

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

(ФГБОУ ВО ИВАНОВСКАЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГПС МЧС РОССИИ)

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ IV МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,
ПОСВЯЩЕННОЙ 30-Й ГОДОВЩИНЕ МЧС РОССИИ**

Иваново, 15 октября 2020 г.

Иваново
2020

УДК 614.8

Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов IV международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России. Иваново, 15 октября 2020 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 433 с.

В сборник включены материалы IV Международной научно-практической конференции «Современные пожаробезопасные материалы и технологии». В сборнике рассмотрены вопросы исследования пожарной опасности веществ и материалов, зданий и сооружений, разработки современных способов снижения пожарной опасности; современные научно-технические достижения в области разработки систем противопожарной защиты объектов, систем и средств пожарной безопасности и спасения людей; проблемные вопросы развития системы технического регулирования в области пожарной безопасности, совершенствования системы стандартизации и сертификации материалов и технологий.

Редакционная коллегия:

канд. техн. наук, доцент **Д. Б. Самойлов** (председатель редколлегии)

д-р техн. наук, ст. науч. сотр. **А. Л. Никифоров** (заместитель
председателя редколлегии)

канд. хим. наук **С. Н. Ульява**

канд. техн. наук, доцент **А. Х. Салихова**

д-р техн. наук, доцент **О. Г. Циркина**

канд. филол. наук **Ю. В. Шмелева**

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

УДК 614.835.3

А. Г. Азовцев, С. А. Сырбу

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА АДГЕЗИИ АКРИЛОВЫХ ПОКРЫТИЙ С ДОБАВКАМИ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ МЕТОДОМ Х-ОБРАЗНОГО РАЗРЕЗА

В статье приводится оценка адгезии акриловых покрытий методом Х-образного разреза. Проведение оценки адгезии проводилось в соответствии с методикой, представленной в ГОСТе. Показано, что основные значения баллов, при проведении оценки адгезии для акриловых покрытий составлял от 3 до 4 баллов, что является довольно плохим показателем для адгезии. Включение добавок в виде диоксида кремния также снижает значение адгезии.

Ключевые слова: пожарная опасность, пирофорные отложения, резервуар вертикальный стальной, нефтегазовая отрасль.

A. G. Azovtsev, S. A. Syrbu

EVALUATION OF THE ADHESION OF ACRYLIC COATINGS WITH SILICON DIOXIDE ADDITIVES BY X-CUT

The article provides an assessment of the adhesion of acrylic coatings by the X-cut method. The assessment of adhesion was carried out in accordance with the methodology presented in GOST. It is shown that the main values of the points, when assessing adhesion for acrylic coatings, ranged from 3 to 4 points, which is a rather poor indicator for adhesion. The inclusion of additives in the form of silicon dioxide also reduces the value of adhesion.

Key words: fire hazard, pyrophoric deposits, vertical steel tank, oil and gas industry

Одним из негативных следствий коррозии является образование пирофорных отложений, которая возникает из-за наличия в нефти или нефтепродукте сероводорода и других сернистых соединений [1]. Снижение воздействия сероводорода на стальную подложку позволит снизить образование пирофорных отложений. Для этого на резервуарах вертикальных стальных можно применить защитные покрытия. Их существует довольно большой ряд и в данной работе рассмотрим одно из распространенных покрытий – это акриловые покрытия.

Для защиты емкостей для хранения нефти и нефтепродуктов постоянно происходит процесс разработки новых способов защиты емкостей от коррозии, покрытий и т.д. Одним из способов улучшения эффективности защиты от коррозии, добавлении новых свойств к покрытиям является включение в их состав различного вида добавок. Диоксид кремния является одной из добавок для снижения пожарной опасности, обладает теплоотражательной способностью. Наличие подобных добавок с теплоотражательными свойствами позволит снизить влияние плотности теплового потока на резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов (далее – РВС), находящихся рядом с местом пожара.

В работе рассмотрим влияние кремния диоксида на адгезию акрилового покрытия. От адгезии очень сильно зависит эффективность защитного покрытия, ведь логично, что чем плотнее покрытие находится к защищаемому объекту, тем меньше агрессивных агентов взаимодействует с защищаемым объектом.

Оценку ГОСТ 32702.2-2014 (ISO 16276-2:2007) Материалы лакокрасочные. Определение адгезии проводили с помощью ГОСТа 32702.2-2014 – методом Х-образного надреза.

Для метода Х-образного надреза делали два надреза под углом друг к другу в форме буквы «Х». Надрезом прорезали покрытие до окрашиваемой поверхности, используя хорошо наточенный режущий инструмент. На место надреза накладывали липкую ленту и пальцем плотно прижимали её к покрытию, а затем удаляли под определенным углом вместе с отслоившимися участками покрытия.

Результат данного определения выражают в баллах в соответствии с наблюдаемыми разрушениями.

Метод Х-образного разреза применялся для состава композиций, состоящий из основы на акриловой эмульсии и добавок диоксида кремния в различных соотношениях. Состав композиций представлен в табл. 1.

Таблица 1. Состав композиций

Наименование компонента	Содержание компонента в композиции, масс. ч.:		
	1	2	3
Акриловая эмульсия	100	100	100
Диоксид кремния	-	1	2

В результате проведения оценки адгезии были получены данные, представленные в Табл. 2.

Таблица 2. Результаты испытаний адгезии методом X-образного надреза композиций

Композиция	№ определения							Результат
	1	2	3	4	5	6	7	
1	3	2	2	2	3	3	2	3
2	3	3	1	2	3	2	1	3
3	3	2	4	2	4	3	3	4

Графическое изображение представлено на рисунке.

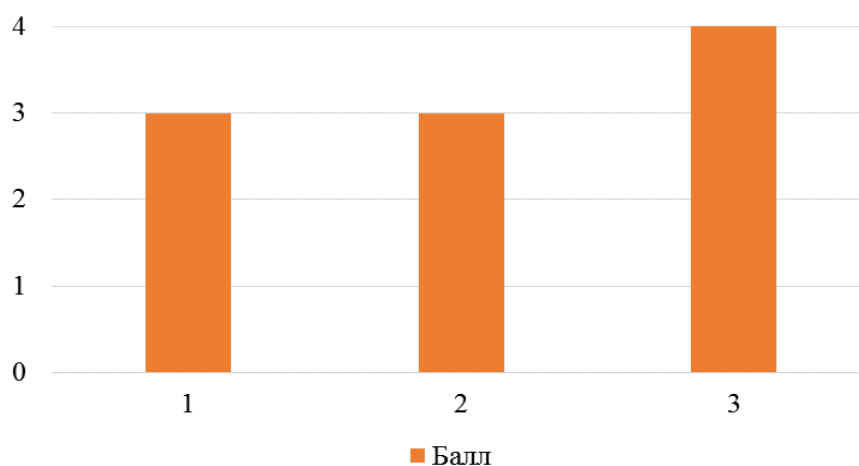


Рисунок. Результаты испытаний адгезии композиций

В результате проведения испытаний было выявлено, что добавление диоксида кремния в акриловую эмульсию в содержании 2 масс. ч. снижает адгезию к стали. Так что для исследования теплоотражающих свойств покрытий необходимо добавлять не более 1 масс. ч. в состав исследуемых композиций на основе акриловой эмульсии.

Дальнейшее исследование необходимо провести на покрытиях на других основах. В частности, в предыдущей работе [3] были выбраны эпоксидная основа и полиуретановая, что и будет следующим объектом для исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заседателева Н. А. Образование пожароопасных пирофорных отложений при коррозии стали в сероводородной газовой среде / Н.А. Заседателева, И.И. Реформаторская, А.Н. Подобаев, И.Р. Бегишев // Научно-техническая конференция «Системы безопасности» - СБ-2006. –М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. 289 с. Режим доступа: <http://agps-2006.narod.ru/konf/2005/sb-2005/sec-2-05/28.2.05.pdf>.
2. ГОСТ 32702.2-2014 (ISO 16276-2:2007) Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом X-образного надреза
3. Азовцев А. Г., Сырбу С. А. Выбор основного связующего лакокрасочных материалов для защиты от образования пирофорных отложений // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов.

УДК 691.175.5/8 620.3 629.73.002.666.775

О. В. Анисимова¹, В. Н. Горячева¹, Е. А. Елисева¹, А. И. Карнюшкин^{1,2}

¹ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

²ФГБОУ ВПО «Академия ГПС МЧС России»

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ, ПОЛИМЕРНЫХ И КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЗАДАНЫМИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ И МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Рассматриваются материалы с новыми заданными физико-химическими свойствами для применения в различных отраслях промышленности. Приводятся исторические факты создания композиционных, полимерных и конструкционных материалов.

Ключевые слова: материаловедение, стеклопластик, полимеры, анизотропные материалы, матрица, пожароопасность, кинетика отверждения, вязкость, смачиваемость.

O. V. Anisimova, V. N. Goryacheva, E. A. Eliseeva, A. I. Karnyushkin

FEATURES OF THE PRODUCTION OF COMPOSITE, POLYMER AND STRUCTURAL MATERIALS WITH SPECIFIED PHYSICAL, CHEMICAL AND MECHANICAL PROPERTIES

Materials with new specified physical and chemical properties for use in various industries are considered. Historical facts of the creation of composite, polymer and structural materials are given.

Key words: materials science, fiberglass, polymers, anisotropic materials, matrix, fire danger, kinetics of curing, viscosity, wetness.

Материаловедение – это одна из наиболее востребованных сфер современной жизни, которая стала особенно популярна в конце XX века. Это время ознаменовалось появлением лёгких и прочных стеклопластиков, которые в наше время служат для изготовления планеров, ракетно-космических сооружений, применяются в судостроении и машиностроении.

Большой вклад в развитие материаловедения как науки внесли Д.К. Чернов (1839-1921) основоположник научного металловедения. С.С. Штейнберг (1872-1940), Н.Л. Минкевич (1883-1942) и Н.Т. Гудцов (1885-1957) - основатели теории и технологии термической обработки стали. Бутлеров А.М. (1828-1886) - автор теории химического строения органических соединений, создал научную основу для разработки синтетических полимерных материалов.

Благодаря таким свойствам, как прочность, стойкость к высоким температурам, лёгкость, в авиации используют полимеры, процентное содержание которых в основном от 7% до 25%. Этот метод снижает вес изделия от 5% до 30%. Отходы при изготовлении конструкций из полимерных композитов составляют не более 10% - 30%, а у аналогов (из высокопрочных сплавов алюминия, титана) могут превышать массу изделия в 4-12 раз.

Интересный факт: в США создали самолёт «Вояджер», почти полностью созданный из углепластика (материал на основе углеродных волокон). «Вояджер» облетел вокруг Земли без посадки.

При правильном использовании полимеров можно достичь оптимального соотношения веса изделия и прочности. Например, при использовании металла (изотропного материала) не так важно учитывать направления, так как его свойства одинаковы на всей поверхности, в отличие от армированного пластика, который является анизотропным материалом. Это значит, что его прочность вдоль волокон намного больше, чем поперек. Например, в обычной цилиндрической трубе напряжение вдоль и поперек отличается примерно в 2 раза. Таким образом, можно создать равнопрочную конструкцию: по радиусу сделать больше волокон, чем вдоль трубы.

Также в создании прочных конструкций и машин используются **полимерные композиционные материалы** (ПКМ). Их разработка является серьёзной проблемой, так как свойства ПКМ определяются матрицей. Во-первых, связывает друг с другом волокна именно матрица. Она создаёт конструкционный монолитный материал. От прочности, пластичности и вязкости разрушения зависит реализация высоких механических свойств волокон. Свойства границы раздела фаз влияют на температурное поведение, ударную прочность и трансверсальные (поперек волокон) механические свойства. Также необходимо учитывать технологические свойства ПКМ, например время, кинетику отверждения, вязкость, смачиваемость и др., потому что эти свойства порой играют решающую роль.

Сложность создания таких матриц заключается в необходимости строго формулировать (количественно) довольно-таки противоречивый набор требований к связующему. Достигнуть максимально возможной

прочности композитов будет трудно, потому что механизмы разрушения ПКМ разнообразны. Сложно воспроизвести модель разрушения в реальных условиях: [1]: отражающие реальные [1]: при положительном изменении свойств одной группы мы неизбежно ухудшаем другие. К таким свойствам относятся прочность, теплоустойчивость, жесткость – пластичность, вязкость – перерабатываемость [2].

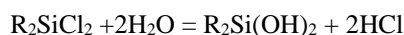
Полидиметилсилоксанам (ПМС) присущи такие свойства как теплоустойчивость и хорошая теплопроводность, поэтому они широко используются в энергетике, производстве клеев, герметиков и красок.

Силиконовая трансформаторная жидкость (СТЖ) - нетоксичная и устойчивая к окислению жидкость. Важным свойством, которым обладает СТЖ является высокая температура воспламенения и достаточно низкий уровень пожароопасности (их относят к классу самозатухающих масел).

Полидиэтилсилоксаны (ПЭС) чаще всего используются для производства пластмасс, смазок, присадок, стеклопластика, резиновых изделий. Также они применяются в косметологии.

Кремнийорганические полимеры (полиорганосилоксаны) впервые в мире в 1937 году получил советский академик К.А. Андрианов. Из-за термостойкости, хорошей морозостойкости, резины, изготовленные на основе кремнийорганического каучука, применяются для жароупорных прокладок и уплотнений и т.д. Изделия из этого материала используются в условиях низких (-60 °С) и высоких температур (+225 °С). Высокая термостойкость обуславливается в первую очередь высокой энергией связи Si-O. Так, например, создают термостойкие резины, которые могут работать даже при температуре 315 °С, т.е. в условиях экстремально высоких температур.

Одним из основных промышленных методов получения кремнийорганических полимеров является гидролитическая поликонденсация кремнийорганических соединений. Такой метод является одним из основных промышленных методов синтеза. Он заключается в том, что многие функциональные группы, связанные с кремнием (алкокси-, ацилокси-, аминогруппы, галогены), гидролизуются достаточно легко, как, например:



Органосиланолы, которые появляются в ходе реакции, вступают в поликонденсацию, в результате которой образуются циклические, полимеризующиеся по катионному или анионному механизму соединения [3]. В зависимости от функционального состава мономеров образуются полимеры разветвленной, линейной, сшитой или лестничной структуры [4].

Создание новых полимерных композиционных материалов (ПКМ) является актуальной задачей, потому что их применяют и в ракетно-космической отрасли [5], которая с каждым годом развивается и модернизируется. Большую роль в использовании ПКМ в ракетно-космической отрасли сыграло ПО «Авангард». Предприятие с середины 1980-х создавало головные обтекатели из полимерных композиционных материалов для модулей космических станций («Мир» и МКС). Также ПО «Авангард» было первым внедрением крупногабаритных изделий из стеклопластика в гражданскую жизнь [6].

Предприятия, находившиеся в нынешнем составе Государственного космического научно-производственного центра им М.В. Хруничева, являются одними из ведущих в области научно-технического прогресса и использования ПКМ в космических изделиях. Так, например, корпус головной части ракеты УР-200 был первым корпусом, разработанным в начале 60-х на предприятии. Конструкция с сотовым наполнителем является самой эффективной, поэтому ее и использовали в последующих типах головных обтекателей (ГО).

В 80-х годах для выведения модулей на орбиту понадобились ГО нового типа, эти модули нужны были для создания орбитального пилотируемого комплекса «МИР», работающего в долгой перспективе. Для защиты корпуса «Квант 1» был создан не сбрасываемый трёхслойный стеклопластиковый обтекатель, а также первый сбрасываемый стеклопластиковый обтекатель для выведения «Кванта – 2», «Спектра», «Кристалла», «Природы» (модули) на орбиту.

Благодаря этим шагам в развитии и создании новых ГО, были созданы новые обтекатели:

- унифицированный головной обтекатель (впоследствии использовавшийся в первом космическом запуске космического аппарата американской компании «Хьюз» - «Астра – 1Ф»);
- легкий ГО с продольной системой разделения (имеют овальную форму цилиндрической части корпуса) [7].

Развитие материаловедения как науки сохраняет свою актуальность на сегодняшний день и существенно упрощает ответы на вопросы об облегчении конструкции и новых способах изготовления деталей. Прогресс в этой области снижает расходы на производство и создание конструкций, что не может не привлекать заказчиков. Подводя итоги вышесказанному, можно сделать вывод, что за исследованием и созданием новых композиционных и полимерных материалов стоит будущее.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Промышленные полимерные композиционные материалы, ред. М. Ричардсон. М.: Химия, 1980.
2. Берлин А.А., Вольфсон С.А., Ошмян В.Г., Ениколопан Н.С. Принципы создания композиционных материалов, М.: Химия, 1990.
3. Воробьев А.В. Кремнийорганические смолы. Компоненты и технологии. 2004. №2(37).
4. Робертс Дж., Касерио М. Основы органической химии: пер. с англ./доктора хим.наук Бунделя Ю.Г., под ред. акад. Несмеянова А.Н. М.: 1974.
5. Хананашивили Л.М., Андрианов К.А. Технология элементоорганических мономеров и полимеров. М.: Химия, 1973.
6. Кулага Е.С. От самолетов к ракетам и космическим кораблям. М.: Воздушный транспорт. 2001.
7. Кулага Е.С. Разработка головных облучателей из композиционных материалов / Кулага Е.С., Оленин И.Г. // Научно-технические разработки ОКБ-23 – КБ «Салют». М.: Воздушный транспорт. 2006. Вып. 1.

УДК 699.812.3

Е. Б. Аносова, С. М. Ляшенко

ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»

ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ТЕРМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОТДЕЛОЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНО-СКАНИРУЮЩЕЙ КАЛОРИМЕТРИИ

С использованием современного метода физико-химического анализа проведено уточнение термической стойкости двух отделочных материалов, обладающих пожарозащитными свойствами. Полученные уточнения могут оказать влияние на область применения рассмотренных материалов.

Ключевые слова: термическая стойкость, дифференциально-сканирующая калориметрия, пожарная безопасность.

E. B. Anosova, S. M. Lyashenko

INVESTIGATION OF SOME THERMAL PROPERTIES OF FINISHING BUILDING MATERIALS BY DIFFERENTIAL SCANNING CALORIMETRY

Using a modern method of physical and chemical analysis, the thermal stability of two finishing materials with heat-resistant properties was clarified. The resulting clarifications may have an impact on the scope of application of the materials considered.

Key words: thermal stability, differential scanning calorimetry, fire safety.

Современные отделочные материалы, используемые в строительстве, представляют собой, как правило, полимерные материалы различных классов. Несмотря на многообразие и различие в физико-химических свойствах, при использовании в зданиях данные материалы должны удовлетворять универсальным требованиям пожарной безопасности: обладать определенным уровнем термической стойкости, быть малотоксичными и иметь низкий коэффициент дымообразования. Эти требования необходимы для минимизации последствий пожара и снижения уровня его воздействия на население, что является актуальным вопросом обеспечения безопасности [1].

Методы испытаний на пожарную и токсическую безопасность в Российской Федерации и за рубежом описаны в нормативно-технических документах: [2–5].

Уровень термической стойкости полимеров может быть оценен согласно ГОСТ 55134-2012 (ИСО 11357-1:2009) «Пластмассы. Дифференциальная сканирующая калориметрия» (1 и 2 части), где подробно описан способ применения современного физико-химического метода анализа – дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК). Данный метод анализа популярен для оценки полимерных материалов. С его помощью, используя один прибор для небольших по массе исследуемых образцов, можно определить характер их поведения при термическом воздействии, аналогичном условиям пожара.

На основании Соглашения № 6 «О научно-техническом сотрудничестве» от 12.12.2016г. между ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России» и НПО «СТРИМ» были проведены испытания отде-

лочных материалов элементов защитных сооружений: водоэмульсионной краски и монтажной огнестойкой пены. Данные образцы, согласно описанию изготовителя, должны обладать пожарозащитными свойствами.

Материалы, предоставленные НПО «СТРИМ», испытывались с использованием термоанализатора NETZSCH STA 449F3F1044-M. Держатели образцов – цилиндрические корундовые тигли с крышечкой, атмосфера – воздух.

Масса навески водоэмульсионной краски составляла 18,1 мг, скорость нагрева 10 Кельвинов в минуту. Образец был нагрет до температуры 1000 °С. Кривые ТГ-ДСК представлены на рис.1.

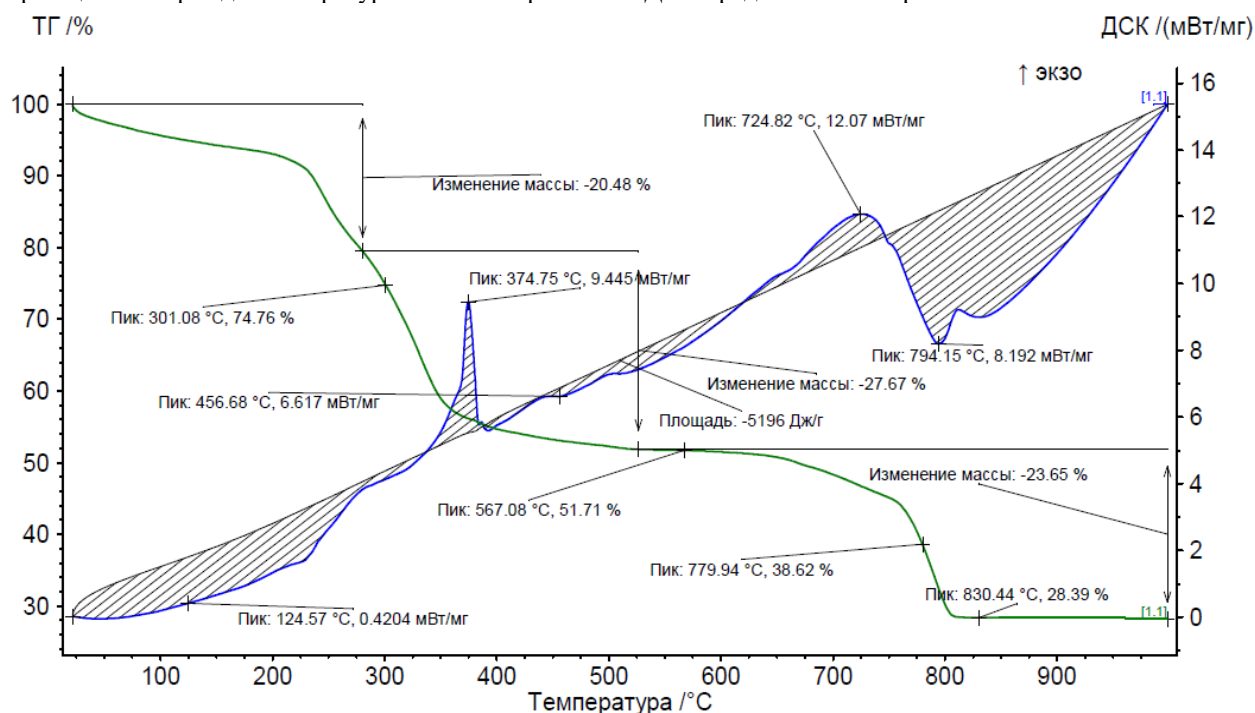


Рис. 1. Кривые ТГ-ДСК водоэмульсионной краски

Согласно полученным данным, убыль массы образца составила приблизительно 13 мг (71%).

