sverdlovsk Region, Yekaterinburg*

В статье проанализированы положения законодательных и иных нормативных правовых актов, нормативных документов, регламентирующих деятельность органов местного самоуправления по содержанию источников наружного противопожарного водоснабжения, а также требования к ним. Определены основные проблемы состояния источников наружного противопожарного водоснабжения.

Ключевые слова: пожарная безопасность, органы местного самоуправления, источники наружного противопожарного водоснабжения.

The article analyzes the provisions of legislative and other normative legal acts, normative documents regulating the activities of local self-government bodies on the content of sources of external fire-fighting water supply, as well as the requirements for them. The main problems of the state of sources of external fire-fighting water supply are determined.

Keywords: fire safety, local government bodies, sources of external fire-fighting water supply.

В статье 19 Федерального закона Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [1] определены полномочия органов местного самоуправления в области пожарной безопасности. Согласно закону к числу полномочий органов местного самоуправления в рассматриваемой сфере относится такое полномочие, как создание в целях пожаротушения условий для забора в любое время года воды из источников наружного водоснабжения, расположенных в сельских населенных пунктах и на прилегающих к ним территориях. Данным полномочием органы

местного самоуправления наделены лишь в 2007 году в связи с совершенствованием разграничения полномочий между ними и органами государственной власти [2].

Указанное полномочие относится к полномочиям только органов местного самоуправления поселений, городских округов, внутригородских районов по обеспечению первичных мер пожарной безопасности в границах сельских населенных пунктов и не относится к полномочиям органов местного самоуправления поселений, городских округов, внутригородских районов по обеспечению

печению первичных мер пожарной безопасности в границах городских населенных пунктов.

Рассматривая положения подзаконных актов, обратим внимание, что в соответствии с п. 80 правил противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденными Постановлением Правительства Российской Федерации «О противопожарном режиме» от 25 апреля 2012 г. № 390 (далее – Правила) [3], органами местного самоуправления поселений и городских округов для целей пожаротушения создаются условия для забора в любое время года воды из источников наружного водоснабжения, расположенных в сельских населенных пунктах и на прилегающих к ним территориях в соответствии со ст. 19 Федерального закона «О пожарной безопасности».

Данное обстоятельство отчасти противоречит положениям ст. 68 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [4] (далее – Технический регламент о требованиях пожарной безопасности), согласно которому на территориях поселений и городских округов должны быть источники наружного противопожарного водоснабжения. Отметим, что в указанном законе отсутствует разграничение территорий поселений и городских округов, расположенных в границах сельских населенных пунктов или в границах городских населенных пунктов. В этой связи возникает правомерный вопрос: «к чьим полномочиям относится создание в целях пожаротушения условий для забора в любое время года воды из источников наружного водоснабжения, расположенных в городских населенных пунктах и на прилегающих к ним территориях?».

Согласно ч. 2 ст. 68 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности к источникам наружного противопожарного водоснабжения относятся:

1) наружные водопроводные сети с пожарными гидрантами;

2) водные объекты, используемые для целей пожаротушения в соответствии с законодательством Российской Федерации [4];

3) противопожарные резервуары.

Технический регламент о требованиях пожарной безопасности также определяет, что поселения и городские округа должны быть оборудованы противопожарным водопроводом. При этом противопожарный водопровод допускается объединять с хозяйственно-питьевым или производственным водопроводом.

В поселениях и городских округах с количеством жителей до 5000 человек, отдельно стоящих зданиях классов функциональной пожарной опасности Ф1.1, Ф1.2, Ф2, Ф3, Ф4 объемом до 1000 кубических метров, расположенных в поселениях и городских округах, не имеющих кольцевого противопожарного водопровода, зданиях и сооружениях класса функциональной пожарной опасности Ф5 с производствами категорий В, Г и Д по пожаровзрывоопасности и пожарной опасности при расходе воды на наружное пожаротушение 10 литров в секунду, на складах грубых кормов объемом до 1000 кубических метров, складах минеральных удобрений объемом до 5000 кубических метров, в зданиях радиотелевизионных передающих станций, зданиях холодильников и хранилищ овощей и фруктов допускается предусматривать в качестве источников наружного противопожарного водоснабжения природные или искусственные водоемы.