На кривой уменьшения массы прослеживается три ступени.

Первая – от начальной температуры (22 °С) до приблизительно 275 °С, вероятно, связана с испарением водной части водоэмульсионной краски. Уменьшение массы составило 3,71 мг (20,5% масс.), данный процесс сопровождается эндотермическим эффектом, максимум которого приходится на 125 °С.

Вторая ступень связана с уменьшением массы на 5 мг (27,7% масс.) и сопровождается значительным экзотермическим эффектом максимум которого приходится на 375 °С. Таким образом, можно предположить, что в температурном интервале (275–568) °С происходит термоокислительное разложение образца и его самовоспламенение.

Третья ступень (568–830) °С связана с уменьшением массы приблизительно на 4,3 мг (23,7% масс.). Она сопровождается экзотермическим эффектом, максимум которого приходится на 725 °С и последующим эндотермическим эффектом, максимум которого приходится на 794 °С. Данные процессы, вероятно, связаны с разложением и последующим самовоспламенением термостойкой части органической составляющей водоэмульсионной краски с последующими процессами, связанными с поглощением тепла.

Зольный (негорючий) остаток составил приблизительно 5 мг.

Таким образом, исследованный образец проявляет достаточно высокую (ориентировочно до 300 °С) устойчивость к термическому воздействию, однако, его термоокислительное разложение сопровождается экзотермическим эффектом, что повышает выделение тепла при нагреве и воспламенении.

Образец монтажной пены массой 2,3 мг был нагрет до 600 °С, скорость нагрева составляла 10 Кельвинов в минуту. Кривые ТГ-ДТГ-ДСК представлены на рис.2.

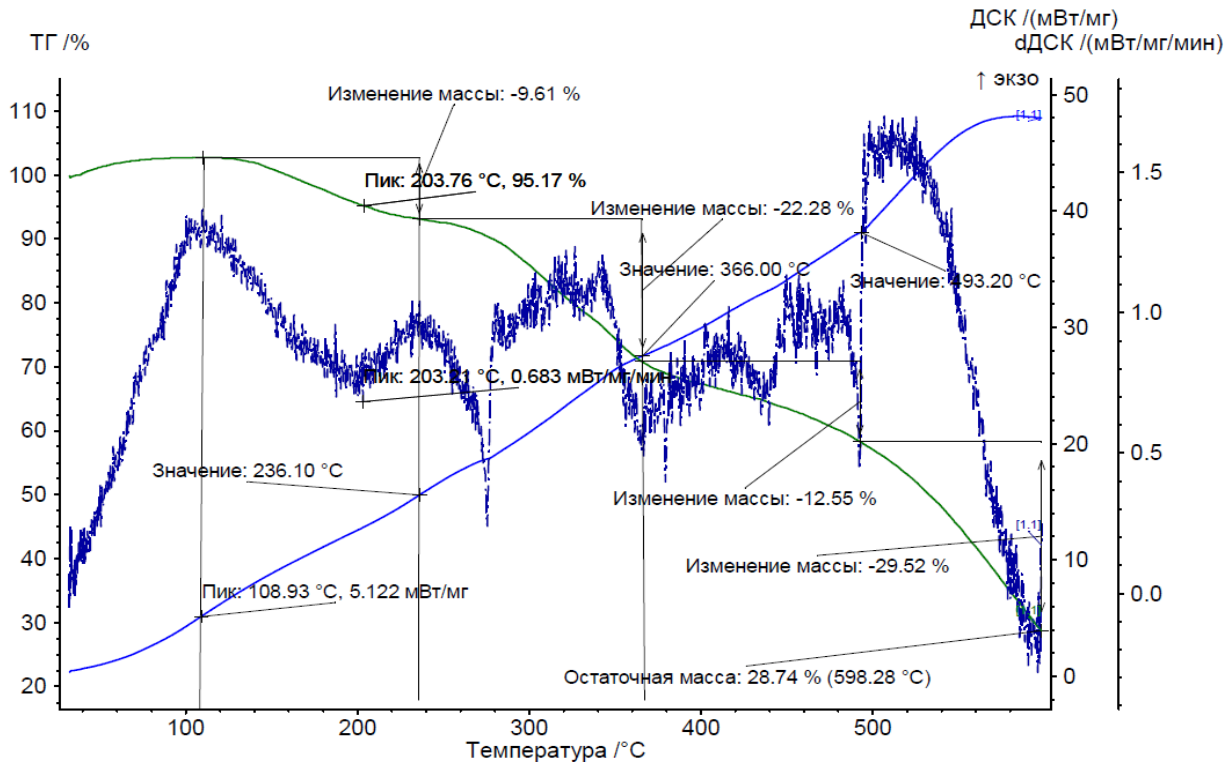


Рис. 2. Кривые ТГ-ДСК-ДТГ монтажной пены.

Исследованный образец не проявлял эндотермических и экзотермических эффектов при нагревании, сопровождающемся убылью массы в четыре ступени.

Первая ступень уменьшения массы, начало которой соответствовало температуре 100 °C, продолжалась до 203 °C и составило 0,22 мг (9,61 % масс.).

Вторая ступень соответствовала температурному диапазону (203 – 366) °C и сопровождалось уменьшением массы образца на 0,51 мг (22,3% масс.).

Третья ступень (366 – 492) °C соответствует уменьшению массы образца на 0,29 мг (12,55% масс.).

Четвертая ступень (492 – 600) °C соответствует уменьшению массы образца на 0,68 мг (29,5% масс.).

Остаточная масса негорючей части образца монтажной пены составила 0,59 мг (28% масс.).

Таким образом, исследованный образец монтажной пены не проявляет свойств, повышающих пожарную опасность при термическом воздействии, однако интенсивно уменьшает массу при повышенных температурах (общая потеря массы составила 72%). В виду этого его невозможно отнести к классу термически устойчивых соединений, повышающих безопасность конструктивных элементов зданий и сооружений.

Полученные результаты позволяют уточнить характеристики пожарной устойчивости материалов. В частности, невозможно однозначно отнести их к пожарозащитным и необходимо уточнять область их применения в гражданских зданиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ищенко А.Д. Проблематика сохранения работоспособности объекта энергетики во время пожара // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2016. №1. С. 72–78.
2. ГОСТ 30444-97, ГОСТ Р 51032-97 Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени. – Введ. 1997.01.01. - М.:, 1997. – 12с.
3. ГОСТ 30402-96 Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость. – Введ. 1996.07.01. – М.: Издательство стандартов. – 1996. – 33с.
4. ГОСТ 30244-94 Материалы строительные. Методы испытаний на негорючесть. – Введ. 1996. 01.01. – М.: Издательство стандартов. – 1994. – 19с.
5. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. – Введ. 1991-01-01– М.: Издательство стандартов. – 1991. – 100 с.

УДК 614.

М. О. Баканов, С. Н. Никишов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЕНОСТЕКЛА. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

В работе рассмотрены востребованные пористые строительные материалы, а также основные этапы технологии их производства. Отмечено преимущество блочного пеностекла, как пористого строительного материала по сравнению с другими и рассмотрены базовые технологии его получения. Подчеркнута необходимость разработки общего методологического подхода к исследованию и моделированию режимов высокотемпературной термической обработки сырьевой смеси для получения пеностекла.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы, пеностекло, сырьевая смесь, термическая обработка, теплоперенос.

M. O. Bakanov, S. N. Nikishov

FOAM GLASS PRODUCTION TECHNOLOGY. THEORETICAL BASIS

The work considers the demanded porous building materials, as well as the main stages of their production technology. The advantage of block foam glass as a porous building material in comparison with others is noted and the basic technologies for its production are considered. The need to develop a general methodological approach to the study and modeling of modes of high-temperature heat treatment of the raw material mixture for the production of foam glass is emphasized.

Key words: heat-insulating materials, foam glass, raw mix, heat treatment, heat transfer.

Широкое применение теплоизоляционных строительных материалов при возведении зданий и сооружений позволяет ощутимо снизить толщину и массу строительных конструкций (стен, кровли), уменьшить затраты на другие материалы и, соответственно, понизить общую стоимость конструкции, уменьшить расход топлива в эксплуатационный период и т.д. [2]. Специфическим признаком теплоизоляционных материалов является присущая им высокая пористость. Газовая фаза в порах характеризуется минимальными показателями теплопроводности по сравнению с окружающими ее конденсированными фазами (твердыми и жидкими). При размерах пор 0,1–2,0 мм теплопроводность воздуха в них составляет величину равную 0,023–0,030 Вт/(м·К). Пористость теплоизоляционных материалов может составлять до 90–98 %, а у очень тонкого стеклянного волокна – до 99,5 %. Вместе с тем, пористость таких материалов, как тяжелый бетон, составляет 9–15 %, гранит, мрамор –0,2–0,8 %, керамический кирпич – 25–35 %, сталь – 0 % и т.д. [1].

Принимая во внимание физические факторы, которые влияют на общую или эффективную теплопроводность в гетерогенных пористых телах, необходимо рассмотреть ключевые технологии получения представленных теплоизоляционных материалов: пористо-волоконистых (минеральная и стеклянная вата, древесноволокнистые материалы с применением асбеста и др.), пористо-зернистых (перлитовые, вермикулитовые, известково-кремнеземистые и др.); ячеистых (газобетоны, пенобетоны, пеностекло, пенопласты и др.). Разница между ними заключается как в составе и структуре готового изделия, так и в технологическом способе формирования пор [3].

Для формирования в материалах теплоизоляционных свойств, применяют следующие искусственные способы вспенивания:

- 1) Способ газообразования.
- 2) Способ порообразования.
- 3) Способ повышенного водозатворения.
- 4) Способ вспучивания.
- 5) Способ распушения.
- 6) Способ выгорающих органических веществ, которые вводятся в сырье как газообразующие добавки.

Как правило, процесс вспенивания сопровождается тепловыми процессами. И для ряда технологий производства является наиболее затратным.

При анализе теплофизических свойств пеностекла приходим к выводу, что оно является одним из наиболее эффективных теплоизоляционных материалов, которое удовлетворяет требованиям по энергоэффективности зданий и сооружений. Пеностекло – ячеистое стекло, обладающее совокупностью изоляционных и

эксплуатационных свойств (долговечность, инертность к воздействию внешней среды и вредителей, полная пожарная безопасность и пр.). Основным недостатком пеностекла является его сравнительно высокая цена, обусловленная использованием в качестве основного сырья дефицитного боя стекла, а также наличием энергоемкой стадии термической обработки сырьевой смеси [4].

Знание особенностей процессов нагрева, вспенивания и отжига пеностекляной шихты позволит регулировать качество материала, расход энергии и производственных площадей путем коррекции режимов термообработки и размеров технологического оборудования [5].

Приведем наиболее распространенные технологии получения пеностекла:

1. Порошковая технология. Смесь порошкообразного стекла совместно с газообразователем укладывают в жаропрочные металлические формы и подвергают термической обработке.

2. Холодная технология. Вспенивание измельченного стекла пенообразующими веществами на холоде с последующим фиксированием структуры спекания частиц стекла.

3. Насыщение расплава стекла под вакуумом.

4. Вспенивание размягченного стекла под вакуумом.

Наиболее рациональным и популярным способом производства пеностекла в блоках является порошковый способ. Порошковый способ дает возможность получать пеностекло с различной структурой и свойствами в зависимости от зернового состава порошков, вида и количества газообразователя, температуры и продолжительности процесса спекания [4].

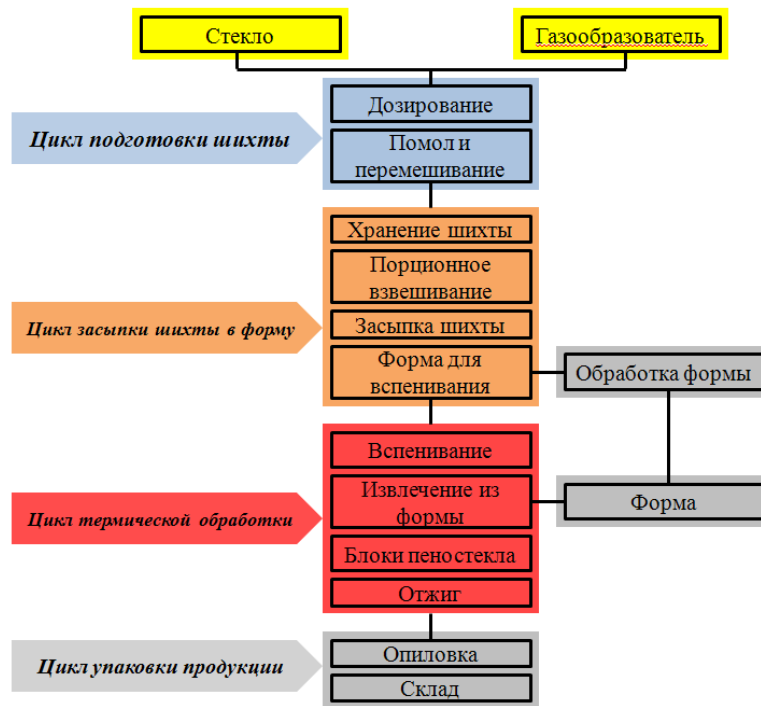


Рисунок. Схема производства пеностекла по двухстадийной порошковой технологии

По порошковой технологии пеностекло может быть произведено несколькими способами [6]:

1. Одностадийным;
2. Двухстадийным;
3. Способом непрерывного вспенивания ленты пеностекла;
4. Бесформовым;
5. Гидротермальным;
6. Способом получения гранулированного пеностекла.

Несмотря на кажущуюся простоту реализации, порошковая технология кроет в себе ряд недостатков. Основная причина, останавливающая производство пеностекла в России - несовершенство технологии, и в частности, высокая энергозатратность производства [7, 8].

Теоретической базой для выполнения исследований в данном направлении является теория тепломассопереноса и ее логическое выражение в форме системы дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих явления тепло-, массо- и баропереноса в твердых телах при различного рода граничных условиях, характеризующих перенос субстанции на границах тел с окружающей их газовой (жидкой) средой:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a_q \nabla^2 t + \varepsilon r \frac{c_m}{c_q} \frac{\partial \Theta}{\partial \tau} + \frac{c_p k}{c_q \gamma_0} \nabla P \nabla t; \quad (1)$$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial \tau} = a_m \nabla^2 \Theta + a_m \delta_T \nabla^2 t + a_m \delta_T \nabla^2 P; \quad (2)$$

$$\frac{\partial P}{\partial \tau} = a_p \nabla^2 P - \varepsilon \frac{c_m}{c_\theta} \frac{\partial \Theta}{\partial \tau}. \quad (3)$$

где t , θ , P – функции, определяющие значения потенциалов переноса (теплоты, массы, давления), в пространстве координат твердого тела в произвольные моменты времени; a_q , a_m , a_p – коэффициенты переноса, соответственно, температуро-, массо- и баропроводности; C_q , C_m – коэффициенты тепло- и массоемкости; r – скрытая теплота парообразования (теплота фазового перехода); ε – степень фазового перехода; δ_m – коэффициент термомодиффузии (термоградиентный коэффициент); C_p , C_θ – удельные теплоемкости; λ_q , λ_m – коэффициенты тепло- и массопроводности; q_q , q_m – плотности потоков теплоты и массы вещества, определяющие межфазный перенос между более плотной (твердой) и менее плотной (жидкой, газовой) фазами.

Наиболее важной, энергозатратной и малоизученной стадией производства пеностекла является стадия термическая обработка (ТО), включающая этапы подогрева пеностекляной шихты, вспенивания размягченной стекломассы и отжига пеностекла [9].

Для полного представления о полноте всего цикла ТО сырьевой смеси для получения пеностекла необходимо проанализировать физико-химические особенности явлений, свойственных отдельным фазам перехода сырьевой смеси от нагрева, вспенивания и отжига к готовому материалу (пеностеклу).

Стадия нагрева (вспенивания) сырьевой смеси для получения пеностекла. Сырьевая смесь в форме обладает малыми показателями теплопроводности, поэтому нагрев до температуры спекания продолжается относительно длительное время. Как только сырьевая смесь достигнет температуры около 600 °С, она начинает спекаться и уменьшаться в объеме. Вместе с тем в спекающейся массе образуются трещины. Усадка начинается в местах максимальных температур, т. е. по направлению от металлических граней формы [10]. Далее весь слой стекла в металлической форме растрескивается на куски неправильной формы и величины, которые после окончания спекания начинают самостоятельно спекаться. Чем более неравноценны по своей форме и величине эти куски, тем более неравномерно происходит образование ячеек пеностекла. Поскольку вспенивание наступает после полного спекания стекла, оказывается целесообразным поддерживать температуру спекания ниже температуры вспенивания до тех пор, пока вся масса в форме полностью не спечется. При стабилизации температуры в границах вспенивания стекломассы процесс поризации будет продолжаться. Частицы измельченного газообразователя реагируют со стеклом и выделяют газ, в результате чего происходит соединение отдельных ячеек друг с другом, что приводит к появлению ячеек больших размеров. На начальных стадиях вспенивания доминирует процесс взаимодействия ячеек друг с другом, после чего они начинают расширяться и формировать объем конечного материала. В конце процесса вспенивания выделение газовой фазы заканчивается по причине полного выгорания газообразователя и активизируется процесс взаимного соединения ячеек. На данном этапе необходимо учитывать факторы газовыделения, при которых в случаях превышения концентрации газообразователя в сырьевой шихте могут привести к образованию пор больших размеров, что ведет к понижению прочностных характеристик конечного материала.

Отжиг пеностекла. Несмотря на весьма незначительную толщину стенок отдельных ячеек, блок пеностекла следует рассматривать с технологической точки зрения в качестве компактного целого. Перепады температуры, появляющиеся при охлаждении между поверхностными и внутренними частями блока, вызывают появление напряжений того же вида, которые возникают в блоке из обычного стекла. Следовательно, между способом отжига пеностекла и массивного обычного стекла не существует принципиального различия, так как изменение температурного градиента при отжиге, а тем самым и распределение напряжений должно быть у блока пеностекла качественно таким же, как у аналогичного по размерам блока массивного стекла [11].

Как следует из основ кинетической теории стеклования, при достаточно длительной изотермической выдержке структура стекла может быть доведена до равновесного состояния при любой температуре. Однако чем ниже эта температура, тем больше для этого требуется времени. Процесс достижения структурного равновесия в изотермическом режиме, фиксируемый по приближению свойств стекла к их равновесным значениям, называется стабилизацией стекла.

Пусть стекло стабилизировано при некоторой температуре T_1 , затем его температура скачком была изменена до T_2 и после этого выдерживалась постоянной. Если температура изменялась достаточно быстро, то в начале выдержки его структура соответствует T_1 . В конце она, естественно, приходит в равновесие с температурой T_2 . Изменение структуры приводит к изменению свойств, которое и может быть зарегистрировано изме-

рительной аппаратурой. Здесь имеет место типичный релаксационный процесс (процесс асимптотического приближения к равновесному состоянию выведенной из равновесия системы).

Все это тем более актуально для пеностекла по причине низкой теплопроводности. К тому же в стеклянной матрице пеностекла могут возникать так называемые напряжения второго рода, связанные с появлением кристаллической фазы.

К напряжениям второго рода относятся такие напряжения, появление которых зависит от наличия процесса кристаллизации в стекле. Образовавшаяся в результате кристаллическая фаза имеет отличный от стекла коэффициент термического расширения. В силу этого будет иметь место разница между величинами сжатия кристалла и стеклянной матрицы, что приведет к возникновению напряжений на границе контакта.

Совместное влияние обоих видов напряжений и является причиной разрушения полученного блока. Мало того, при неправильном охлаждении пеностекла могут появиться так называемые остаточные напряжения, снижающие прочность готовой продукции и приводящие к последующему разрушению (возможно, через большой промежуток времени).

В качестве научной проблемы следует отметить противоречие, которое заключается, с одной стороны в перспективности теплоизоляционного пеностекла как строительного материала, и, с другой стороны его высокая стоимость, вследствие энергоемкого технологического процесса его получения. Существующие на сегодняшний момент возможные варианты решения представленной проблемы можно классифицировать на два типа [12]:

1. Разработка оптимального состава сырьевой смеси для получения пеностекла с использованием местного сырья (газообразователь и стеклобой);

2. Разработка математического аппарата способного учитывать весь спектр физико-химических особенностей процесса получения пеностекла.

Учитывая сложность механизмов, протекающих на всех этапах получения пеностекла, необходимо разработать научные основы моделирования процессов высокотемпературной ТО сырьевой смеси для получения пеностекла, как самую энергоемкую стадию технологического процесса. Это включает в себя разработку общего методологического подхода к исследованию и моделированию режимов высокотемпературной ТО сырьевой смеси для получения пеностекла, создание рациональных технологических подходов к процессу получения блочного пеностекла в рамках концепции его производства, определение и исследование закономерностей высокотемпературных режимов ТО такими моделями и прогнозирование конечных эксплуатационных свойств готового материала.

При этом в общую методологию моделирования могут быть адаптированы уже разработанные математические модели различных стадий ТО с учетом особенностей технологического цикла. Немаловажным так же является тот факт, что при моделировании необходимо учитывать не только динамику тепловых процессов при ТО, а также кинетику формирования пористой структуры материала на всех стадиях технологического цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольцман, Б. М. Исследование использования многослойных теплоизоляционных панелей в строительстве и анализ их энергоэффективности [Текст] / Б. М. Гольцман, Л. А. Яценко, Н. С. Карандашова // Проблемы и перспективы развития науки в России и мире: сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., г. Уфа, 01 дек. 2016 г.: В 7 ч. / НИЦ "АЭТЭРНА" – Уфа: АЭТЭРНА, 2016. – Ч. 5. – С. 45-47.
2. S.V. Fedosov, M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, Study and simulation of heat transfer processes during foam glass high temperature processing, *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. (2018) 14(3) 153–160.
3. S.V. Fedosov, M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, Modeling of Macro-Physical Parameters of Foam Glass under Exposure of Cyclic Thermal Effects, *Materials Science Forum Submitted*. (2019) Vol. 974, pp 464–470.
4. Подходы к моделированию процессов термической обработки пеностекляной шихты. Постановка задачи / С.В. Федосов [и др.] // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений: сб. науч. тр. Иваново: ИВГПУ, 2015. Вып. 1. С. 10–19.
5. Математическая модель динамики процесса порообразования при термической обработке пеностекляной шихты / С.В. Федосов [и др.] // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 2014. Т. 57. Вып. 3. С. 73–79.
6. Федосов С.В., Баканов М.О., Никишов С.Н. Вариативность подходов к математическому моделированию процессов термической обработки пеностекляной шихты // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 110–116.
7. S.V. Fedosov, M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, Kinetics of structural transformations at pores formation during high-temperature treatment of foam glass, *International Journal for Computational Civil and Structural Engineering*. (2018) 14(2) 158–168.

8. S.V. Fedosov, M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, Kinetics of Cellular Structure Formation at Thermal Treatment Processes Simulation in the Cellular Glass Technology, Materials Science Forum Submitted. (2018) Vol. 931, pp 628–633.

9. S.V. Fedosov, M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, Parametric optimization of the thermal processing of foam glass on basis of heat transfer models, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. (2020) Vol. 709, 044047.

10. Дёмин А.М. Математическое моделирование подогрева сырца в процессе производства пеностекла // Вестник гражданских инженеров. 2013. № 1 (36). С. 166–172.

11. Городов Р.В., Кузьмин А.В. Математические модели нагрева шихты в процессе производства пеностекла // Высокие технологии, фундаментальные исследования, образование: материалы докладов VII Международной науч.-практ. конф. С.-Пб., 2009. С. 321–322.

12. S. V. Fedosov, M. O. Bakanov, S. N. Nikishov An integrated model of the raw material mixture high temperature treatment process to produce foam glass. Problem statement // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering (2020). 032065 (doi:10.1088/1757-899X/913/3/032065).

УДК 614.

М. О. Баканов, С. Н. Никишов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЫРЬЕВОЙ СМЕСИ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПЕНОСТЕКЛА

В работе показаны результаты разработки математической модели позволяющей моделировать режимы высокотемпературной термической обработки сырьевой смеси для получения пеностекла.

Ключевые слова: пеностекло, сырьевая смесь, термическая обработка, теплоперенос.

М. О. Bakanov, S. N. Nikishov

DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL FOR HIGH-TEMPERATURE HEAT TREATMENT OF THE RAW MIXTURE IN THE TECHNOLOGY OF FOAM GLASS PRODUCTION

The paper shows the results of the development of a mathematical model that allows simulating the modes of high-temperature heat treatment of the raw mixture to obtain foam glass.

Key words: foam glass, raw mix, heat treatment, heat transfer.

Одним из интенсивно развивающихся направлений строительной отрасли является производство теплоизоляционных изделий из пеностекла, свойства которого существенно зависят от режима термообработки, в связи с этим исследования механизма теплопереноса в структуре пеностекла на стадии высокотемпературной термической обработки являются в настоящее время актуальными [5, 6].

Основной проблемой производства блочного пеностекла является отсутствие возможности регулировать качество готового материала без значительных изменений технологического оборудования [1, 3]. Для решения этой проблемы требуется разработка механизмов управления технологическими параметрами на основе подтвержденных исследователями математических моделей. Расчет рациональных параметров процесса высокотемпературной обработки пеностекла является многофакторной задачей, и одним из малоизученных аспектов этого процесса является учет динамики изменения профиля температуры и изменения радиуса пор в условиях воздействия высоких температур, а также фазовых превращений в сырьевой смеси для получения пеностекла [2, 4].

Возможные способы решения вышеуказанных проблем представлены в работах [7, 8, 9, 10]. Решение проблем строится на применении математического моделирования теплопереноса в сырьевой смеси, учитывающие особенности распределения температурных полей на участках контакта «металлическая форма – сырьевая смесь». Основу модели расчета температурных полей составили дифференциальные уравнения нестационарной теплопроводности параболического типа с начальными и граничными условиями.

В общем случае краевые задачи переноса теплоты и массы вещества могут быть представлены нелинейными неоднородными дифференциальными уравнениями параболического типа в частных производных. Для краевой задачи теплопроводности уравнение имеет следующий вид [11]:

$$\rho(u, t) \cdot c(u, t) \frac{\partial t(x, \tau)}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\lambda(u, t) \frac{\partial t(x, \tau)}{\partial x} \right]; \quad (1)$$

- начальное условие:

$$t(x, \tau)|_{\tau=0} = t_0(x); \quad (2)$$

- граничные условия, соответственно, первого и второго рода:

$$t(x, \tau)|_{x=0} = f_H(\tau); \quad (3)$$

$$\left. \frac{\partial t(x, \tau)}{\partial x} \right|_{x=\frac{L}{2}} = 0. \quad (4)$$

Начальное условие (2) показывает, что в момент времени, принимаемый за начало отсчета, в сырьевом материале имеется произвольное распределение температур по координате.

Граничное условие (3) показывает, что в зоне контакта стенок металлической формы для вспенивания, принимается равенство значений температуры формы и материала, от которой отсчитывается координата x .
Условие (4) показывает, что задача может рассматриваться как симметричная.

На первых этапах моделирования целесообразно задать граничные условия и решить плоскую задачу для одной из координат. На рисунке 1 представлена геометрическая модель используемая для постановки задачи.

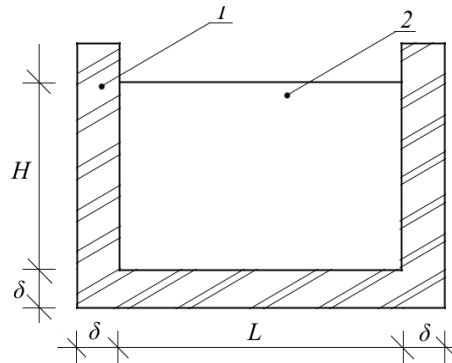


Рис. 1. Геометрическая модель используемая для постановки задачи: металлическая форма (1); сырьевая смесь (2).

Вводятся безразмерные переменные:

$$T(\bar{x}, Fo) = \frac{t(x, \tau) - t_0}{t_H - t_0}; \quad Fo = \frac{a\tau}{(L/2)^2}; \quad \bar{x} = \frac{x}{(L/2)}. \quad (5)$$

И тогда задача (1) – (4) принимает следующий вид:

$$\frac{\partial T(\bar{x}, Fo)}{\partial Fo} = \frac{\partial^2 T(\bar{x}, Fo)}{\partial \bar{x}^2}; \quad Fo > 0; \quad 0 \leq \bar{x} \leq 1; \quad (6)$$

$$T(\bar{x}, Fo) = \frac{t(x, \tau) - t_0}{t_H - t_0} = T_0(\bar{x}); \quad (7)$$

$$T(\bar{x}, Fo) \Big|_{\bar{x}=0} = \frac{t_n - t_0}{t_n - t_0} = 1; \quad (8)$$

$$\frac{\partial T(\bar{x}, Fo)}{\partial \bar{x}} \Big|_{\bar{x}=1} = 0. \quad (9)$$

Используя метод интегральных преобразований Лапласа, было получено окончательное решение краевой задачи теплопроводности:

$$T(\bar{x}, Fo) = 1 - \frac{4}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)} \sin \left[\frac{\pi}{2} (2n-1) \bar{x} \right] \cdot \exp \left[-\frac{\pi^2}{4} (2n-1)^2 Fo \right] + 2 \sum_{n=1}^{\infty} \sin \left[\frac{\pi}{2} (2n-1) \bar{x} \right] \cdot \int_0^1 T_0(\xi) \cdot \sin \left[\frac{\pi}{2} (2n-1) \xi \right] d\xi \cdot \exp \left[-\frac{\pi^2}{4} (2n-1)^2 Fo \right]. \quad (10)$$

Результаты расчетов по уравнению (10) приведены на рисунке 2. Для большей наглядности расчеты выполнялись для случая равномерного начального распределения температур в сырьевой смеси.

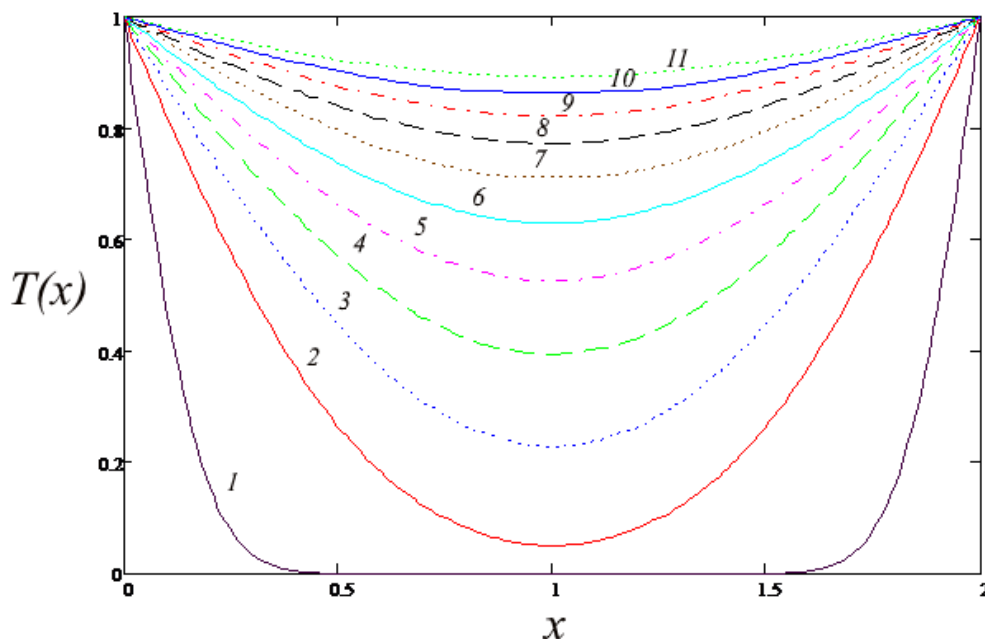


Рис. 2. Иллюстрация расчетов по выражению (10).
Fo: 1) 0,01; 2) 0,1; 3) 0,2; 4) 0,3; 5) 0,4;
6) 0,5; 7) 0,6; 8) 0,7; 9) 0,8; 10) 0,9; 11) 1

Кривые рисунка 2 иллюстрируют динамику полей безразмерных температур в сырьевой смеси. Преобразование уравнения (10) в размерный вид позволяет получить следующее уравнение:

$$t(x, \tau) = t_n - (t_n - t_0) \cdot \left(\frac{4}{\pi} \cdot \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)} \sin \left[\frac{\pi}{2} (2n-1) \cdot \bar{x} \right] \cdot \exp \left[-\frac{\pi^2}{4} (2n-1)^2 Fo \right] + \right.$$

$$+ 2 \sum_{n=1}^{\infty} \sin \left[\frac{\pi}{2} (2n-1) \cdot x \right] \cdot \int_0^1 T_0(\xi) \cdot \sin \left[\frac{\pi}{2} (2n-1) \cdot \xi \right] d\xi \cdot \exp \left[-\frac{\pi^2}{4} (2n-1)^2 Fo \right]. \quad (11)$$

В границах гипотезы, которая заключается в том, что показатели температуры сырьевой смеси для получения пеностекла неравномерно распределены по объему засыпки и направлены от поверхности засыпки к центру в сторону уменьшения, существует вероятность того, что распределение сферических пор в структуре материала может существенно изменяться, тем самым эксплуатационные свойства материала будут ухудшаться. Данные предположения обуславливают необходимость в прогнозировании динамики температуры в структуре материала. Моделирование распределения температурных полей на границах контакта металлической формы для вспенивания и сырьевой смеси для производства пеностекла позволяет спрогнозировать дальнейший ход изменения температуры в сырьевой смеси, что является ключевым фактором при формировании равномерно поризованного конечного продукта.

Дальнейшее развитие математической модели обусловлено введением параметров, позволяющих учитывать изменения физических параметров сырьевой смеси, таких как плотность и теплоемкость, в зависимости от температуры. А также проведение расчетов при циклически изменяющейся температуре нагрева, что позволит производить расчет времени, необходимого для выравнивания температуры в центре, относительного поверхности материала, и оптимизировать технологический процесс вспенивания сырьевой смеси, применяемой для изготовления пеностекла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. S. V. Fedosov, M. O. Bakanov, S. N. Nikishov An integrated model of the raw material mixture high temperature treatment process to produce foam glass. Problem statement // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering (2020). 032065 (doi:10.1088/1757-899X/913/3/032065).
2. S.V. Fedosov, M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, Kinetics of Cellular Structure Formation at Thermal Treatment Processes Simulation in the Cellular Glass Technology, Materials Science Forum Submitted. (2018) Vol. 931, pp 628–633.
3. S.V. Fedosov, M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, Kinetics of structural transformations at pores formation during high-temperature treatment of foam glass, International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. (2018) 14(2) 158–168.
4. S.V. Fedosov, M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, Modeling of Macro-Physical Parameters of Foam Glass under Exposure of Cyclic Thermal Effects, Materials Science Forum Submitted. (2019) Vol. 974, pp 464–470.
5. S.V. Fedosov, M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, Parametric optimization of the thermal processing of foam glass on basis of heat transfer models, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. (2020) Vol. 709, 044047.
6. S.V. Fedosov, M.O. Bakanov, S.N. Nikishov, Study and simulation of heat transfer processes during foam glass high temperature processing, International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. (2018) 14(3) 153–160.
7. Городов Р.В., Кузьмин А.В. Математические модели нагрева шихты в процессе производства пеностекла // Высокие технологии, фундаментальные исследования, образование: материалы докладов VII Международной науч.-практ. конф. С.-Пб., 2009. С. 321–322.
8. Дёмин А.М. Математическое моделирование подогрева сырца в процессе производства пеностекла // Вестник гражданских инженеров. 2013. № 1 (36). С. 166–172.
9. Математическая модель динамики процесса порообразования при термической обработке пеностекольной шихты / С.В. Федосов [и др.] // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. 2014. Т. 57. Вып. 3. С. 73–79.
10. Подходы к моделированию процессов термической обработки пеностекольной шихты. Постановка задачи / С.В. Федосов [и др.] // Теория и практика технических, организационно-технологических и экономических решений: сб. науч. тр. Иваново: ИВГПУ, 2015. Вып. 1. С. 10–19.
11. Федосов С.В., Баканов М.О., Никишов С.Н. Вариативность подходов к математическому моделированию процессов термической обработки пеностекольной шихты // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 110–116.

УДК 614.84

О. В. Беззапонная

ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

СТАБИЛЬНОСТЬ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СОСТАВОВ ИНТУМЕСЦЕНТНОГО ТИПА

В статье приведены результаты исследований методами термического анализа процесса естественного старения огнезащитных составов интумесцентного типа различной химической природы на протяжении трёх лет. Полученные результаты свидетельствуют о наличии признаков окислительной деструкции (старения) огнезащитных композиций.

Ключевые слова: огнезащитные составы, стабильность, термический метод анализа, термоокислительная деструкция.

O. V. Bezzaponnaya

STABILITY OF FIRE PROTECTION INTUMESCENT TYPE

The article presents the results of studies by methods of thermal analysis of the process of natural aging of intumescent fire retardants of various chemical nature over three years. The results obtained indicate the presence of signs of oxidative destruction (aging) of fire retardant compositions.

Key words: flame retardants, stability, thermal analysis method, thermal oxidative destruction.

Огнезащитные композиции интумесцентного (вспучивающегося) типа характеризуются высоким содержанием высокомолекулярных соединений, склонных к окислительно-деструктивным процессам (старению) при воздействии на них различных факторов (воздействия кислорода воздуха, перепадов температуры и влажности, ультрафиолетового излучения и др.). Проблема старения не менее актуальна и для огнезащитных составов (ОЗС). Старение полимеров, входящих в состав огнезащитной композиции, приводит к снижению, а со временем и к полной потере огнезащитной эффективности.

Действие различных факторов на ОЗС сводится к разрыву связей в цепи полимера. При этом концевые группы, узлы разветвления, кислородсодержащие группы и т. д., часто оказываются тем «слабым местом» полимера, где инициируется реакция деструкции или развитие кинетической цепи. Известно, что окислительная деструкция полимеров протекает по радикально-цепному механизму и приводит к образованию гидроперекисей, которые, в свою очередь, при распаде образуют свободные радикалы и процесс становится автокаталитическим [4]. Механизм протекания окислительно-деструктивных процессов в огнезащитных покрытиях (ОЗП) с течением времени при воздействии факторов среды был рассмотрен в работе [1].

Разработчики и производители огнезащитных материалов заявляют о возможности эксплуатации огнезащитных покрытий в течение 15÷20 лет, а некоторые даже о 40÷50 годах. На самом деле сроки эксплуатации огнезащитных композиций, особенно на водной основе, ограничиваются 3÷5 годами. Для обеспечения эффективности огнезащиты необходим постоянный контроль качества ОЗС инструментальными методами, в частности методами термического анализа. Оценить масштаб, протекающих в огнезащитных покрытиях окислительно-деструктивных процессов с течением времени, можно только в ходе испытаний, моделирующих искусственное или естественное старение [1]. Большое влияние на химизм и интенсивность старения ОЗС оказывает химический состав огнезащитных композиций, в частности химическая природа связующего. Очевидно, что процессы деструкции в ОЗС с различными связующими будут отличаться.

Для изучения процесса естественного старения ОЗС были проведены испытания покрытий на акриловой основе и на основе интеркалированного графита с временным интервалом (экспозицией) – 1, 2 и 3 года. За это время покрытия подвергались естественным перепадам температур (-20÷40 °С) и перепадам влажности (40÷80 %), что соответствует условиям в закрытом (не отапливаемом) помещении. Испытания проводились методом синхронного термического анализа (Nietzsch STA 449 F5 Jupiter®) со скоростью нагрева 20 °С/мин. Результаты испытаний огнезащитного покрытия на акриловой основе представлены на рис. 1, а покрытия на основе интеркалированного графита – на рис. 2.

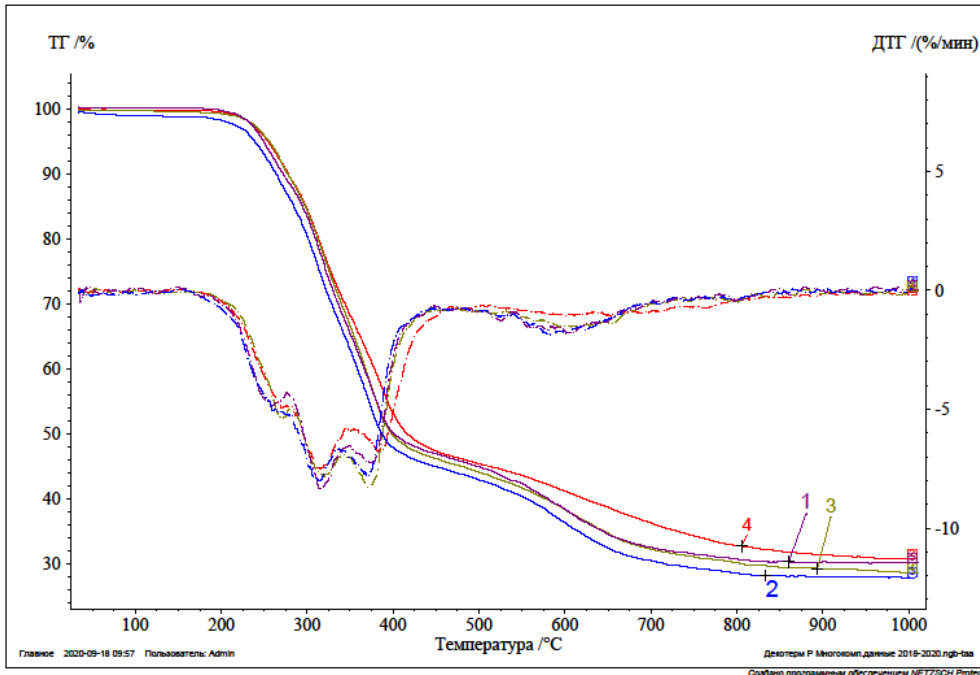


Рис. 1. Термограмма огнезащитного покрытия на акриловой основе:
1 – исходное ОЗП, 2, 3, 4 – ОЗП через 1 год, 2 года, 3 года, соответственно

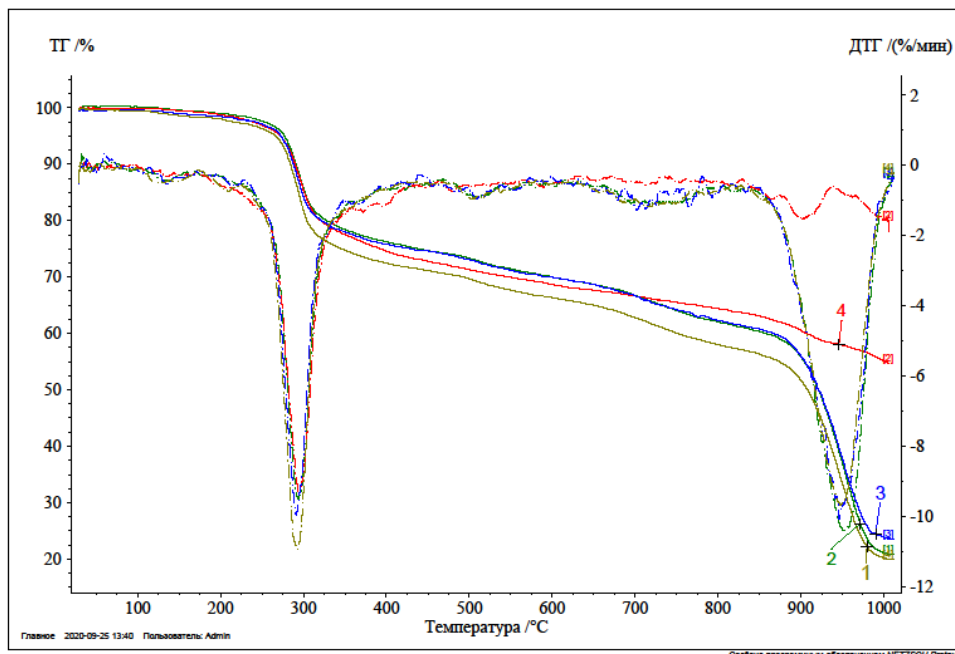


Рис. 2. Термограмма огнезащитного покрытия на основе интеркалированного графита:
1 – исходное ОЗП, 2, 3, 4 – ОЗП через 1 год, 2 года, 3 года, соответственно

Результаты обработки полученных термоаналитических кривых с помощью программного обеспечения NETSCH Proteus Thermal Analysis приведены в таблице.