Следует отметить, что наружное противопожарное водоснабжение допускается не предусматривать в населенных пунктах с числом жителей до 50 человек, а также расположенных вне населенных пунктов отдельно стоящих зданий и сооружений классов функциональной пожарной опасности Ф1.2, Ф1.3, Ф1.4, Ф2.3, Ф2.4, Ф3 (кроме Ф3.4), в которых одновременно могут находиться до 50 человек и объем которых не более 1000 кубических метров.

Учитывая, что источники наружного противопожарного водоснабжения могут

располагаться на территории организаций и находиться непосредственно на ее балансе, правилами на руководителя организации возлагается ряд обязанностей (п. 55 Правил). Так, руководитель организации:

- обеспечивает исправность, своевременное обслуживание и ремонт источников наружного противопожарного водоснабжения и внутреннего противопожарного водопровода и организует проведение проверок их работоспособности не реже 2 раз в год (весной и осенью) с составлением соответствующих актов;

- при отключении участков водопроводной сети и (или) пожарных гидрантов, а также при уменьшении давления в водопроводной сети ниже требуемого извещает об этом подразделение пожарной охраны;

- обеспечивает исправное состояние пожарных гидрантов и резервуаров, являющихся источником противопожарного водоснабжения, их утепление и очистку от снега и льда в зимнее время, а также доступность подъезда пожарной техники и забора воды в любое время года.

Правила также определяют и ряд требований к источникам противопожарного водоснабжения, в том числе:

- направление движения к пожарным гидрантам и резервуарам, являющимся источником противопожарного водоснабжения, должно обозначаться указателями с четко нанесенными цифрами расстояния до их месторасположения (п. 55);

- запрещается использовать для хозяйственных и (или) производственных целей запас воды, предназначенный для нужд пожаротушения (п. 60);

- водонапорные башни должны быть приспособлены для забора воды пожарной техникой в любое время года. Использование для хозяйственных и производственных целей запаса воды в водонапорной башне, предназначенной для нужд пожаротушения, не разрешается (п. 60.1);

- для обеспечения бесперебойного энергоснабжения водонапорной башни предусматриваются автономные резервные источники электроснабжения (п. 60.1);

- при наличии на территории объекта защиты или вблизи него (в радиусе 200 метров) естественных или искусственных водоемов (реки, озера, бассейны, гидротехнические сооружения и др.) к ним должны быть устроены подъезды с площадками (пирсами) с твердым покрытием размерами не менее 12×12 метров для установки пожарных автомобилей и забора воды в любое время года (п. 80).

Сводом правил 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности» [5] (далее – Свод правил), вошедшим в перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», к водоемам наружного противопожарного водоснабжения, расположенным на территории поселений, городских округов и организаций устанавливаются:

- требования пожарной безопасности к наружному противопожарному водоснабжению (раздел 4);

- требования пожарной безопасности к расходам воды на наружное пожаротушение (раздел 5);

- расчетное количество одновременных пожаров (раздел 6). Раздел определяет расчетное количество одновременных пожаров при объединенном противопожарном водопроводе поселения и промышленных предприятий;

- требования пожарной безопасности к насосным станциям (раздел 7);

- требования пожарной безопасности к водопроводным сетям и сооружениям на них (раздел 8);

- требования к резервуарам и водоемам с запасами воды на цели наружного пожаротушения (раздел 9);

- требования пожарной безопасности к электрооборудованию, технологическому контролю, автоматизации и системе

управления насосных станций и резервуаров (раздел 10);

– требования пожарной безопасности к системам противопожарного водоснабжения в особых природных и климатических условиях (раздел 11).

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что требования пожарной безопасности в рассматриваемой сфере деятельности органов местного самоуправления применяются ко всем источникам наружного противопожарного водоснабжения, расположенным на территории поселений (как сельских, так и городских) и других населенных пунктов, расположенных в границах городских округов, внутригородских районов и муниципальных районов. Поэтому полномочия по созданию в целях пожаротушения условий для забора в любое время года воды из источников наружного водоснабжения должно быть отнесено к полномочиям всех без исключения органов местного самоуправления по обеспечению первичных мер пожарной безопасности.