Таблица. Термоаналитические характеристики исследуемых огнезащитных составов

Год испытаний	ОЗС на основе интеркалированного графита			ОЗС на акриловой основе			
	A_{\max} , %/мин 1 ДТГ пик	A_{\max} , %/мин 2 ДТГ пик	ZO^{1000} , °С	A_{\max} , %/мин 1 ДТГ пика	A_{\max} , %/мин 2 ДТГ пика	A_{\max} , %/мин 3 ДТГ пика	ZO^{1000} , °С
Исходное ОЗП	11,0	9,7	20,2	8,4	7,2	1,8	30,3
1 год	9,5	10,4	21,2	8,0	7,8	1,8	28,0
2 года	9,9	10,1	23,9	7,8	8,3	1,6	29,2
3 года	9,4	1,5	55,1	7,3	6,8	1,1	31,3

где A_{\max} , %/мин – максимальная скорость потери массы ОЗП;
 ZO^{1000} , % – зольный остаток при температуре 1000 °С.

Для ОЗС на основе интеркалированного графита первый пик на кривой дифференциальной термогравиметрии (1 ДТГ пик) в интервале температур 100÷400 °С характеризует интенсивность потери массы за счёт процесса интумесценции (вспучивания), а второй пик (2 ДТГ пик) при температурах выше 700 С характеризует интенсивность потери массы при термоокислительной деструкции (горении) пенококка. Для ОЗС на акриловой основе первый и второй пики на кривой дифференциальной термогравиметрии (1 ДТГ пик, 2 ДТГ пик,) характеризуют интенсивность потери массы за счёт процесса интумесценции (вспучивания), а третий пик (3 ДТГ пик) при температурах выше 700 С характеризует интенсивность потери массы при термоокислительной деструкции (горении) пенококка.

Анализ результатов интенсивности потери массы ОЗП в течение трёх лет свидетельствуют о преимущественном снижении интенсивности процесса интумесценции (терморасширения) и снижении интенсивности потери массы за счёт выгорания пенококка у обоих исследуемых ОЗП, особенно по истечении трёх лет у ОЗП на основе интеркалированного графита. Снижение интенсивности потери массы за счёт интумесценции, по мере увеличения времени эксплуатации покрытия, можно объяснить выделением легколетучих газообразных веществ в результате протекания окислительно-деструктивных процессов, что в итоге и приводит к падению интенсивности интумесценции (вспучивания). Снижение интенсивности потери массы за счёт выгорания пенококка приводит к повышению величины зольного остатка. Объяснением этих фактов, вероятнее всего, являются процессы структурирования полимерного материала с течением времени.

Можно также отметить небольшую миграцию ДТГ пиков, свидетельствующую о нестабильности исследуемых огнезащитных композиций.

Таким образом, результаты термического анализа ОЗП различной химической природы на протяжении трёх лет после нахождения покрытий в условиях не отапливаемого помещения, свидетельствуют о наличии признаков деструкции (старения) исследуемых огнезащитных композиций: снижается интенсивность интумесценции ОЗП, повышается зольный остаток, наблюдается миграция ДТГ пиков. Изменение термоаналитических характеристик с течением времени приводит к тому, что исследуемое ОЗП спустя 3 года эксплуатации становится не идентичным ОЗП после нанесения (исходному ОЗП). Вопросам идентификации ОЗС посвящено несколько работ автора статьи [2-3]. Постепенная термоокислительная деструкция ОЗП, в свою очередь, приводит к снижению их огнезащитной эффективности.

Исследование процесса естественного старения терморасширяющихся огнезащитных покрытий на основе интеркалированного графита и на акриловой основе показали наличие признаков нестабильности термоаналитических характеристик огнезащитного материала с течением времени. Установлено снижение интенсивности интумесценции ОЗП, повышение величины зольного остатка, миграция ДТГ пиков. Полученные результаты свидетельствуют о наличии признаков деструкции (старения) огнезащитных композиций.

Для объективной оценки кинетики протекания процессов термоокислительной деструкции ОЗП необходимы результаты исследований за более продолжительный промежуток времени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беззапонная О.В. Исследование окислительно-деструктивных процессов, протекающих в огнезащитных составах интумесцентного типа с течением времени, методом термического анализа // Техносферная безопасность. 2018. №3 (20). С. 66-71.
2. Беззапонная О.В., Головина Е.В., Акулов А.Ю. Идентификационный контроль огнезащитных составов интумесцентного типа методами термического анализа // Техносферная безопасность. 2019. №1(22). С. 52-57.

3. *Беззапонная О.В.* Идентификация огнезащитных составов методами термического анализа // Промышленные покрытия №1 2020. С 26-31.
4. *Нейман М.Б.* Старение и стабилизация полимеров – Москва, Наука, 1964. – 332 с.

УДК 691.17

О. И. Белобородова, С. С. Ившин, К. В. Микрюков, Р. Р. Гисмятов

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

ПОВЫШЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКОСТИ БАЗАЛЬТОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРЫ

Исследовано влияние различных факторов на термостойкость и физико-механические показатели пластикой арматуры: природы связующего и отвердителя, природы термостойких наполнителей, способа отверждения связующего. Даны рекомендации по направлению дальнейших исследований.

Ключевые слова: пластиковая арматура, базальтовый ровинг, эпоксидная смола, термостойкость, убыль массы, оксид магния.

O. I. Beloborodova, S. S. Ivshin, K. V. Mikrukov, R. R. Gismyatov

INCREASING THE THERMAL RESISTANCE OF BASALTOPLASTIC FITTINGS

The influence of various factors on the heat resistance and physical and mechanical properties of the reinforcement plastic was investigated: the nature of the binder and hardener, the nature of heat-resistant fillers, the method of curing the binder. Recommendations for the direction of further research are given.

Key words: plastic reinforcement, basalt roving, epoxy resin, heat resistance, weight loss, magnesium oxide.

С каждым годом численность населения лишь увеличивается, в связи с чем появляется потребность в строительстве различных зданий, сооружений гражданского, промышленного, сельскохозяйственного и иного назначения. И главным конструкционным материалом XXI века во всем мире и, возможно, 3-го тысячелетия был и будет бетон. Однако он имеет ряд недостатков: низкая прочность при растяжении, хрупкость и низкая стойкость к кислым средам. Поэтому его армируют стальной арматурой, воспринимающей растягивающие напряжения, а он, будучи щелочной средой ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{pH}=12-13$), защищает её от коррозии.

Но прогресс не стоит на месте, и на смену «классической» стальной арматуре приходит пластиковая арматура. Основными достоинствами пластиковой арматуры являются высокая прочность на разрыв (примерно в три раза превышающая прочность аналогичной стальной), низкая плотность (1900 кг/м^3), низкая теплопроводность, высокая коррозионная стойкость во всех агрессивных средах, диэлектрические свойства, и, кроме того, стоимость 1 пог.м на 15-30 % ниже стоимости равнопрочного стержня из стали [1].

Пластиковая арматура представляет собой композиционный материал, состоящий из однонаправленно-ориентированных волокон, плотно упакованных и связанных в монолит полимерной матрицей (в основном, эпоксидными связующими), образуя стержень, напоминающий своим профилем стальную арматуру. Получают арматуру методом пултрузии. В качестве армирующего наполнителя используются минеральные волокна в виде ровинга: стеклянные и базальтовые. К отличительным особенностям базальтовых волокон стоит отнести их более высокую химическую и термостойкость [2].

Пластиковой арматурой в настоящее время нельзя повсеместно заменить стальную арматуру в железобетонных конструкциях. Она эффективна только при создании конструкций, в которых используются специфические свойства этой арматуры, выгодно отличающие ее от стальной. К таким свойствам относятся высокая коррозионная стойкость, электроизолирующая способность, низкая теплопроводность, а также немагнитность, радиопрозрачность и в определенной степени низкий модуль упругости. Поэтому к первоочередным областям использования пластиковой арматуры, в которых можно получить существенный технико-экономический эффект, следует отнести создание долговечных коррозионностойких конструкций из специальных бетонов, предназначенных для эксплуатации при воздействии агрессивных сред, наложенного электрического поля, и несущих электроизолирующих конструкций. Кроме того, стеклопластиковая арматура может быть использована для армирования деревянных клееных конструкций, а также для строительства специальных зданий и сооружений [3].

В процессе изготовления и эксплуатации бетонные конструкции с пластиковой арматурой могут находиться в различных температурных условиях. Конструкции могут эксплуатироваться при отрицательных и положительных температурах. В условиях пожара конструкции испытывают одновременное воздействие высоких температур и огня. В связи с этим для обеспечения надежности конструкций необходимо знать способность арматуры противостоять нагреву и охлаждению.

Исследования проводились по стандартным методикам испытаний прочности на разрыв, горючести [4].

В качестве связующего для пластиковой арматуры использовали эпоксидную смолу ЭД-20, а также смесь эпоксидной и фенолформальдегидной смол. Для отверждения эпоксидной смолы выбрали доступные:

- а) аминный отвердитель холодного отверждения полиэтиленполиамин (ПЭПА);
- б) отвердитель горячего отверждения малеиновый ангидрид.

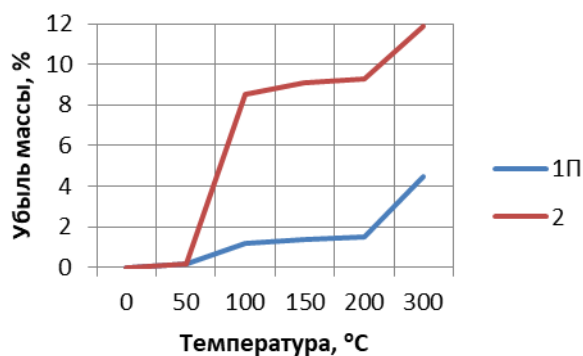
Для повышения огнестойкости пластиковой арматуры исследовано влияние добавок тугоплавких порошкообразных компонентов (MgO и Al_2O_3).

Также было исследовано влияние СВЧ-излучения как ускорителя процесса отверждения и возможного модификатора эпоксидного связующего, согласно работам ученых Саратова и Санкт-Петербурга [5, 6].

Исследования показали, что природа отверждающего агента не влияет на горючие свойства целевого изделия – все образцы оказались горючими. При этом пик интенсивного разложения для образцов на отвердителе горячего отверждения повышается до области 250-300 °С по сравнению с образцами холодного отверждения (резкая убыль массы в диапазоне 100-150°С).

Испытания образцов на прочность на разрыв показали, что использование малеинового ангидрида повышает максимальную растягивающую нагрузку, выдерживаемую образцами в течение более длительного времени, однако удельные значения максимального напряжения находятся на уровне образцов на полиэтиленполиамине.

Из результатов исследования влияния природы связующего (рисунок 1) видно, что при нагреве динамика образцов одинакова. Однако, при нагреве образцов изготовленных на основе смеси смол до температур 50-100°С происходит резкая убыль массы, что возможно при удалении под действием температуры остатков растворителей (в составе связующего их 47,75%). Несмотря на это, испытания в огневой трубе показали, что образцы изготовленных на основе смеси смол являются трудногорючими. После удаления источника зажигания самостоятельное горение продолжалось в течение 40с.



Шифр образца	Состав связующего	Содержание, %
1П	ЭД-20	90
	ПЭПА	10
2	ЭД-20	22,69
	ФФС резольная	29,48
	Дициандиамида	0,08
	Ацетон	3,54
	Спирт этиловый	44,21

Рис. 1. Влияние природы смолы на убыль массы базальтопластиковых образцов

Наилучшими прочностными характеристиками обладает образец 1П (в 1,4 раза выше, чем у образца 2), благодаря своей более жесткой структуре. Однако испытания образцов после термообработки показали, что образцы с использованием связующего на основе смеси смол имеют несколько более высокие физико-механические показатели благодаря тому, что связующий состав тонким плотным слоем обволакивает каждую нить армирующего ровинга, и при термическом воздействии большая часть тепловой энергии поглощается наполнителем, обладающим низкой теплопроводностью (0,45 Вт/м*К). Кроме того, меньшая жесткость ($E=8983,09$ Н/мм² и $4155,94$ Н/мм² после термического воздействия) и как следствие хрупкость, позволяют сохранить большую прочность после воздействия высоких температур, что положительно скажется на безопасности будущих несущих конструкций.

Влияние термостойких порошкообразных наполнителей (рисунок 2) - оксида магния MgO (2 М) и оксида алюминия Al_2O_3 (2А) оценивали введением в исходный состав (2) в количестве 10% св.100%.

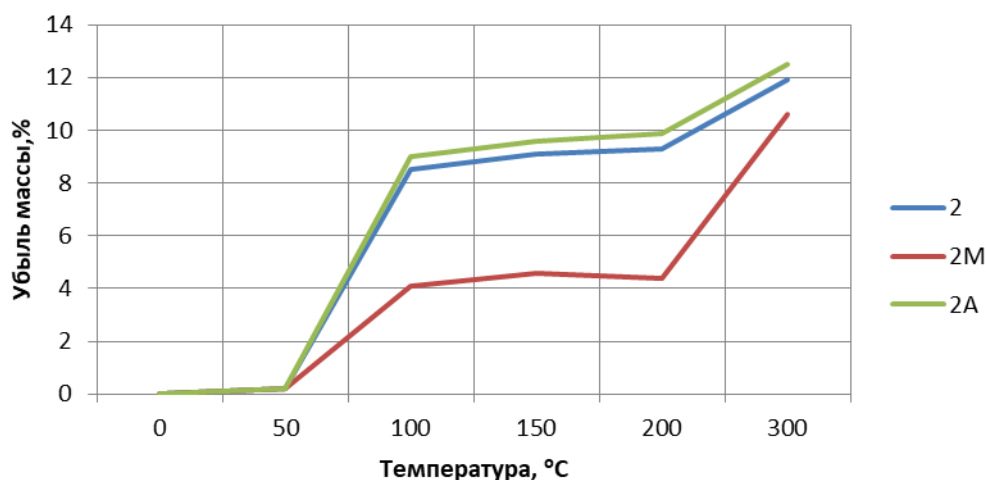


Рис. 2. Влияние введения оксидов магния и алюминия на убыль массы образцов

Введение в состав тугоплавкого наполнителя оксида магния, позволило в два раза уменьшить убыль массы при термическом воздействии при нагреве до 250 °С. Убыль массы образцов, наполненных оксидом алюминия, приближается к значениям исходного образца. При этом все образцы, наполненные порошками, в ходе испытаний оказались горючими. Введение в состав связующего оксида магния существенно повышает максимально воспринимаемое напряжение и модуль упругости (в 1,23 раза и остается в 3,59 раза выше после воздействия высоких температур) за счет дисперсного упрочнения структуры изделия. Введение оксида алюминия отрицательно сказалось на прочностных характеристиках образцов (снижение в 2,1 раза). В данном случае частицы оксида алюминия выступили в качестве центров деструкции.

Исследование влияния СВЧ-излучения показало, что облучение образцов позволило не только ускорить отверждение образцов, но и снизить убыль массы (рисунок 3) примерно в 1,5 раза.

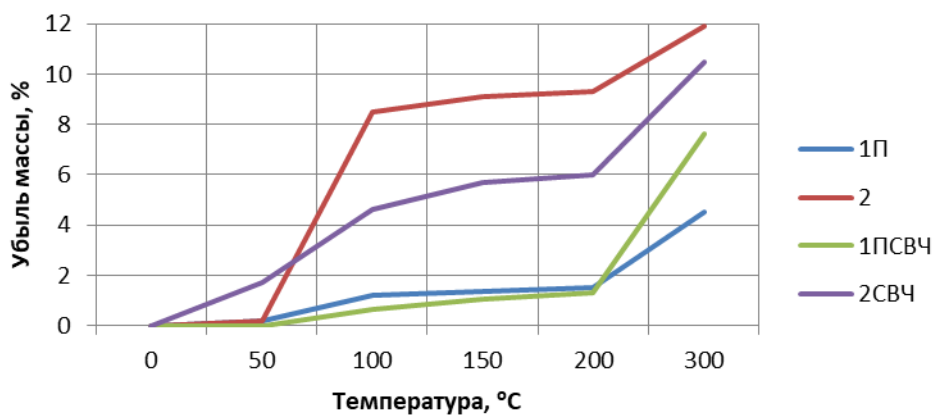


Рис. 3. Влияние СВЧ-излучения на убыль массы образцов

При этом ускоренное отверждение практически не влияет на физико-механические характеристики образцов в случае связующего на основе смеси смол и в то же время в два раза снижает их при использовании эпоксидной смолы. Однако после термообработки, в результате снятия остаточных напряжений в материале после ускоренного процесса отверждения (структурообразования), происходит усиление физико-механических характеристик образцов.

Таким образом, для дальнейших исследований предложена следующая рецептура связующего, %:

ЭД-20	22,69
ФФС резольная	29,48
Дициандиаמיד	0,08
Ацетон	3,54
Спирт этиловый	44,21

Для данной композиции планируется оптимизация содержания компонентов; более глубокая проработка исследований, связанных с введением термостойких добавок и влияния СВЧ-излучения; исследование характеристик образцов в щелочной среде, близкой к рН бетона; исследование адгезии арматуры на основе предлагаемого связующего к бетону.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Композиционные материалы: справочник / В.В. Васильев. – М.: Машиностроение, 1990. – 510 с.
2. ТУ В.2.7-25.2-34323267-001:2009. Арматура неметаллическая композитная базальтовая периодического профиля. – Введ. 01.07.09. – М.: Изд-во стандартов, 2009. – 13 с.
3. Технология производства композитных изделий / В. И. Халиулин, И. И. Шапаев. - Казань: КГТУ им. Туполева, 2003. – 327с.
4. Основы производства изделий из стеклопластика / Н.Е. Тимофеев, И.А. Абдуллин, О.И. Белоборова, Г.Г. Богатеев. - Казань: КГТУ, 2006. - 109с.
5. Технология полимерных материалов / А. Ф. Николаев, В. К. Крыжановский, В. В. Бурлов [и др.] под ред. В. К. Крыжановского. — СПб.: Профессия, 2008. — 544 с.
6. *Фролов Н. П.* Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции / Н. П. Фролов. - М.: Стройиздат, 1980. - 104 с.

УДК 666.193.2;536.212.3

Г. Г. Богатеев, А. А. Ившина, С. С. Ившин, Ю. И. Федоров

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ОГНЕЗАЩИТНЫЕ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Проведена расчетная оценка эффективности применения теплозащитных материалов различной природы. В результате проведенных вычислений выбрана основа и предложена конструкция теплозащитного материала (ТЗМ). Проведена практическая оценка рецептурно-технологических факторов на деформационные и теплофизические характеристики предлагаемой композиционной сэндвич-панели.

Ключевые слова: теплозащитный материал, базальтовая вата, сэндвич-панель, жидкое натриевое стекло, деформация, теплопроводность

G. G. Bogateev, A. A. Ivshina, S. S. Ivshin, Yu. I. Fedorov

MULTI-PURPOSE COMPOSITE FIRE-PROOF SANDWICH PANELS

A calculated assessment of the effectiveness of the use of heat-shielding materials of various nature is carried out. As a result of the calculations, the basis was selected and the design of the heat-shielding material was proposed. A practical assessment of the recipe-technological factors for the deformation and thermophysical characteristics of the proposed composite sandwich panel has been carried out.

Key words: heat-shielding material, basalt wool, sandwich panel, liquid sodium glass, deformation, thermal conductivity

Одним из основных элементов металлических конструкций различного назначения (строительные конструкции, двигательные установки, контейнеры для перевозки легковоспламеняющихся веществ и т.п.) является наличие теплозащитного материала, обеспечивающего защиту объекта от воздействия опасных факторов пожара. К данному материалу предъявляются следующие требования:

- быть трудногораемым;
- обладать низкой теплопроводностью и гарантировать защиту изделия при воздействии на поверхность открытого огня в течении 15 минут температурой 600°C;
- стойким к воздействию внешней окружающей среды;
- не должен содержать компоненты, поражающиеся биологическими вредителями;
- сохранение характеристик при деформации.

Для выбора эффективного теплозащитного материала удовлетворяющего данным требованиям необходимо решить тепловую задачу о прогреве двух- или многослойной стенки заданным тепловым потоком переменным или постоянным во времени, в течение заданного периода времени, что возможно осуществить с использованием современных численных методов проектирования и оценки поведения материала в заданных условиях.

На рисунке 1 показан пример расчета распределения температурных полей теплозащитного материала сложной геометрии методом КЭ.

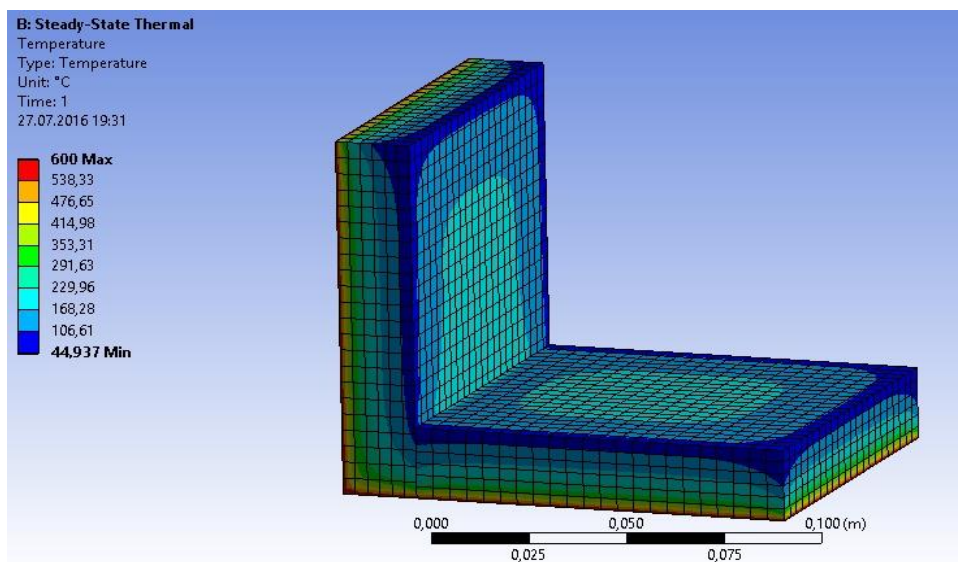


Рис.1. Пример расчета распределения температурных полей

Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты расчета поведения теплозащитных материалов в условиях эксплуатации

Материал	Температура внутренней поверхности ТЗМ при толщине 1 см, °C
Стекломат	162
Базальтовая вата	107
Пенополистирол	138,19
Пенополиуретан	82,86

Из представленных результатов видно, что наилучшими теплозащитными характеристиками обладает пенополиуретан, однако в виду его природы при взаимодействии с раскаленными металлическими поверхностями корпусов защищаемых объектов возникает риск его самовоспламенения ($T=600^{\circ}\text{C}$).

Таким образом, в качестве основы теплозащитного материала была выбрана базальтовая вата.

Поскольку теплозащитные свойства зависят от толщины защитного покрытия, на основании полученных данных проведен параметрический анализ ТЗМ от его толщины (рисунок 2).

Повышение толщины покрытия приводит к снижению температуры поверхности защищаемого объекта.

Из графика видно, что повышение толщины покрытия свыше 28-30 мм не целесообразно, поскольку не приводит к существенным усилениям теплозащитных свойств.

В виду особенностей предлагаемого теплозащитного материала предложено создание теплозащитного пакета, путем покрытия поверхности материала стеклотканью марки Т-14. В качестве связующего предложено использовать жидкое натриевое стекло.

Проведены испытания образцов материала, пропитанных связующим с различной плотностью (1150 – 1450 kg/m^3). Степень пропитки в опытах составляла 71,70%. Давление нагружения при формировании сэндвич панели было одинаковым – 1,96 Па. Толщина образцов составляла ≈ 150 мм.

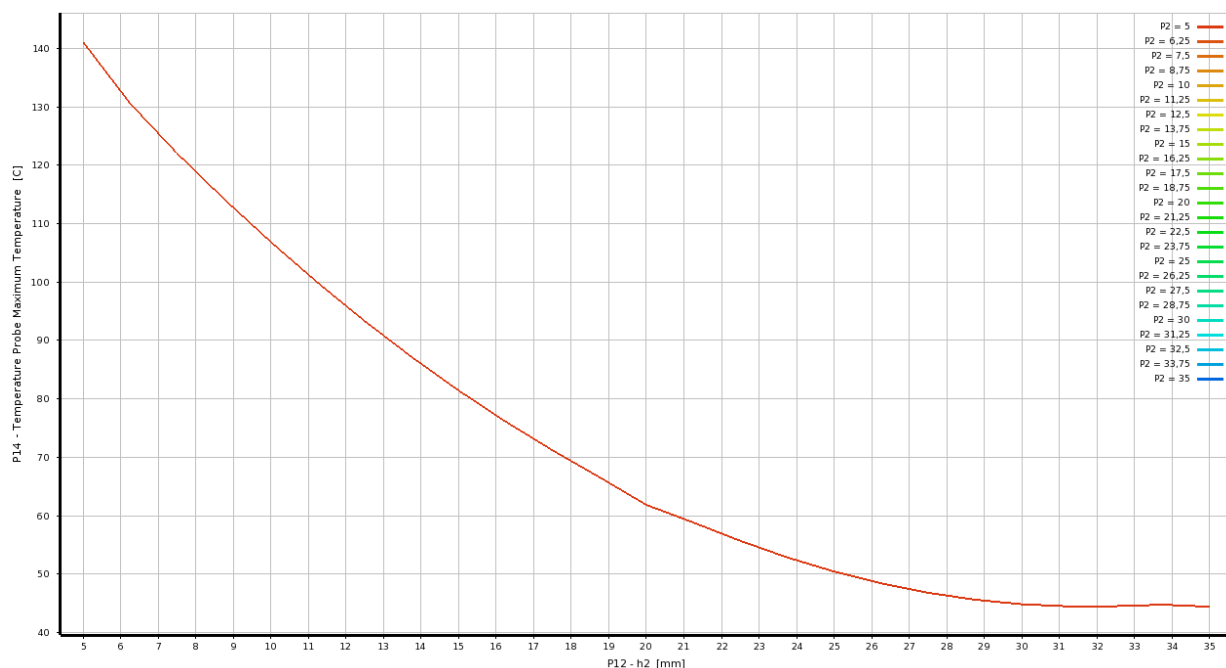


Рис. 2. Зависимость температуры внутренней поверхности ТЗМ от толщины

Результаты исследований влияния плотности пропиточного состава на деформационные характеристики показали (рисунок 3), что увеличение плотности пропитывающего состава при постоянной нагрузке приводит к снижению деформационных изменений материала на 23% (с 88 до 65%) что составляет ~ 10 мм в абсолютной величине (с 22 до 11 мм).

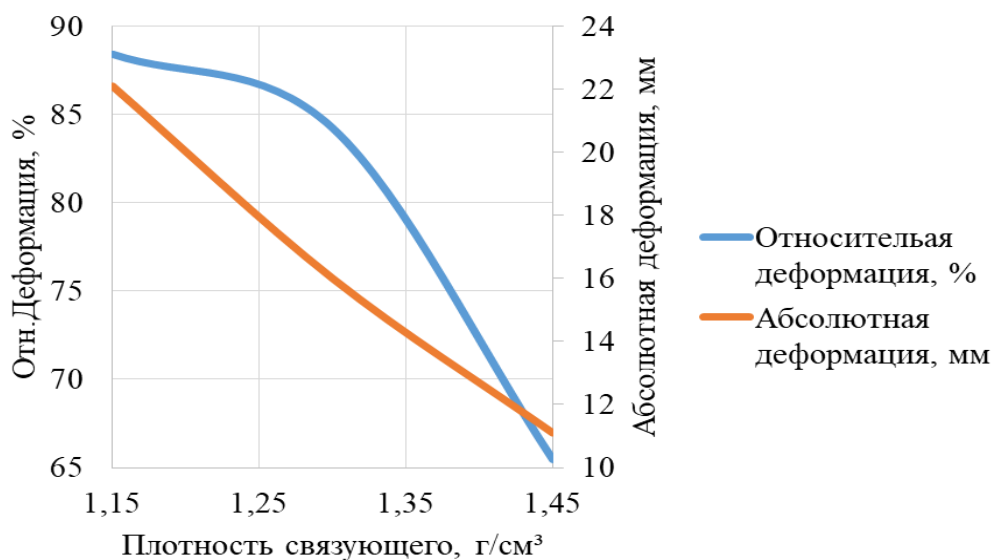


Рис. 3. Деформация при постоянной нагрузке

Проведена оценка нагружения на деформационные изменения (рисунок 4).

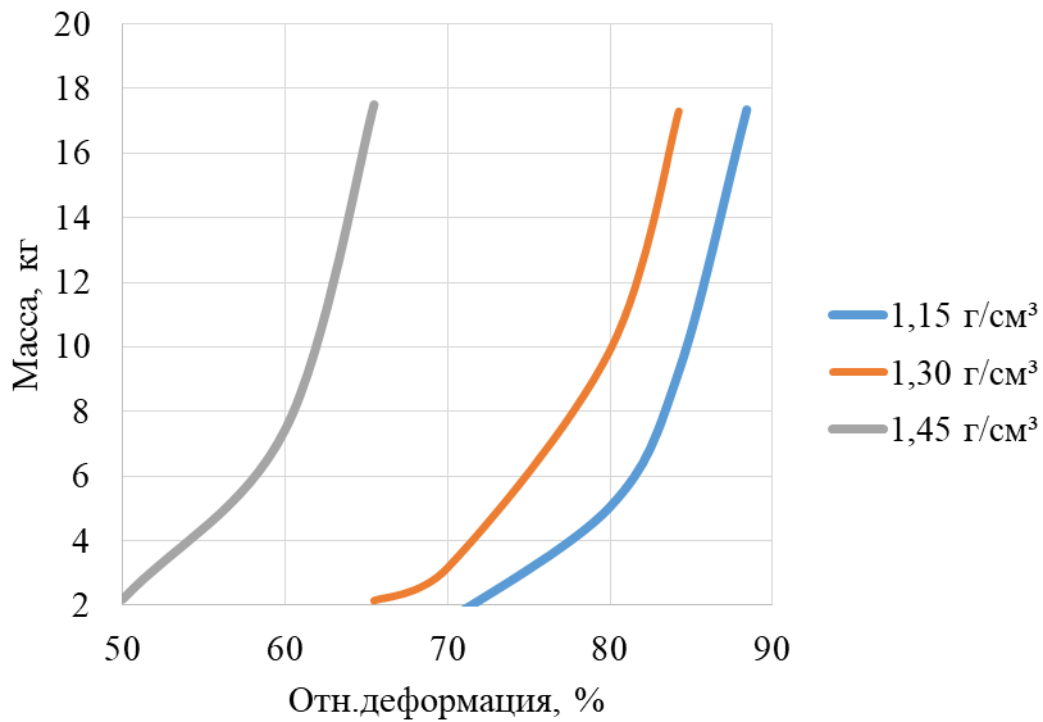


Рис. 4. Деформация при переменной нагрузке

Выявлено что максимально зафиксированная деформация соответствует давлению объекта массой 18 кг и плотности пропиточного состава $1,15 \text{ г/см}^3$.

Подобное поведение материала обусловлено тем, что с увеличением плотности пропитывающего состава повышается его уплотняемость в ходе формования (рисунок 5).

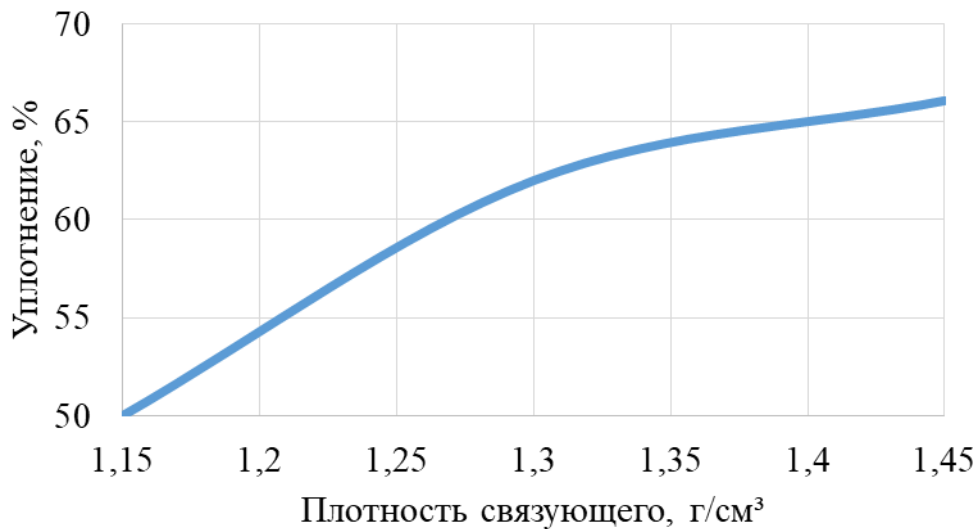


Рис. 5. Влияние плотности связующего на уплотнение образцов

Проведены исследования теплопроводности данных образцов (рисунок 6). Анализ перепада (градиента) температур показал, что материал пропитанный составом плотностью 1150 кг/м^3 обладает лучшими теплоизолирующими свойствами: температурный градиент выше в 1,4 раза ($\sim 280^\circ\text{C}$).

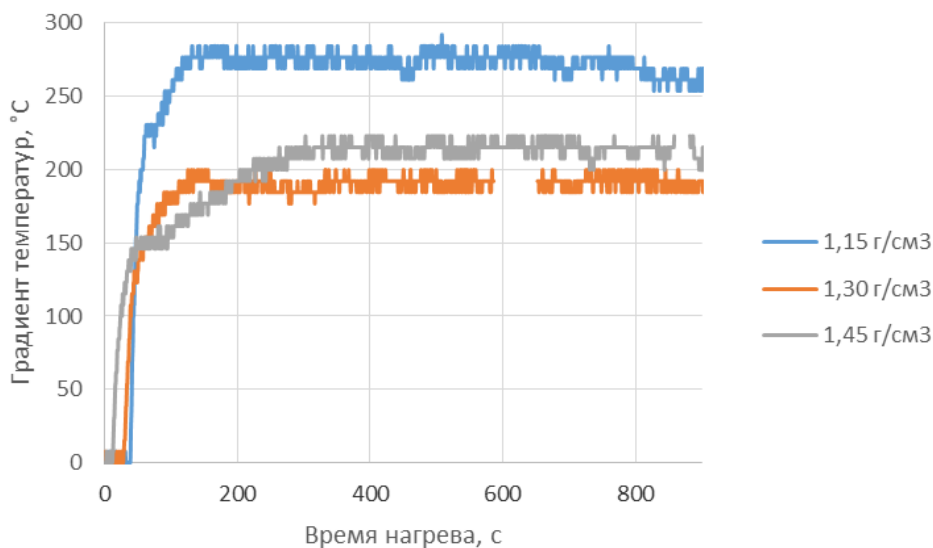


Рис. 6. Влияние плотности связующего на теплофизические характеристики образцов

Проведены исследования влияния толщины материала на характеристики при различном нагружении. Для этого изготовлены образцы высотой 150 и 75 мм и были подвергнуты различной нагрузке в процессе формования. Плотность пропиточного состава составила 1150 кг/м³.

В результате были получены образцы толщиной 29,7; 36,3; 37,1; 46,14 мм с уплотнением 60,4; 51,6; 75,3 и 69,2% соответственно.

Анализ кривых показывает (рисунок 7), что увеличение толщины образцов с 29,7 до 36,3 мм (исходная толщина 75 мм) и с 37,1 до 46,14 мм (исходная толщина 150 мм) приводит к снижению теплопроводности в 1,18 и 1,1 раз соответственно.

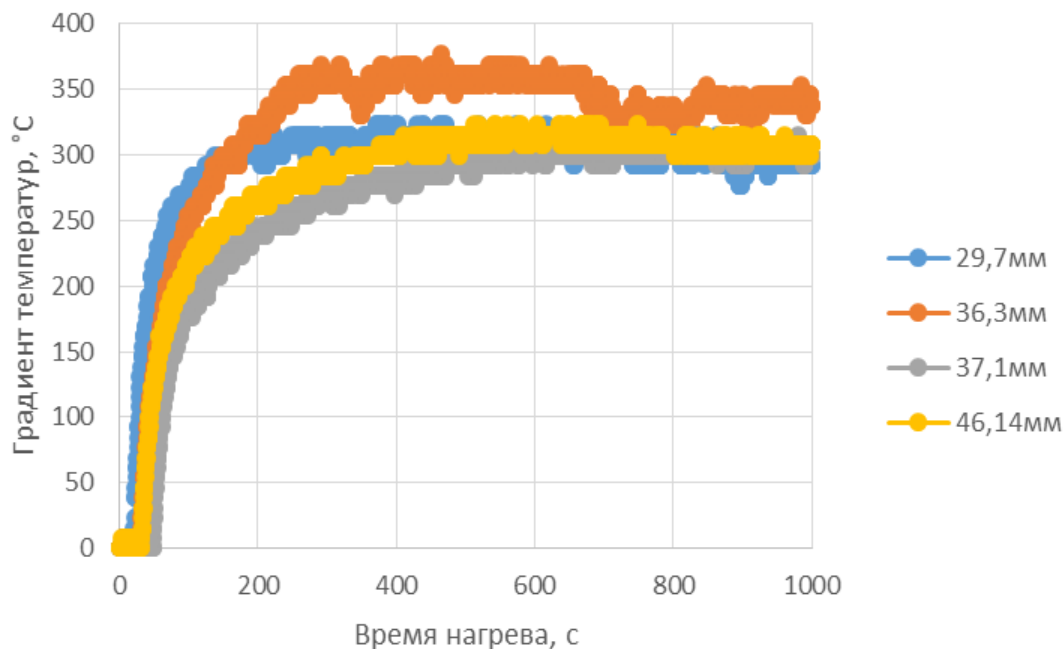


Рис. 7. Влияние толщины на теплозащитные характеристики образцов

Результаты испытаний показали, что на теплоизоляционные свойства влияет также степень уплотнения образцов (рисунок 8).

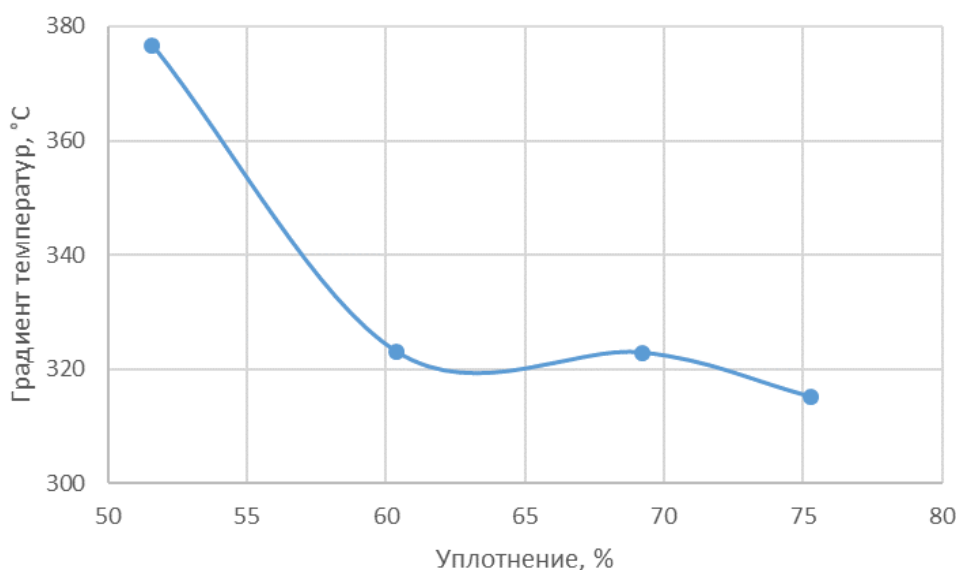


Рис.8. Влияние уплотнения образцов на теплофизические характеристики образцов

Показано что градиент температур между нагретой и обратной поверхностью материала стабилизируется на уровне 320°C в диапазоне 60-80% уплотнения.

Наибольший градиент (376°C) наблюдается в образце с уплотнением 51,6% при толщине 36,3 мм относительно остальных образцов.

Таким образом, в результате проведенных исследований предложена конструкция теплоизоляционного материала в виде сэндвич-панели стеклоткань – базальтовая вата – стеклоткань, скрепленная жидким натриевым стеклом. Показана эффективность предлагаемого решения вне зависимости от условий деформационного нагружения.

УДК 691.17

Г. Г. Богатеев, Н. А. Алексева, Н. С. Афанасьева, О. И. Белобородова

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛО-, ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ С ИНГИБИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ

Исследовано влияние природы и содержания наполнителей на реологические и физико-механические характеристики тепло- и огнезащитных покрытий. В качестве наполнителей рассмотрены пламегасители и вещества, активно ингибирующие процесс горения.

Ключевые слова: теплозащитное покрытие, эпокси-каучуковый компаунд, пламегаситель, ингибитор горения, вязкость

G. G. Bogateev, N. A. Alekseeva, N. S. Afanasieva, O. I. Beloborodova

CHARACTERISTICS OF HEAT AND FIRE RETARDANT COATINGS WITH INHIBITORY ADDITIVES

The effect of the nature and content of fillers on the rheological and physical and mechanical characteristics of heat and fire retardant coatings has been studied. Flame arresters and substances that actively inhibit the combustion process are considered as fillers.

Key words: heat-shielding coating, epoxy-rubber compound, flame arrester, combustion inhibitor, viscosity

Среди теплозащитных покрытий (ТЗП) различного назначения наиболее эффективными будут активные покрытия, которые при эксплуатации в зоне высоких температур блокируют интенсивные тепловые потоки за счет вдува продуктов термодеструкции покрытия, контролируемого уноса и его разрушения. Составы известных ТЗП в качестве наполнителей включают термостойкие органические и неорганические наполнители, среди которых наибольшее предпочтение отдают углероду (саже), диоксиду кремния и оксиду алюминия, однако сведений об использовании в составах активных ТЗП в качестве наполнителей пламегасящих добавок и ингибиторов горения обнаружить не удалось.

В качестве пламегасящих веществ при аэрозольном пожаротушении используют соли калия и йодид аммония, являющиеся активными ингибиторами горения. В модельные эпокси-каучуковые компаунды (ЭКК) ингибиторы горения вводили в виде предварительно подготовленных порошков - карбонат, хлорид, йодид калия и йодид аммония, а их количество изменяли в пределах 5-30 %.