В целях реализации данной первичной меры органами государственного пожарного надзора проводится проверка состояния подъездов к местам забора воды, наличие и исправности источников наружного противопожарного водоснабжения. Неадекватное состояние источников противопожарного водоснабжения, отсутствие оборудованных подъездов к пожарным водоемам приводит к отсутствию возможности забора воды на нужды пожаротушения и как следствие, создает угрозу, в случае возникновения пожара, жизни, здоровью, а также частному и государственному имуществу.

В свою очередь, органами местного самоуправления проводятся следующие мероприятия.

1. Утверждение перечня (формирование реестра (карты)) источников наружного водоснабжения, расположенных на территории муниципального образования.

Например, в целях обеспечения пожарной безопасности на территории городского округа Заречный, учитывая, что гидранты являются частью водопроводных сетей постановлением Администрации городского округа Заречный от 11 июня 2020 г. № 421-П [6] утверждены перечень пожарных гидрантов на водопроводных сетях, а также перечень противопожарных водоемов, пирсов и водонапорных башен, расположенных на территории городского округа Заречный.

2. Улучшение технического состояния имеющихся источников наружного противопожарного водоснабжения (своевременный ремонт и обслуживание).

Приведем несколько примеров. Так, постановлением Администрации городского округа Заречный от 13 апреля 2016 г. № 490-П «О подготовке системы противопожарного водоснабжения на территории городского округа Заречный» [7] утвержден порядок содержания и эксплуатации источников противопожарного водоснабжения на территории городского округа Заречный (далее – Порядок).

Порядок предусматривает комплекс организационно-правовых, финансовых и инженерно-технических мер:

– эксплуатацию источников противопожарного водоснабжения (далее – источники ППВ) в соответствии с нормативными документами;

– финансирование мероприятий по содержанию источников ППВ и ремонтно-профилактическим работам;

– возможность беспрепятственного доступа к источникам ППВ, в том числе при проверке их силами ГПС или другими организациями, осуществляющими тушение пожаров;

– проверку работоспособности и поддержание в исправном состоянии, позволяющем использовать источники ППВ для целей пожаротушения в любое время года;

– установку соответствующих указателей источников ППВ согласно требованиям нормативных документов по пожарной безопасности;

– очистку мест размещения источников ППВ от мусора, снега и наледи;

– проведение мероприятий по подготовке источников ППВ к эксплуатации в условиях отрицательных температур;

– немедленное уведомление организации водопроводного хозяйства, сил ГПС, других организаций, осуществляющих тушение пожаров, о невозможности использования источников ППВ из-за отсутствия или недостаточного давления воды в водопроводной сети и других случаях невозможности забора воды из источников ППВ;

– своевременное уведомление организации водопроводного хозяйства в случае передачи устройств и сооружений для присоединения к системам коммунального водоснабжения другому собственнику, а также при изменении абонентом реквизитов, правового статуса, организационно-правовой формы.

Также Порядок регламентирует вопросы:

содержания источников противопожарного водоснабжения;

испытания источников ППВ;

ремонта и реконструкции источников ППВ;

учета и проверки источников ППВ.

Постановлением Администрации Новоуральского городского округа от 2 июня 2010 г. № 1053-а [8] утверждено Положение по содержанию и обслуживанию источников наружного противопожарного водоснабжения на территории Новоуральского городского округа. Положение устанавливает взаимодействие подразделений Специального управления ФПС № 5 МЧС России с владельцами источников противопожарного водоснабжения, определяет порядок обслуживания пожарных гидрантов, естественных и искусственных водоисточников. Приложения к Положению содержат списки:

пожарных гидрантов, находящихся на балансе, и эксплуатационной ответственности организаций, а также по очистке крышек колодцев, подходов и подъездов к ним согласно территориальной принадлежности;

естественных и искусственных водоисточников, находящихся на балансе, и эксплуатационной ответственности организаций, а также за своевременную очистку пирсов, береговых колодцев, устройств незамерзающих прорубей и подъездов к ним согласно территориальной принадлежности.

Аналогичные муниципальные правовые акты принимаются органами местного самоуправления других муниципальных образований не только на территории Свердловской области, но и других регионов страны.

3. Привязка всех источников наружного противопожарного водоснабжения к GPS-координатам.

В целях учета и состояния источников наружного противопожарного водоснабжения в практической деятельности применяются компьютерные программы:

– приложение для Android «Справочник пожарного. Расчёт ДАСВ v 0.2» [9]. Программа для создания планшета противопожарного водоснабжения на основе GPS координат источников водоснабжения, с последующим их нанесением на карту в виде маркеров;

– ЭСУ ППВ (электронная система учета противопожарного водоснабжения) [10], предназначенная для учета источников наружного противопожарного водоснабжения и регистрации их технического состояния. Система используется для облегчения труда пожарных (например, при разведке источников наружного противопожарного водоснабжения) и сотрудников предприятий, занимающихся контролем технического состояния противопожарного водоснабжения, что способствует повышению эффективности задействования водоисточников во время тушения пожаров.

4. Рассмотрение вопроса по оборудованию дополнительных источников наружного противопожарного водоснабжения (например, искусственных резервуаров для сбора талых и дождевых вод в «безводных» населенных пунктах). Немаловажный вопрос, особенно в населенных пунктах, в ко-

торых отсутствует или работает нестабильно водопровод, отсутствуют магистральные линии водоснабжения большого давления, мало водных объектов. Такими условиями являются, во-первых, наличие самого водного объекта, воду из которого можно было бы использовать в целях пожаротушения. Понятно, что в засушливых местностях органы местного самоуправления не в силах самостоятельно решить этот вопрос, однако поставить его перед администрацией района, области они могут. Кроме того, даже своими силами возможна организация сбора талых и дождевых вод. Во-вторых, при наличии в местности водного объекта необходимо обеспечить возможность беспрепятственного забора из него воды. К этому можно отнести прокладку спуска к воде в пологой части берега, расчистку объекта от растительности в месте предполагаемого забора воды автоцистернами, оборудование пожарных пирсов и др. Для выполнения этих мероприятий необходимо, чтобы в муниципальных целевых программах по пожарной безопасности был предусмотрен соответствующий объем финансирования.

5. Создание в целях пожаротушения условий для забора в любое время года воды из источников наружного водоснабжения и естественных водоемов, расположенных в сельских и поселковых населенных пунктах и на прилегающих к ним территориях (например, данное направление деятельности органов местного самоуправления закреплено в постановлении Администрации ГО Верхняя Пышма [11] в качестве организационно-правового обеспечения первичных мер пожарной безопасности).

6. Обустройство подъездов с площадками (пирсами) с твердым покрытием размерами не менее 12×12 метров для установки пожарных автомобилей и забора воды в любое время года при наличии на территории объекта защиты или вблизи него (в радиусе 200 метров) естественных или искусственных водоисточников (реки, озера, бассейны, градирни и др.).

Несмотря на принимаемые меры, как со стороны различных государственных органов, так и органов местного самоуправления основными проблемами состояния источников наружного противопожарного водоснабжения для многих муниципальных образований являются:

ветхость, аварийное состояние сетей, их постоянный ремонт;

умышленное, в целях исключения порывов водопроводных сетей, снижение коммунальными организациями давления в сети наружного водоснабжения;

отсутствие (невозможность установления) собственника (баланса содержания) сетей и их бесхозность;

отсутствие указателей источников наружного противопожарного водоснабжения выполненных по ГОСТ 12.4.026–2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний [12] с указанием направления движения, с четко нанесенными цифрами расстояния до пожарных гидрантов и резервуаров. Случаи хищения указателей;

недостаточное финансирование мероприятий, направленных на содержание сетей наружного противопожарного водоснабжения;

строительство сетей наружного противопожарного водоснабжения без учета требуемого давления (напора), а также объектов защиты, на которых необходимо наличие сетей внутреннего пожаротушения.

В целях обеспечения качественной реализации первичных мер пожарной безопасности со стороны органов местного самоуправления, в том числе и по содержанию источников наружного противопожарного водоснабжения на территории муниципального образования, считаем необходимым:

1. Расширение полномочий органов местного самоуправления поселений, городских округов, внутригородских районов по обеспечению первичных мер пожарной безопасности в границах городских населенных

пунктов с последующим внесением соответствующих изменений в ч. 2 ст. 19 Федерального закона Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

2. Стабильное финансирование мероприятий по обеспечению первичных мер пожарной безопасности на территории муниципального образования, с ежегодной его индексацией.