Анализ характеристик продуктов разложения ЭКК с ингибиторами горения при воздействии пламени показал, что использование хлорида и йодида калия незначительно снижает температуру продуктов сгорания, а использование добавок карбоната калия и йодида аммония приводит к большему снижению температуры горения (в среднем на 100-130 градусов), что обусловлено невысокой термической стабильностью указанных компонентов. Введение карбоната калия, в отличие от использования других изученных наполнителей, приводит к увеличению в продуктах сгорания доли углекислого газа, что связано с процессами его разложения с выделением газообразных продуктов реакции. Продукты разложения будут препятствовать интенсивному тепловому воздействию пламени на защищаемый объект, например, лесопожарную технику, а ингибиторы горения должны выполнять роль центров, обрывающих цепные реакции горения.

Таким образом, с учетом температуры горения, состава и содержания инертных продуктов сгорания при разложении ЭКК можно отметить, что:

- использование в составе ТЗП добавок карбоната калия и йодида аммония приводит к снижению температуры горения. Введение карбоната калия, в отличие от использования других изученных наполнителей, приводит к увеличению в продуктах сгорания доли инертных газов – углекислого газа и воды;
- по комплексу характеристик – температуры горения, состава и содержания инертных продуктов сгорания при разложении ЭКК, наилучшими добавками являются карбонат калия и йодид аммония.

С увеличением количества ингибиторов вязкость ЭКК увеличивается, а степень увеличения вязкости определяется природой наполнителя (рисунок 1).

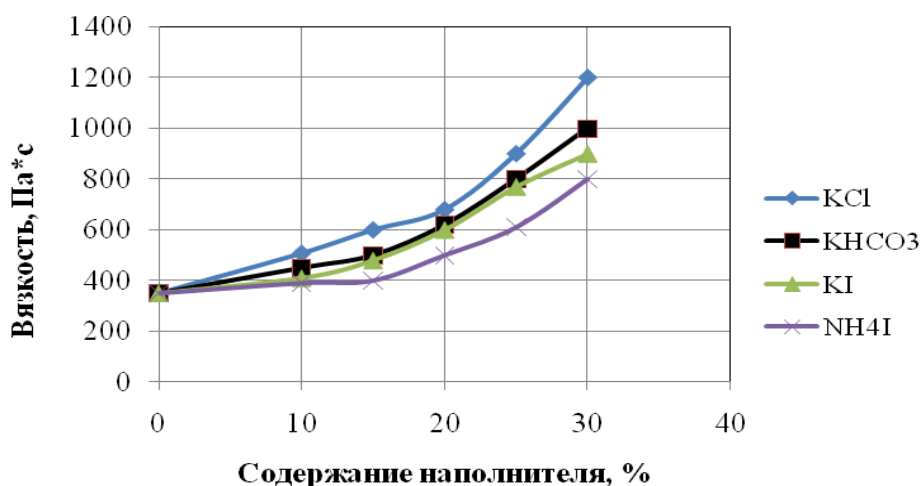


Рис. 1. Вязкость наполненных композиций в зависимости от природы и количества наполнителей

По степени влияния природы наполнителя на изменения вязкости системы исследованные добавки можно расположить в следующий убывающий ряд: KCl – KHCO₃ – KI – NH₄I, что объясняется степенью растворимости изученных добавок в органических полимерах. Следует отметить, что независимо от природы и количества добавки, изученные системы обладают вязкостью, достаточной для переработки ЭКК в изделия методом «свободного» литья.

Образцы из ЭКК с ингибиторами горения обладают необходимым и достаточным пределом прочности как при сжатии, так и при растяжении, стойки к значительным статическим и динамическим нагрузкам и удовлетворяют требованиям, предъявляемым к подобного рода материалам и покрытиям (рисунок 2).

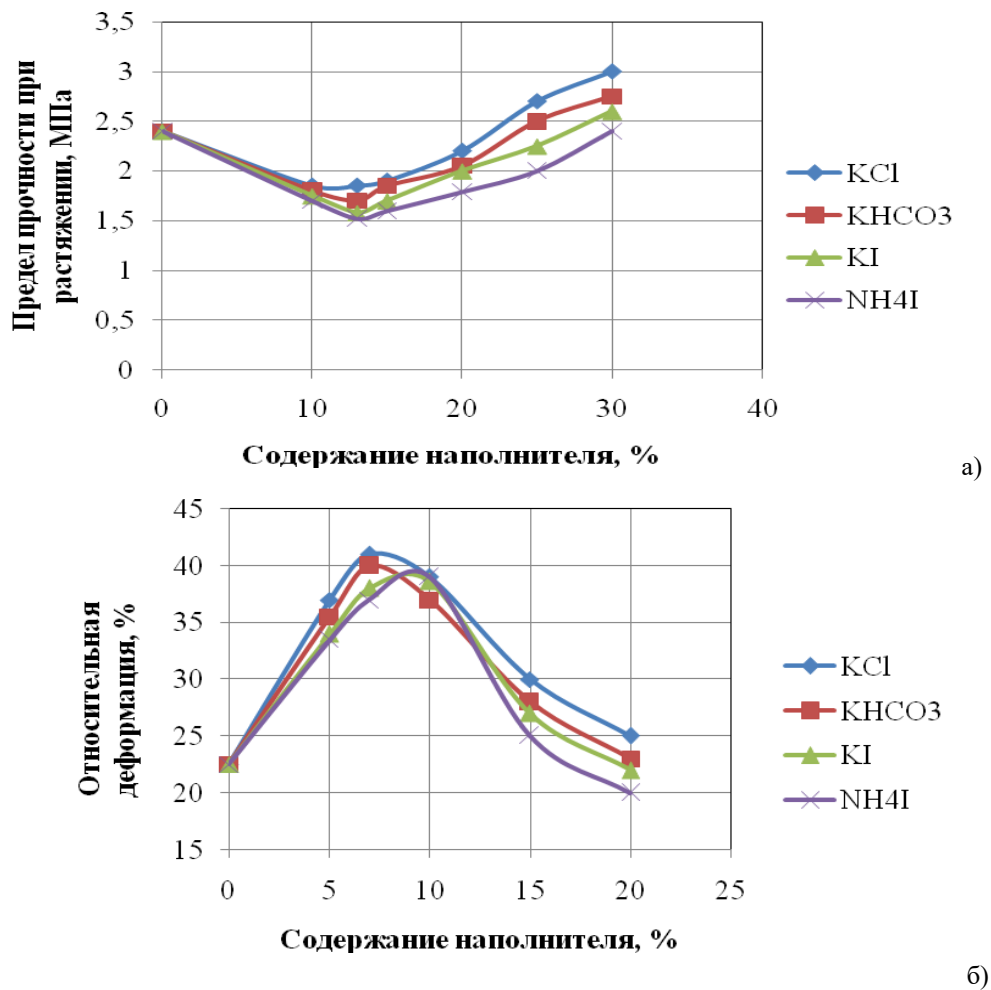


Рис. 2. Предел прочности (а) и относительная деформация (б) при растяжении образцов из наполненных композиций в зависимости от природы и количества наполнителей

Таким образом, предлагаемые ЭКК с ингибиторами горения могут быть использованы в качестве тепло-, огнезащитных покрытий различных объектов, в том числе и лесопожарной техники.

УДК 666.193.2;536.212.3

Г. Г. Богатеев, А. А. Ившина, С. С. Ившин, Ю. И. Федоров
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОГНЕ-, ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Расчётами и экспериментами показаны перспективы применения огне-, теплозащитных покрытий на полимерной основе для защиты металлических конструкций различного назначения.

Ключевые слова: огне- и теплозащитные покрытия, металлическая конструкция, модельный источник тепла, профиль температур, вольфрам-рениевая термопара.

G. G. Bogateev, A. A. Ivshina, S. S. Ivshin, Yu. I. Fedorov

PROSPECTS OF APPLICATION OF FIRE-, HEAT-PROTECTIVE COATINGS FOR PROTECTION OF METAL STRUCTURES

Calculations and experiments show the prospects for the use of fire and heat protective coatings on a polymer basis for the protection of metal structures for various purposes.

Key words: fire and heat protective coatings, metal structure, model heat source, temperature profile, tungsten-rhenium thermocouple.

Полимерные материалы широко используются в технике как элементы конструкции и теплозащитные покрытия и за счет снижения затрат энергии извне обеспечивают безопасность обслуживающего персонала от теплонапряженного технологического оборудования и целостность конструкции от воздействия интенсивных тепловых потоков. Особое значение приобретают огне-, теплозащитные покрытия для защиты металлических конструкций при пожаре в промышленных зданиях или торговых залах.

Для защиты металлических конструкций используют огнезащитные краски, штукатурки, огнезащитные шторы. В последнее время все большее применение находят защитные материалы из композитов на полимерной основе. В качестве таких материалов в работе исследованы эпокси-каучуковые композиты.

Определение характеристик защитных покрытий проводили по результатам теплового воздействия пламени газовой горелки и продуктов сгорания модельного пиротехнического состава (ПС) с температурой горения 2000-2100 К. Профиль температур в защитных покрытиях и в пламени при воздействии продуктов сгорания модельного ПС определяли с помощью вольфрам-рениевых термопар в соответствии со схемой эксперимента (рисунки 1, 2).

Вольфрам-рениевые термопары ВР5/20 (W-Re ТУ 0.021.142) диаметром 0.2 мм устанавливали в материале защитного покрытия (ТЗП) в процессе формования образцов.

Расчетно-экспериментальные исследования по определению температуры металлической пластины при горении ПС с использованием разработанной модели теплового воздействия продуктов сгорания ПС на полимерные материалы показали, что:

- температура на границе раздела ТЗП – металлическая пластина определяется характеристиками и свойствами модельного ПС (температурой пламени), теплофизическими свойствами и толщиной материала ТЗП;

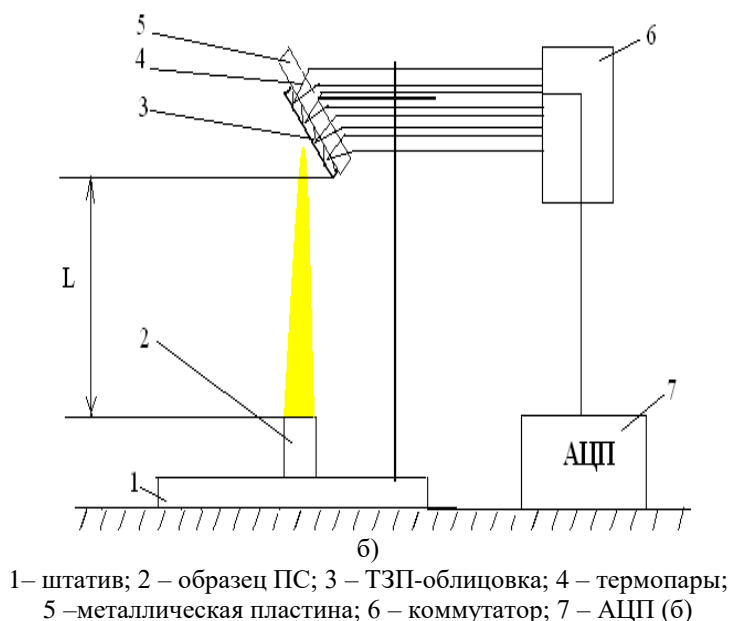


Рис. 1. Схема экспериментальной установки по изучению теплового воздействия на образец

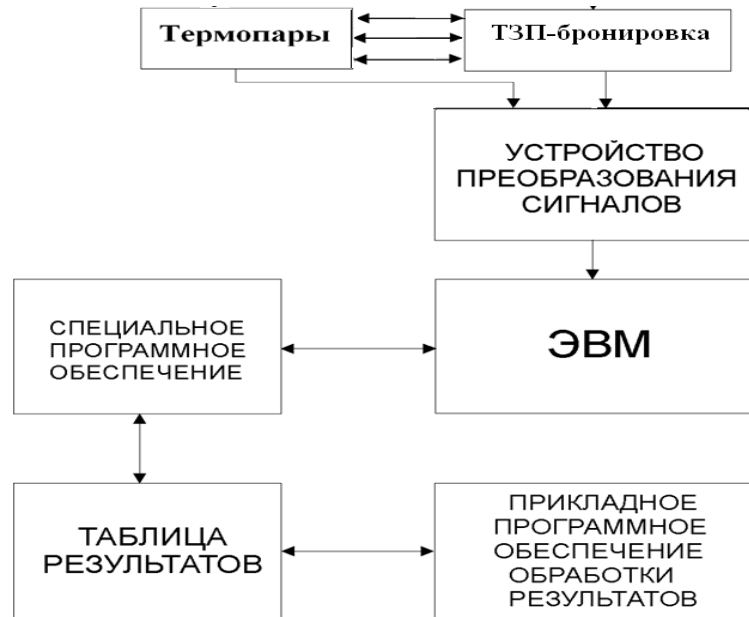


Рис. 2. Общая схема автоматизации эксперимента

Используя закон теплопроводности Фурье, определяли поток тепла внутри твердого тела, величина которого быстро уменьшается, обратно пропорционально величине \sqrt{t} , а характер изменения температуры в системе «ПС – тепловая защита – металлическая пластина» приведен на рисунке 3.

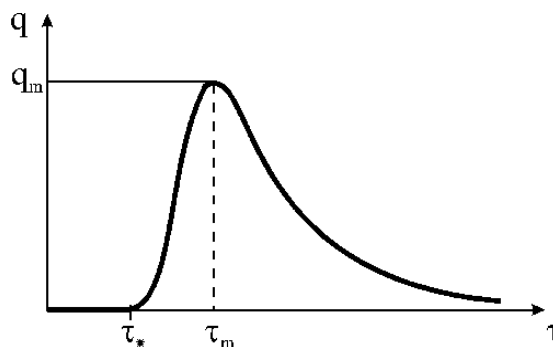


Рис. 3. Характер изменения интенсивности теплового потока

Численные решения по определению толщины ТЗМ с учетом теплофизических величин полимерной композиции показали, что при использовании модельного источника тепла с температурой горения 2000 К температура на границе раздела ТЗП – металлическая пластина при толщине ТЗП 2 мм составит 250-300 °С, а степень снижения температуры нагрева стенки будет определяться свойствами ТЗП и ее толщиной.

Использование ТЗП позволит обеспечить работоспособность металлических конструкций более продолжительное время, необходимое для безопасной эвакуации людей из зоны пожара и вызова пожарных расчетов для тушения очагов и ликвидации пожара.

Таким образом, расчётами и экспериментально показаны перспективы применения огне-, теплозащитных покрытий на полимерной основе для защиты металлических конструкций различного назначения.

УДК 691.17

Г. Г. Богатеев, Н. А. Алексеева, Н. С. Афанасьева, О. И. Белобородова

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИИ КАК ОСНОВА ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЛЕСОПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Исследовано влияние природы полимерных компаундов в качестве основы термостойких защитных покрытий для лесопожарной техники; эффективность оценивали по комплексу физико-механических характеристик.

Ключевые слова: лесопожарная техника, защитное покрытие, эпокси-каучуковый компаунд, отвердитель, физико-механические показатели

G. G. Bogateev, N. A. Alekseeva, N. S. Afanasieva, O. I. Beloborodova

POLYMER COMPOSITIONS AS A BASIS OF PROTECTIVE COATINGS FOR FOREST FIRE TECHNOLOGY

The influence of the nature of polymer compounds as a basis for heat-resistant protective coatings for forest fire engineering has been investigated; efficiency was assessed by a set of physical and mechanical characteristics.

Key words: forestry equipment, protective coating, epoxy-rubber compound, hardener, physical and mechanical properties

Основная проблема применения большинства существующих образцов лесопожарной техники (ЛПТ) – перегрев корпуса машины в процессе тушения низовых пожаров. Известные способы защиты корпуса от тепловых потоков с использованием штатных теплозащитных покрытий не дали положительных результатов.

С целью определения возможности применения композиционных материалов для защиты корпуса ЛПТ нами предложено использовать полимерное на основе эпокси-каучукового компаунда.

В процессе работы ЛПТ при тушении низовых пожаров за счет интенсивного теплоподвода, теплового и эрозионного воздействия продуктов сгорания на полимерный материал происходит его разложение с выделением газообразных продуктов, оказывающих при этом и защитное действие по отношению к корпусу ЛПТ.

Использование различных комбинаций полимеров между собой и изменение их соотношений в широких пределах позволяют создать полимерные композиты, обладающие требуемым комплексом свойств. Применение пластификаторов и растворителей позволяет регулировать технологические свойства, что важно при изготовлении защитных покрытий, а введение в композиты термостойких наполнителей обеспечит тепло-, огнезащитные свойства покрытий.

В качестве компонентов полимерной основы защитных покрытий предложены каучуки с функциональными группами, такие как дивинил-нитрильные, тиокольные, уретан-эпоксидные и др. Важную роль при переработке компаундов играет выбор системы отверждения полимеров или их смесей.

Результаты предварительных исследований показали, что для эпокси-каучуковых композиций из числа изученных отвердителей – смеси полиэтиленполиаминов, ароматических и алифатических аминов, анилина, ангидридов высших кислот и их сочетаний – лучшими являются отвердители аминного типа.

Для обеспечения необходимых физико-механических показателей в составы эпокси-каучуковой композиции дополнительно вводили термостойкий полимер. Изменения предела прочности и относительной деформации образцов при растяжении описываются приведенными полиномами:

$$Y=2,49-0,5z_1+1,07-0,59z_3 \text{ (предел прочности)}$$

$$Y=21,7+0,4z_1-3,8z_2+3,4z_3 \text{ (относительное удлинение),}$$

где z_1 - содержание каучука, z_2 - эпоксидной смолы и z_3 - термостойкого полимера (рисунок 1).

Предел прочности при сжатии для изученных составов имеет ярко выраженный максимум при содержании термостойкого полимера в составе композиции 18 %, а значения прочности изменяются в пределах от 11,0 до 16,0 МПа (рисунок 2).

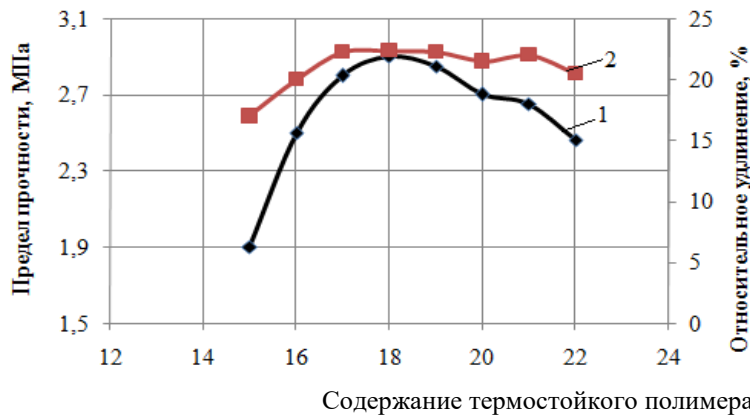


Рис.1. Предел прочности (1) и относительное удлинение (2) образцов при растяжении от содержания термостойкого полимера



Рис. 2. Предел прочности образцов при сжатии, МПа
Приведенный полином: $Y=12,5+0,5z1+2,1z2-2,5z3$

Установлено, что образцы из разработанных составов выдерживают действие значительных статических и динамических нагрузок и могут быть использованы в качестве защитных покрытий различного назначения.

Применительно к ЛПТ – защитные покрытия будут предохранять экипаж лесопожарной машины от воздействия высоких температур, что позволит пожарным вплотную приблизиться к очагу пожара и эффективно использовать огнетушащие средства по назначению.

Образцы из эпокси-каучукового компаунда с термостойким полимером обладают необходимыми показателями эластичности и прочности – предел прочности образцов при растяжении в нормальных условиях составляет 2,9-3,0 МПа при относительной деформации в пределах 21-23 %, а при отрицательной температуре – 3,4-3,6 МПа и 17-21 % соответственно.

Технология переработки таких компаундов позволяет изготавливать листы и полотна известными в отрасли методами, с различными габаритно-массовыми характеристиками и могут быть установлены на любые, в том числе и на криволинейные поверхности, и использованы в качестве составной части активной тепловой защиты ЛПТ.

УДК 614. 841

Г. В. Боков

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ПВХ ИЗОЛЯЦИИ ПРОВОДА ПРИ НАГРЕВЕ СВЕРХТОКОМ

Показаны особенности влияния кратности сверхтока на воспламенение поливинилхлоридной изоляции одиночного провода и двух соприкасающихся проводов, находящихся под разностью потенциалов.

Ключевые слова: пожарная опасность, электрический провод, материал изоляции, загорание, сверхток.

G. V. Bokov

CHANGE IN THE STATE OF PVC INSULATION OF THE WIRE DURING HEATING WITH SUPER CURRENT

The features of the influence of the overcurrent multiplicity on the ignition of polyvinyl chloride insulation of a single wire and two touching wires under a potential difference are shown.

Key words: fire hazard, electric wire, insulation material, ignition, overcurrent.

Известно, что способность материала к воспламенению и распространению горения характеризует его пожарную опасность. Но кроме свойств материала важными представляются и условия, в которых он находится во взаимосвязи с источником зажигания. В практике материал применяется в виде определенной формы, которая, как правило, оказывает влияние на пожарную опасность, особенно если материал находится в контакте с потенциальным источником зажигания.

Особенность электрических кабелей и проводов в том, что они имеют оболочку и изоляцию располагаемые протяженно и в соприкосновении с токопроводящими жилами, представляющими собой потенциальные источники зажигания для материала изоляции, проявляющиеся при аварийных режимах в электрооборудовании, сопровождающихся протеканием сверхтока по жиле.

Горючесть материала определяется известными методами испытаний. Применительно к материалу изоляции и оболочки проводов и кабелей этих данных недостаточно, поэтому проводятся испытания по методам МЭК 332 [1]. Но и они не учитывают реальные условия возможного зажигания проводов и кабелей при аварийном режиме. Провод или кабель загорается от протекания по жиле тока превышающего длительно допустимое значение.

Рассматривая тепловое воздействие со стороны нагревающейся жилы на изоляцию можно отметить, что особенность загорания одиночного провода и двух соприкасающихся проводов находящихся под разностью потенциалов имеет различия.

В одиночно проложенном проводе при протекании сверхтока можно выделить наиболее характерные фазы изменения состояния материала изоляции от теплового воздействия жилы. При небольших перегрузках в пределах трехкратных значений по отношению к длительно допустимому значению тока (I_d) наблюдается разрушение материала изоляции сопровождающееся его оплавлением, выделением газообразных продуктов разложения, обугливанием отдельных участков провода и воспламенением. При дальнейшем увеличении тока жилы (I) в диапазоне сверхтоков от $3 I_d$ до $18 I_d$ наблюдается оплавление изоляции, выход газообразных продуктов за ее пределы, термическое расплавление материала жилы с обрывом электрической цепи, сопровождающимся образованием дуги в месте наибольшего оплавления жилы, которая и поджигает газообразную смесь продуктов разложения ПВХ с воздухом. Далее горение переходит на нагретый материал изоляции и распространяется по длине провода со скоростью порядка 1 м/с. Данное обстоятельство может служить объяснением образования на объектах нескольких очагов загорания в местах сосредоточения горючих материалов на участках расположения электропроводки. Следует отметить, что это может наблюдаться в тех случаях, когда не сработал аппарат электрической защиты.

Если сверхток превышает 18-20 кратное значение по отношению к длительно допустимому значению, воспламенение изоляционного материала не происходит из-за того, что скорость нагрева проводника очень высокая и жила переплавляется под изоляцией так быстро, что материал изоляции не успевает по всей толщине нагреться до температуры достаточной для разрушения. При этом изоляция выполняет функцию оболочки, препятствующей доступу окислителя воздуха к расплавленному участку жилы и месту образования электриче-

ской дуги - источнику зажигания. В результате расплавления жилы обрывается электрическая цепь и прекращается протекание сверхтока по проводу. В большинстве случаев это наблюдается на участках близких к местам присоединения жилы к элементам электрооборудования.

Для проводов, соприкасающихся друг с другом и находящихся под разностью потенциалов, физика процесса загорания материала изоляции отличается от процесса происходящего в одиночно проложенных проводах. В этом случае нагрев жилы приводит к оплавлению материала изоляции и возникновению дугового короткого замыкания в электрической цепи, в местах соприкосновения проводов. В результате чего на изоляционный материал воздействует энергия дуги и под ее воздействием происходит загорание уже двух проводов и последующее распространение по ним горения на участке до концов проводов в сторону источника электроэнергии.

Проведенные ВНИИПО исследования позволили получить экспериментальные данные по воспламенению проводов с изоляцией из ПВХ от протекающего тока. В результате их аппроксимации получена следующая зависимость:

$$t_b = a(\exp)^{b/T} \quad (1)$$

где t_b - время до появления замыкания проводов и воспламенения материала изоляции, ч;

T – температура жилы, $^{\circ}\text{C}$;

a и b – коэффициенты аппроксимации.

С изменением кратности сверхтока (I/I_d) и температуры жилы во времени изменяются внешние проявления термического разрушения изоляции до выхода ее из строя с потерей изоляционных свойств. Это может быть отражено изменением коэффициентов a и b от кратности сверхтока. Для их определения возможные в проводе сверхтоки разбивались на диапазоны, которые характеризовались разрушением материала изоляции. Значения коэффициентов a и b для отдельных кратностей сверхтока протекающего по проводу с ПВХ изоляцией и характеризующие ее состояние, представлены в Таблице. Эти коэффициенты характеризуют процесс разрушения изоляции под воздействием теплоты и определяют время до возникновения замыкания между проводами, по истечении которого происходит воспламенение и последующее горение изоляции проводов. Для ПВХ изоляции данные коэффициенты в определенной степени отражают энергию активации и предэкспоненциальный множитель известной формулы [2], характеризующей изменение изоляционных свойств полимерных материалов.

Таблица. Значения коэффициентов a и b для отдельных кратностей сверхтока протекающего по проводу с ПВХ изоляцией и характеризующие ее состояние

Коэффициенты аппроксимации	Кратность сверхтока в проводе, (I/I_d)			
	1,3	2,4	3	3,5
a	3,14	8,00E-05	2,00E-05	1,80E-06
b	429	2108	4880	7816

Температура жилы провода [2] связана с кратностью сверхтока выражением:

$$T_{ж} = T_d(I/I_d)^2 \quad (2)$$

где T_d – длительно допустимая температура жилы провода;

I_d - допустимый ток;

I – протекающий в жиле провода сверхток.

В диапазоне перегрузок от I_d до $1,5I_d$ температура жилы и изоляции изменяется незначительно, а время до воспламенения провода может составлять несколько часов и носит неопределенный характер. Используя выражение (1), можно определить аналитически время до возникновения замыкания между проводами и воспламенения изоляции вследствие ее термического разложения из-за нагрева сверхтоком, близким к длительно допустимому значению до четырех кратного значения превышающего длительно допустимый ток. При этом следует отметить, что нормируемый средний срок службы для проводов с поливинилхлоридной изоляцией составляет 15 лет [3]. Но в большинстве случаев в реальных условиях провода эксплуатируются практически до полного выхода из строя с последующей их заменой.

По реальному, измеренному значению тока на объекте протекающему по проводу, можно установить кратность его перегрузки, спрогнозировать временную точку возможного термического разрушения материала изоляции приводящего к воспламенению и определить оставшийся срок допустимой эксплуатации электропроводки по пожарной безопасности, используя выражения (1), (2) и данные, приведенные в Таблице.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р МЭК 332 -1- 96. Испытания кабелей на нераспространение горения. Испытания одиночного вертикально расположенного изолированного провода или кабеля.
2. Электрические кабели, провода и шнуры (справочник)/Д.С. Бачелис, Н.И. Белоусов, А.Е.Саакян, Под ред. Н.И. Белорусова. – М.: Энергия, 1982. - 200 с.
3. ГОСТ 17515-72 Провода монтажные с пластмассовой изоляцией. Технические условия.

УДК 004.89; 004.942

В. Б. Бубнов, И. М. Куликов, В. А. Комельков, М. С. Ковырзин
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ АВАРИЙНОГО ИСТЕЧЕНИЯ ЛЕГКОВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ЖИДКОСТЕЙ ПРИ ИХ ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИИ

В работе приводится анализ результатов ряда численных исследований, выполненных с использованием созданного программно-аппаратного комплекса. В основе комплекса- модель процесса аварийного истечения легковоспламеняющихся жидкостей при их транспортировке и хранении, учитывающая динамику расходных и физических параметров процесса. Модель позволяет прогнозировать массу и состав жидкого неиспаряемого остатка в емкости.

Ключевые слова: легковоспламеняющаяся жидкость, истечение, компьютерная модель, массовый расход, давление, фазовое состояние, газожидкостная смесь.

V. B. Bubnov, I. M. Kulikov, V. A. Komelkov, M. S. Kovyrzin

INVESTIGATION OF ACCIDENTAL DISCHARGE OF FLAMMABLE LIQUIDS DURING THEIR TRANSPORTATION AND STORAGE

The paper analyzes the results of a number of numerical studies performed using the created software and hardware complex. The complex is based on a model of the process of accidental outflow of flammable liquids during their transportation and storage, which takes into account the dynamics of consumption and physical parameters of the process. The model allows you to predict the mass and composition of the liquid non-vaporized residue in the container.

Key words: flammable liquid, outflow, computer model, mass flow rate, pressure, phase state, gas-liquid mixture.

Аварийный слив легковоспламеняющихся жидкостей из оказавшихся в опасной зоне объектов их транспортировки и хранения является одним из важных способов предотвращения развития пожара.

Анализ существующих методик расчета процессов аварийного истечения рассматриваемых жидкостей показал, что они не учитывают изменения в процессе истечения некоторых важных параметров среды и содержат допущения об изотермичности истечения и идеальности газа [1].

Недостаточная точность прогнозирования с применением существующих методик может привести к ошибкам при принятии управленческих решений. В связи с этим возникает необходимость разработки моделей, повышающих точность расчетных прогнозов процессов аварийного истечения легковоспламеняющихся жидкостей при их транспортировке и хранении, а также выбора современных программных средств для удобного и наглядного представления и компьютерной поддержки для проведения численных исследований.

Динамику процесса аварийного истечения необходимо знать для обеспечения безопасности, так как на завершающей стадии могут возникать колебания с периодически изменяющимися направлениями движения газового потока, при которых возможно образование взрывоопасных концентраций газозвушной смеси.

Для проведения исследований рассматриваемых процессов истечения создан программно-аппаратный комплекс, в основе которого- предложенное математическое описание [2] нестационарного процесса истечения легковоспламеняющихся жидкостей, который состоит из стадий истечения жидкости, истечения газожидкостной смеси и истечения газа. Каждая из этих трех стадий описывается различными закономерностями.

Программно-аппаратный комплекс «Исследование процессов истечения», принципиальная схема работы которого представлена на рис. 1, состоит из блока ввода исходных параметров, варианта схемы установки и блока выводов результатов численного эксперимента.

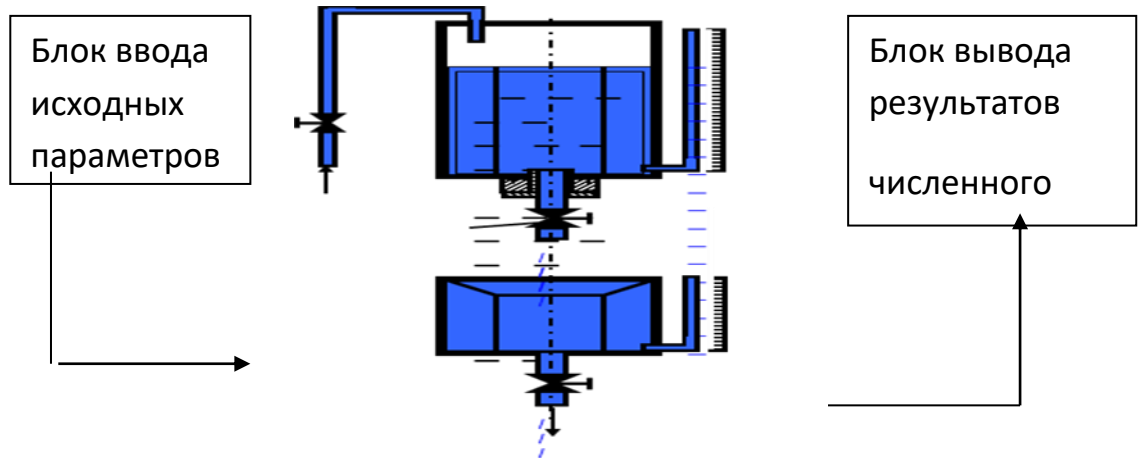


Рис. 1. Принципиальная схема работы программно-аппаратного комплекса

В модели учитываются условия, когда в емкости происходит вскипание содержащейся жидкости и появление газовой фазы. При этом рассматривается два различных варианта, по которым может происходить процесс истечения:

1. Отверстие, из которого происходит истечение жидкости, не является малым и расположено на значительном расстоянии от верхней части емкости. В этом случае наступает стадия истечения газожидкостной смеси.
2. Отверстие является малым и расположено в верхней части емкости. В этом случае газ, выделяющийся из жидкости, скапливается в верхней части емкости. Происходит истечение газовой фазы, ее объем в емкости постоянно увеличивается за счет испарения жидкой фазы.

Давление в емкости во всех рассматриваемых вариантах постоянно и равно давлению насыщения.

Уменьшение температуры смеси внутри емкости вследствие адиабатного расширения газа компенсируется теплообменом с окружающей средой, в связи с чем ее изменением пренебрегаем.

Компьютерная модель исследуемого нестационарного процесса аварийного истечения легковоспламеняющейся жидкости позволяет рассчитывать динамику процесса, т.е. зависимость от времени следующих величин:

1. Расхода истечения.
2. Давления в емкости.
3. Фазового состояния среды в емкости.

Учет динамики фазового состояния (увеличения доли газа по мере опорожнения емкости) весьма сильно влияет на результаты расчетов. Все параметры процесса значительно зависят от фазового состояния (доли жидкости и газа), которое в свою очередь тоже изменяется в процессе опорожнения емкости.

Некоторые результаты численного эксперимента представлены на рис. 2. Рассматривался процесс аварийного истечения цистерны, перевозящей сжиженные углеводородные газы объемом $55,7 \text{ м}^3$ при начальном давлении 2 МПа. Истечение осуществлялось через отверстие диаметром 0,01 м.

Первой стадией исследуемого процесса является истечение жидкости. По ее завершении давление в емкости (в данном случае - в цистерне) снижается до давления насыщения. Данная стадия оказалась настолько кратковременной, что на графике рис. 2 заметить ее не представляется возможным. На сплошной кривой рис. 2 излом соответствует переходу от второй стадии (истечение газожидкостной смеси) к третьей стадии (истечение газа). Исследуемый процесс является асимптотическим, расход истечения в течение очень длительного времени

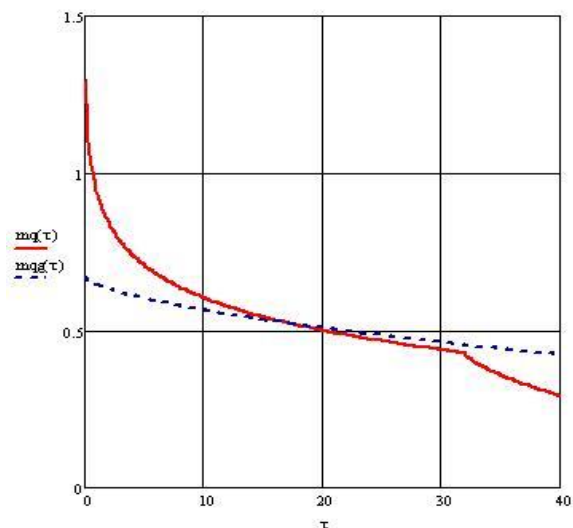


Рис. 2. Динамика массового расхода при аварийном истечении из емкости: сплошная линия – истечение газожидкостной смеси; пунктирная линия – истечение газа

приближается к нулю, поэтому в данном случае определять время полного истечения из емкости не имеет практического смысла.

Предложенная компьютерная модель представляет практический интерес для прогнозирования динамики аварийного истечения участков трубопроводов и емкостей, содержащих легковоспламеняющиеся жидкости. Эти вопросы имеют большое значение для определения материального и экологического ущерба от аварии, а также для расчета страховых выплат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бубнов В. Б., Куликов И.М. Анализ подходов к прогнозированию динамики аварийного истечения газов. Сборник материалов III Международной научно-практической конференции «Современные пожаробезопасные материалы и технологии» (11.12.2019). С. 53-56.

2. Бубнов В.Б., Елин Н.Н., Куликов И.М. Прогнозирование процессов аварийных выбросов в системах нефтесбора/ Современные проблемы гражданской защиты. № 2 (35), 2020. С. 42-47.

УДК 544.452:614.841.41

А. Я. Васин, Т. Х. До, Г. Г. Гаджиев, А. Н. Шушпанов, А. К. Протасова
ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева»

ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА ТЕРИЗИДОН

Проведено исследование термического разложения препарата Теризидон (4-[[4-[(3-Оксо-1,2-оксазолидин-4-ил)иминометил]фенил]метилен-амино]-1,2-оксазолидин-3-он) методом ДТА. Определены кинетические параметры термической деструкции вещества по методу Киссинджера.

Ключевые слова: теризидон, пожаровзрывоопасность веществ, термический анализ, энергия активации.

A. Y. Vasin, Do T. H., G. G. Gadzhiev, A. N. Shushpanov, A. K. Protasova

THERMAL ANALYSIS OF THE DRUG TERIZIDONE

Research of the thermal decomposition of the drug Terizidone (4-[[4-[(3-Oxo-1,2-oxazolidin-4-yl) iminomethyl] phenyl] methylene-amino]-1,2-oxazolidin-3-one) was investigated by the DTA method. Kinetic parameters of thermal decomposition of a substance was determined by the Kissinger method.

Key words: terizidone, fire and explosion hazard of substances, thermal analysis, activation energy.

Обеспечение пожаровзрывобезопасности предприятий фармацевтической промышленности не перестает быть актуальным в связи с разработкой новых лекарственных препаратов. Одним из важных аспектов изучения пожаровзрывоопасных свойств веществ является изучение кинетических параметров термодеструкции.

Теризидон - бактериостатический антибиотик с широким спектром действия, был синтезирован ФГУП «ГНЦ «НИОПиК» в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации № ВЗ-П-12 (подписано 6 марта 2008 г.) о развитии российской фармацевтической промышленности с перспективой до 2025 года.

Образец теризидона представляет собой мелкодисперсный (диаметр частиц фракции менее 100 мкм) белый порошок, содержание влаги в котором не превышает 2 %. Эмпирическая формула $C_{14}H_{14}N_4O_4$. На рис. 1 изображена структурная формула соединения.

Химическое строение теризидона было подтверждено [1] в ЦКП РХТУ им. Д.И. Менделеева с помощью метода ИК-спектроскопии посредством ИК-Фурье-спектрометра Nicolet 380 FT-IR.

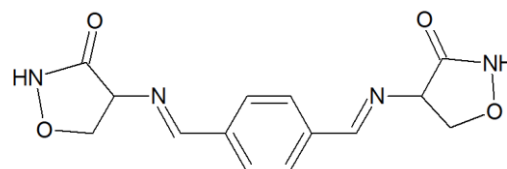


Рис. 1. Структурная формула теризидона

В статье [1] также представлены пожаровзрывоопасные свойства теризидона. Было показано, что теризидон – горючее вещество повышенной опасности. Повышенная опасность обусловлена довольно низкой температурой вспышки вещества (115 °С), а также взрывоопасностью его пылевоздушной смеси (НКПР = 63 г/м³).

Термогравиметрический анализ теризидона выполнен на дериватографе типа “С” Паулиг-Паулиг-Эрдей при различных скоростях нагрева. Полученные дериватограммы содержат 4 линии: Т – температура в печи, TG – кривая потери массы, DTA – линия, отражающая тепловые эффекты (пик вниз – эндотермический; пик вверх – экзотермический), DTG – производная от DTA.

На рис. 2 (а) представлена типичная дериватограмма теризидона, снятая в атмосфере воздуха при скорости нагрева 10 °С/мин. На кривой DTA видно, что при 132 °С (точка А) начинается интенсивный экзотермический эффект, сопровождающийся 5 % потерей массы (участок С). Максимум эффекта достигается при 160 °С (точка В). При соотношении площади пика теризидона с площадью пика фазового перехода эталонного вещества (аммиачной селитры с известной энтальпией фазовых переходов) [2], получено количество теплоты процесса 526 кДж/кг.

Чтобы понять обусловлен ли первый экзотермический пик на кривой DTA термоокислительными реакциями с участием кислорода воздуха или нет, была исследована дериватограмма в атмосфере инертного газа – азота (рис. 2 (б)). Видно, что характер экзотермического эффекта (а также площадь пика) и характер кривой убыли массы не изменились, из чего следует, что кислород воздуха не участвует в процессах термодеструкции теризидона.

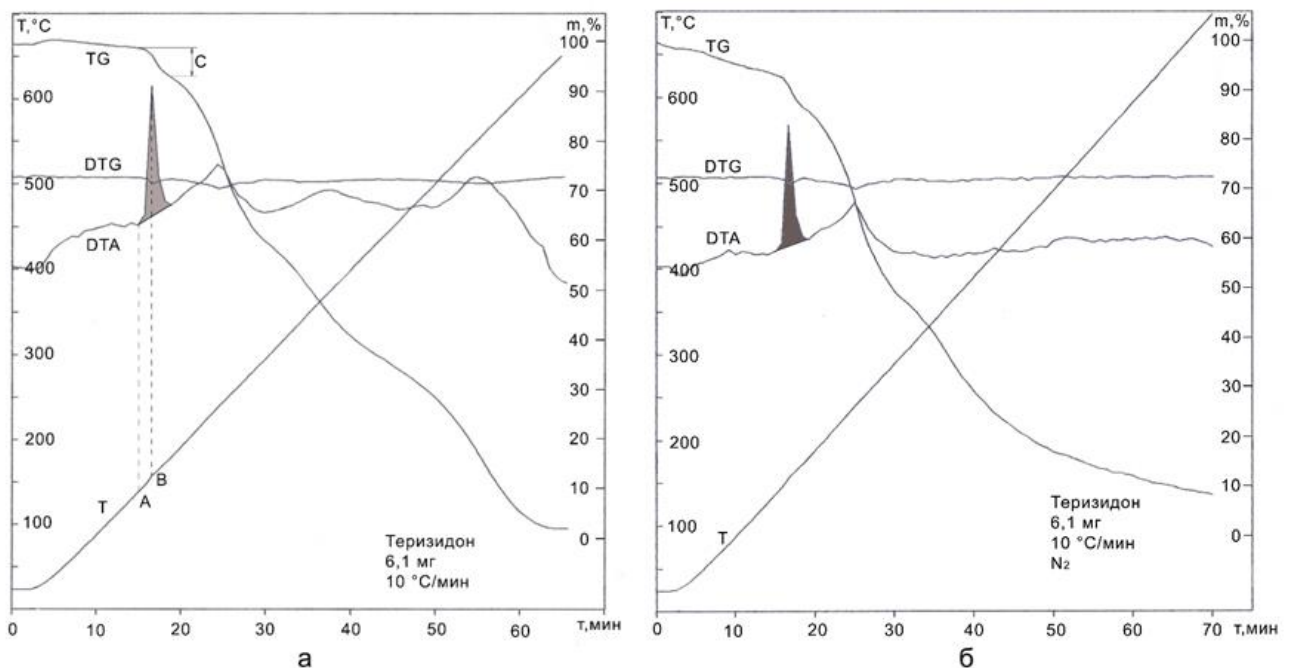


Рис. 2. Дериватограммы теризидона при скорости нагрева 10 °С/мин:
а) атмосфера воздуха, б) атмосфера азота

Для определения энергии активации и предэкспоненциального множителя процесса разложения теризидона по методу Киссинджера [3] были сняты дериватограммы при разных скоростях нагрева (2,5; 5; 10 и 15 °С/мин), представленные на рис. 3.

Далее определялись температуры максимумов экзотермических пиков и рассчитывались необходимые для определения кинетических параметров значения, представленные в таблице.