3. Разработка и утверждение отдельных муниципальных правовых актов по вопросам содержания, ремонта и обслуживания источников наружного противопожарного водоснабжения.

4. Необходимость получения организациями, осуществляющими выполнение задач по водоснабжению населения и водоотведению на территории муниципального образования, соответствующей лицензии на осуществление деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту систем противопожарного водоснабжения и их элементов, включая диспетчеризацию и проведение пусконаладочных работ (согласно Постановлению Правительства РФ от 30 декабря 2011 г. № 1225 «О лицензировании

деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений» [13]).

5. В целях обеспечения исправного состояния пожарных гидрантов и требуемого по нормам расхода воды на нужды пожаротушения, а также уменьшения эксплуатационных затрат на содержание сетей противопожарного водопровода на территории муниципального образования, рекомендовать организациям, выполняющим работы по проектированию сетей водоснабжения на территории муниципальных образований, при проектировании сетей водоснабжения предусматривать в проектах на водоснабжение применение пожарных гидрантов, в том числе с запорным устройством, с гарантией производителя на изделие не менее 10 лет и эксплуатационным сроком не менее 30 лет, имеющих сертификаты соответствия Госстандарта России по пожарной безопасности (соответствующий муниципальный правовой акт был принят в муниципальном образовании «город Екатеринбург» [14]).

Литература

1. О пожарной безопасности: федер. закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 1994. № 35. Ст. 3649.
2. О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием разграничения полномочий: федер. закон от 18.10.2007 № 230-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 2007. № 43. Ст. 5084.
3. О противопожарном режиме: постановление Правительства Рос. Федерации от 25.04.2012 № 390 // Собрание законодательства РФ. 2012. № 19. Ст. 2415.
4. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 2008. № 30 (ч. 1). Ст. 3579.
5. Свод правил 8.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности»: утв. Приказом МЧС России от 25.03.2009 № 178, в ред. от 09.12.2010 г.
6. Об утверждении перечня источников пожарного водоснабжения, расположенных на территории городского округа Заречный: постановление Администрации городского округа Заречный от 11.06.2020 № 421-П. URL: http://gorod-zarechny.ru/inova_block_documentset/document/308180/ (дата обращения 29.10.2020).
7. О подготовке системы противопожарного водоснабжения на территории городского округа Заречный: постановление Администрации городского округа Заречный от 13.04.2016 № 490-П. URL: http://gorod-zarechny.ru/inova_block_documentset/document/98189/ (дата обращения 29.10.2020).
8. Об утверждении Положения по содержанию и обслуживанию источников наружного противопожарного водоснабжения на территории Новоуральского городского округа: постановление Администрации Новоуральского городского округа от 02.06.2010 № 1053-а // Нейва. 2010. № 47.
9. Пожару – нет! URL: <https://pojaru.net.ru/> (дата обращения 18.08.2020).
10. Электронная энциклопедия пожарного дела. URL: <https://www.wiki-fire.org/> (дата обращения 18.08.2020).

11. Об обеспечении первичных мер пожарной безопасности на территории городского округа Верхняя Пышма: постановление Администрации ГО Верхняя Пышма от 25.07.2014 № 1242 // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru/document/453136802> (дата обращения 19.08.2020).

12. ГОСТ 12.4.026–2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний (введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 марта 2017 г. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 июня 2016 г. № 614-ст).

13. О лицензировании деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений: постановление Правительства Рос. Федерации от 30.12.2011 № 1225 // Собрание законодательства РФ. 2012. № 2. Ст. 298.

14. О применении на сетях наружного противопожарного водопровода пожарных гидрантов продолжительного срока эксплуатации при строительстве и реконструкции объектов в муниципальном образовании «город Екатеринбург»: постановление Главы Екатеринбурга от 09.08.2007 № 3658 // документ опубликован не был.

Reference

1. O požarnoj bezopasnosti: feder. zakon ot 21.12.1994 № 69-FZ // Sobranie zakonodatel'stva RF. 1994. № 35. St. 3649.

2. O vnesenii izmenenij v otdel'ny'e zakonodatel'ny'e akty` Rossijskoj Federacii v svyazi s sovershenstvovaniem razgranicheniya polnomochij: feder. zakon ot 18.10.2007 № 230-FZ // Sobranie zakonodatel'stva RF. 2007. № 43. St. 5084.

3. O protivopozharnom rezhime: postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 25.04.2012 № 390 // Sobranie zakonodatel'stva RF. 2012. № 19, St. 2415.

4. Texnicheskij reglament o trebovaniyah požarnoj bezopasnosti: feder. zakon ot 22.07.2008 № 123-FZ // Sobranie zakonodatel'stva RF. 2008. № 30 (ch. 1). St. 3579.

5. Svod pravil 8.13130.2009 «Sistemy` protivopozharnoj zashhity`. Istochniki naruzhnogo protivopozharnogo vodosnabzheniya. Trebovaniya požarnoj bezopasnosti» (utv. Prikazom MChS Rossii ot 25.03.2009 № 178, v red. ot 09.12.2010).

6. Ob utverzhdenii perechnya istochnikov požarnogo vodosnabzheniya, raspolozhenny`x na territorii gorodskogo okruga Zarechny`j: postanovlenie Administracii gorodskogo okruga Zarechny`j ot 11.06.2020 g. № 421-P. URL: http://gorod-zarechny.ru/inova_block_documentset/document/308180/ (data obrashheniya 29.10.2020).

7. O podgotovke sistem` protivopozharnogo vodosnabzheniya na territorii gorodskogo okruga Zarechny`j: postanovlenie Administracii gorodskogo okruga Zarechny`j ot 13.04.2016 № 490-P. URL: http://gorod-zarechny.ru/inova_block_documentset/document/98189/ (data obrashheniya 29.10.2020).

8. Ob utverzhdenii Polozheniya po sodержaniyu i obsluzhivaniyu istochnikov naruzhnogo protivopozharnogo vodosnabzheniya na territorii Novoural'skogo gorodskogo okruga: Postanovlenie Administracii Novoural'skogo gorodskogo okruga ot 02.06.2010 № 1053-a // Nejva. 2010. № 47.

9. Pozharu – net! URL: <https://pojaru.net.ru/> (data obrashheniya 18.08.2020).

10. E`lektronnaya e`nciklopediya požarnogo dela. URL: <https://www.wiki-fire.org/> (data obrashheniya 18.08.2020).

11. Ob obespechenii pervichny`x mer požarnoj bezopasnosti na territorii gorodskogo okruga Verxnyaya Py`shma: postanovlenie Administracii GO Verxnyaya Py`shma ot 25.07.2014 № 1242 // E`lektronnny`j fond pravovoj i normativno-texnicheskoj dokumentacii. URL: <http://docs.cntd.ru/document/453136802> (data obrashheniya 19.08.2020).

12. GOST 12.4.026–2015 Sistema standartov bezopasnosti truda (SSBT). Czveta signal'ny`e, znaki bezopasnosti i razmetka signal'naya. Naznachenie i pravila primeneniya. Obshhie texnicheskie trebovaniya i karakteristiki. Metody` ispy`tanij (vveden v dejstvie v kachestve nacional'nogo standarta Rossijskoj Federacii s 1 marta 2017 g. Prikazom Federal'nogo agentstva po texnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 10 iyunya 2016 g. № 614-st).

13. O licenzirovanii deyatel`nosti po montazhu, texnicheskomu obsluzhivaniyu i remontu sredstv obespecheniya požarnoj bezopasnosti zdaniy i sooruzhenij: postanovlenie Pravitel'stva Ros. Federacii ot 30.12.2011 № 1225 // Sobranie zakonodatel'stva RF. 2012. № 2, St. 298.

14. O primenenii na setyax naruzhnogo protivopozharnogo vodoprovoda požarny`x gidrantov prodolzhitel'nogo sroka e`kspluatcii pri stroitel'stve i rekonstrukcii ob`ektov v municipal`nom obrazovanii «gorod Ekaterinburg»: postanovlenie Glavy` Ekaterinburga ot 09.08.2007 № 3658 // dokument opublikovan ne byl.