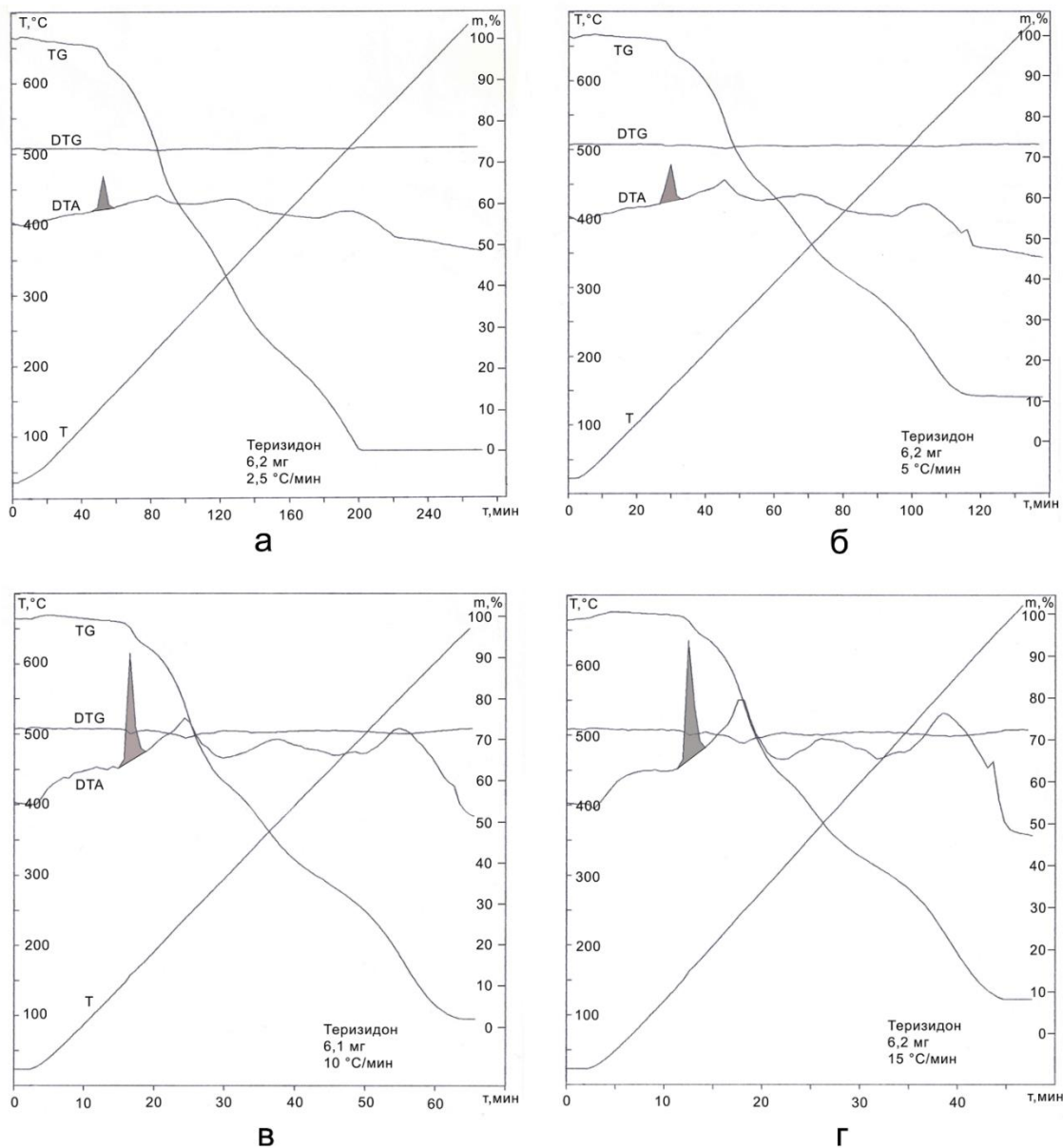


Рис. 3. Дериватогаммы теризидона в атмосфере воздуха, скорость нагрева:
 а) 2,5 °С/мин; б) 5 °С/мин; в) 10 °С/мин; г) 15 °С/мин

Таблица 1. Значения, использованные при определении кинетических параметров термического разложения теризидона

φ, К/мин	φ, К/с	t _{max} , °С	T _{max} , К	1/T _{max}	ln (φ/T ² _{max})	k, с ⁻¹	ln k
2,5	0,0416	145	418	0,00239	-15,249	0,00429	-5,451
5	0,0833	152	425	0,00235	-14,589	0,00830	-4,791
10	0,1667	159	432	0,00231	-13,929	0,0161	-4,131
15	0,2500	162	435	0,00230	-13,537	0,02377	-3,739

Метод Киссинджера позволяет определять кинетические параметры на основании данных, получаемых из кривой ДТА, а именно температуры максимума пика экзотермического эффекта (T_{\max}). В построении зависимости также фигурирует скорость нагрева (φ). Зависимость $\ln(\varphi/T_{\max}^2)$ от $1/T_{\max}$ представляет собой прямую линию, представленную на рис. 4. Энергия активации вычисляется исходя из тангенса угла наклона этой прямой. Свободный член уравнения (27,776) позволяет определить предэкспоненциальный множитель А.

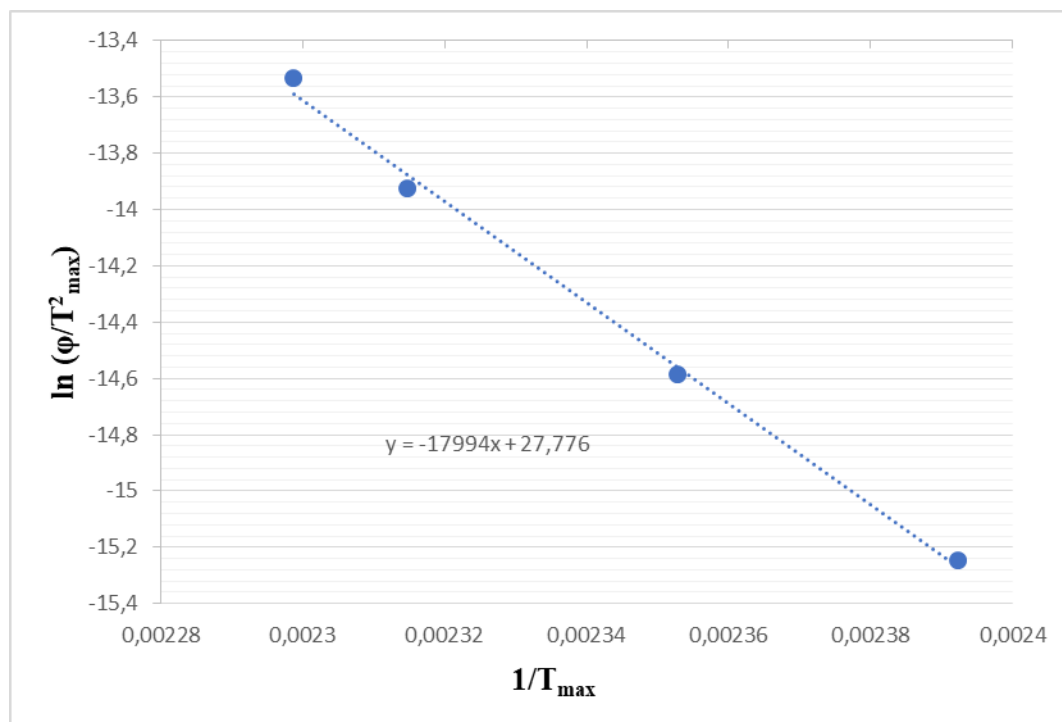


Рис. 4. Зависимость $\ln(\varphi/T_{\max}^2)$ от $1/T_{\max}$ для теризидона

Значения энергии активации (E_a) и десятичного логарифма предэкспоненты ($\lg A$), полученные по методу Киссинджера для теризидона составили 149,6 кДж/моль (35,76 ккал/моль) и 16,32 соответственно. В монографии [4] отмечается, что необходимо тщательно проводить исследования стабильности веществ с E_a ниже 37 ккал/моль, так как вещество может оказаться малостабильным или нестабильным. Небольшая энергия активации и достаточно большое значение предэкспоненты у теризидона согласуется с низкой температурой вспышки (115 °С) и позволяет отнести данное вещество к малостабильным.

Полученные данные могут использоваться технологами в целях снижения пожаровзрывоопасности производства на всех его этапах, включая начальный – стадию синтеза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хынг Д. Т., Васин А. Я., Протасова А. К. Оценка пожаровзрывоопасных свойств лекарственного препарата теризидон // IV Международная научно-практическая конференция молодых ученых по проблемам технологической безопасности: материалы конференции. — РХТУ им. Д.И. Менделеева Москва, 2020. — С. 16–20.
2. Термический анализ и пожаровзрывоопасность новых лекарственных препаратов / А. Я. Васин, А. Н. Шушпанов, Е. Б. Аносова и др. // Химическая промышленность сегодня. — 2018. — № 5. — С. 48–55.
3. Homer E. Kissinger. Reaction Kinetics in Differential Thermal Analysis. ANALYTICAL CHEMISTRY, Vol. 29, No. 11, November 1957, 1702-1706.
4. Манелис Г.Б., Назин Г.М., Рубцов Ю.И., Струнин В.А. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ и порохов // М.: Наука, 1996. - 223 с.

УДК 614.8

А. М. Газизов, В. Р. Абзалилов

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ МЕТАЛЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТВОРА ТЕТРАЭТОКСИЛАН

В данной научной статье рассматривается способ повышения степени огнестойкости металлических конструкций и растворов тетраэтоксилан. Также рассмотрены способы его улучшения с помощью дополнительных примесей.

Ключевые слова: металлическая конструкция, раствор, температура, предел огнестойкости, нагрузка.

A. M. Gazizov, V. R. Abzalilov

METHOD OF INCREASING FIRE RESISTANCE OF METAL USING TETRAETHOXYLAN SOLUTION

This scientific paper discusses how to increase the degree of fire resistance of metal structures and a solution of tetraethoxylan. Methods of its improvement with the help of additional impurities are also considered.

Key words: metal structure, solution, temperature, fire resistance limit, load.

Введение. Сталь является негорючим материалом, но, как и все материалы, используемые в строительстве, не может в течение длительного времени выдерживать воздействие высокой температуры, возникающей внутри здания при пожаре.

Одним из важнейших параметров пожарной безопасности зданий, сооружений и инженерных коммуникаций является предел их огнестойкости. Огнестойкость характеризуется временем сопротивления здания или сооружения к воздействию огня.

Для достижения поставленных задач в области пожарной безопасности, разрабатывается и уделяется большое внимание созданию устройств противопожарной защиты, обеспечивающих огнестойкость строительных конструкций и материалов на основе местного сырья, методам пожаротушения и повышению качества технических средств.

Тетраэтоксилан это сырье для различных отраслей промышленности: металлургия, металлообработка, машиностроение, энергетика, строительство. В пожарной безопасности используется как средство противопожарной защиты.

Параметры металлической конструкции

При температуре до 250 0С прочность мягкой малоуглеродистой стали увеличивается, затем этот предел постепенно снижается, и при 400 0С сталь принимает первоначальное значение прочности.

Критическая температура, которая характеризует потерю несущей способности стальных конструкций при нормативной нагрузке, принимается равной 500 0С [32].

Незащищенные стальные конструкции начинают терять несущую способность и деформироваться, как правило, через 10–15 минут после начала воздействия на них теплового импульса.

Металлоконструкции в незащищенном виде характеризуются наименьшими показателями огнестойкости. Этот показатель зависит от показателя приведенной толщины металла: при толщине 5 мм предел огнестойкости составляет 9 минут, при толщине 15 мм – 18 минут

Способы повышения степени огнестойкости

Наступление предела огнестойкости металлических конструкций наступает в результате потери прочности или за счет потери устойчивости самих конструкций или их элементов. Тому и другому случаю соответствует определенная температура нагрева металла, называемая критической.

Для увеличения степени огнестойкости металлической конструкции, нами был предложен способ добавления цемента к 6% тетраэтоксилана. Оба материала являются связующим веществом между собой. Благодаря такой комбинации это значительно увеличит время стойкости конструкции, но и температуру при которой металлическая конструкция достигает своих предельных параметров.

Вывод: В данной статье нами был выдвинут один из способов увеличения огнестойкости для металлической конструкции. Путем добавления примесей к раствору тетраэтоксилан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. К проблеме анализа и управления пожарной безопасностью производственного объекта / В. А. Ака-
тьев, В. С. Мануйлова, Р. Н. Прилуцкий // Техногенная безопасность и охрана труда. – 2009 – №5. – С. 75–8.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22 июля 2008
г. № 123-ФЗ (ред. от 03.07. 2016) [Электронный ресурс]
3. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений – М.: ИПК Издательство стандартов,
1998. – 23 с.
4. *Воронцов, В.М.* Металлические материалы в архитектуре: учебное пособие /В.М. Воронцов, В.И.
Моспан. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2009.– 56 с.

УДК 546.521

С. А. Гарелина¹, К. П. Латышенко¹, А. В. Фрунзе²

¹ ФГБВОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России

² НТП «Термоконт»

ПИРОМЕТРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАМЕНИ

Описан принцип действия пирометров для измерения температуры пламени, приведены их математи-
ческие модели, положенные в основу при разработке ряда промышленных пирометром НТП «Термоконт».

Ключевые слова: температуры пламени, математическая модель пирометра, промышленных пиро-
метр.

S. A. Garelina, K. P. Latyshenko, A. V. Frunze

PYROMETERS FOR MEASURING FLAME TEMPERATURE

The principle of operation of pyrometers for measuring the flame temperature is described, and their mathe-
matical models are given, which are the basis for the development of a number of industrial pyrometers NTP «Termo-
kont».

Key words: flame temperatures, mathematical model of a pyrometer, industrial pyrometer.

Пирометрия как метод измерения позволяют дистанционно измерять температуру, вследствие чего
находят все более широкое применение в технике, промышленности, в т.ч. в системах контроля безопасности.

Особенно актуально бесконтактное измерение температуры пламени, например, в металлургии (домен-
ные и мартеновские печи), в авиа- и ракетостроении (температура реактивной струи), в военном деле и систе-
мах контроля и безопасности (температура горения и взрыва), в теплоэнергетике (котлы топок, турбин), в хи-
мической промышленности (реакторы), в технике (сварка, производство стекла и изделий из него) и многом
другом.

Однако пирометрия, имея многочисленные достоинства (бесконтактное измерение температуры непо-
движных и движущихся объектов, которые могут находиться под высоким напряжением, в условиях радиации,
высоких и низких температур и т.д.) имеет и существенные недостатки: сложность реализации и метрологиче-
ского обеспечения, большие погрешности измерения, которые могут достигать десятков процентов и зависи-
мость показаний от излучательной способности объекта и т.п.

Температура как параметр характеризует степень нагретости тела, находящегося в термодинамическом
равновесии. Но пламя относится к термодинамически неравновесным системам, отсюда и возникают сложнос-
ти в измерении его температуры.

Рис. 1 иллюстрирует спектральное пропускание атмосферы на горизонтальной трассе на уровне моря
протяженностью 1,8 км при толщине слоя осажденной воды 17 мм [1]. Из этого рисунка следует, что в ряде
областей прозрачность атмосферы высока: это область видимого и ближнего ИК-излучения (короче 1,4 мкм),
области 2,8 – 4,1, 4,4 – 5,2 и 7,5 – 14 мкм, которые называют окнами прозрачности атмосферы.

На рис. 1 имеются три области непрозрачности, обязанные своим происхождением диоксиду углерода
CO₂: 2,6 – 2,8, 4,15 – 4,3 и 14 – 15 мкм, в которых поглощение приближается к 100 %, т.е. коэффициент погло-
щения молекулами CO₂ излучения с этими длинами волн близок к 1. Из этого следует, что излучательная спо-
собность углекислого газа на этих длинах волн также близка к 1, т.е. на этих длинах волн углекислый газ излу-

чает практически так же, как абсолютно черное тело. Известно, что процесс горения сопровождается не только пламенем, но и большим количеством синтезируемого углекислого газа, но тогда, если мы примем температуру CO_2 за температуру пламени, измерение температуры пламени надо осуществлять именно в одном из этих спектральных диапазонов.

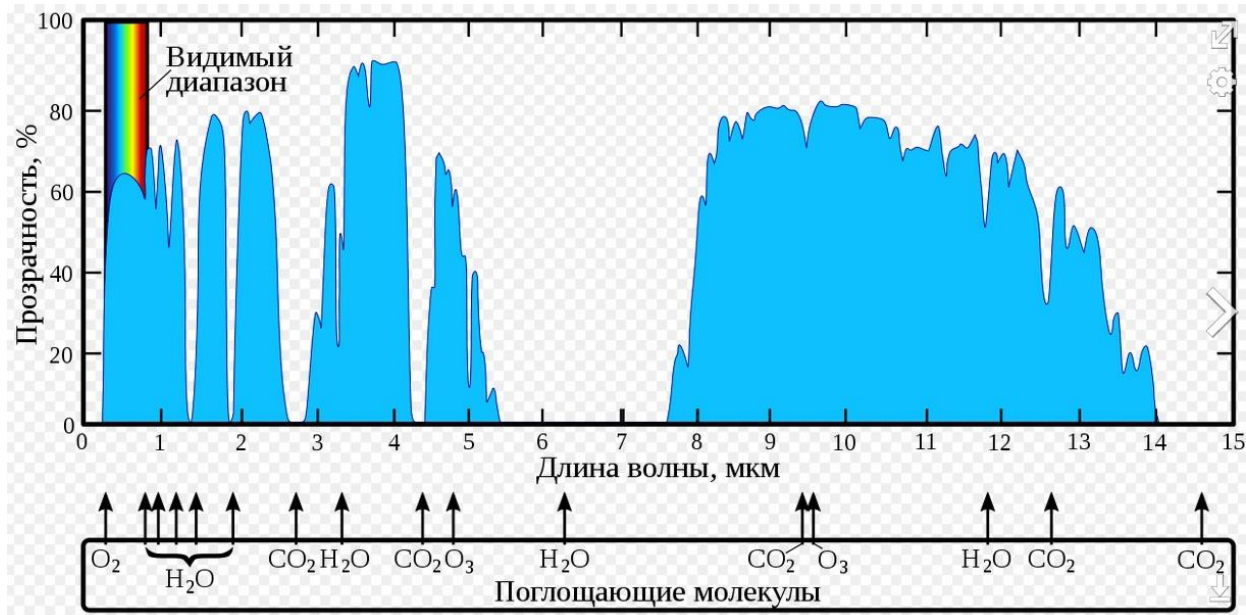


Рис. 1. Спектр пропускания атмосферы

На практике создание пирометров для спектрального диапазона 14 – 15 мкм оказалось затруднительным. На поглощение в диапазоне 2,6 – 2,8 мкм оказывают влияние пары воды, что снижает точность измерений. Поэтому для измерения температуры пламени пригодна только полоса 4,15 – 4,3 мкм.

Таким образом, для измерения температуры пламени необходим пирометр с диапазоном длин волн 4,2 – 4,3 мкм, в котором углекислый газ ведёт себя как серое тело с $\epsilon = 0,7 - 0,9$.

Промышленность выпускает узкополосные фильтры на длину волны 4,26 мкм с шириной полосы пропускания 10 – 20 нм, т.е. с диапазоном длин волн 4,24 – 4,28 мкм.

Для реализации изложенного способа измерения температуры пламени предлагается использовать энергетические пирометры (рис. 2) [2].

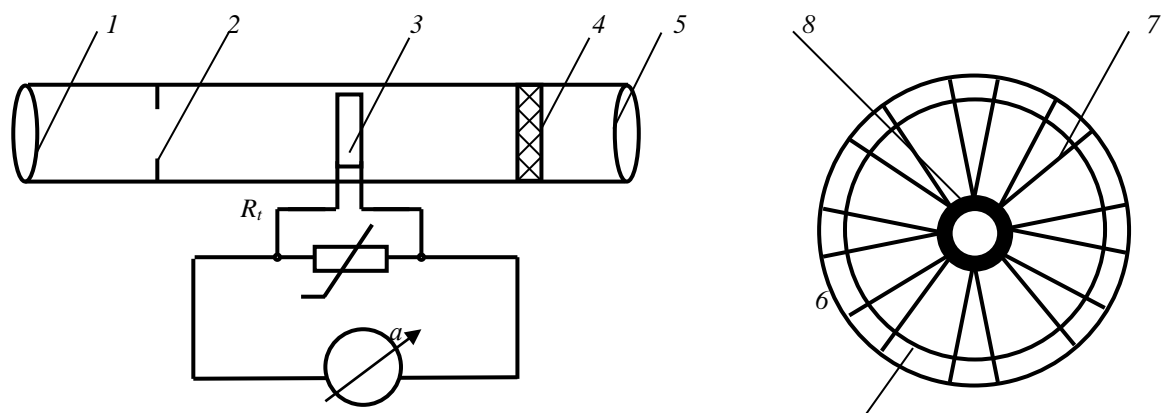


Рис. 2. Энергетический пирометр:

- a – схема пирометра; b – схема термоприемника; 1 – объектив;
- 2 – диафрагма; 3 – термобатарея; 4 – светофильтр; 5 – окуляр;
- 6 – изоляционное кольцо; 7 – термопара; 8 – рабочие концы термопар

Энергетический пирометр (рис. 2) работает следующим образом. Сфокусированный объективом поток излучения от измеряемого нагретого объекта попадает на приемник – батарею термопар. Рабочий диапазон пирометра определяет его светофильтр (в нашем случае 4,24 – 4,28 мкм). Батарея термопар генерирует ЭДС, которая поступает в усилитель, АЦП, микропроцессор (микроконтроллер) и, наконец, в систему индикации.

Математическая модель энергетического пирометра [1] (зависимость ЭДС E термопары от температуры объекта контроля) имеет вид

$$E = \kappa M(1 - r)(F_1 T^4 - F_3 T_3^4), \quad (1)$$

где κ – коэффициент усиления; M – коэффициент, зависящий от температуры приёмника T_3 ; $(1 - r)$ – потери на отражение; F_1, F_3 – поглощение оптике; T, T_3 – температура контролируемого объекта и холодного спая термопары (приемника).

Чувствительность пирометра S имеет вид

$$S = \frac{dE}{dT} = 4\kappa M(1 - r)F_1 T^3. \quad (2)$$

Из анализа (1, 2) следует:

- чувствительность и статическая характеристика пирометра существенно нелинейны;
- нелинейность статической характеристики увеличивается с ростом температуры T ;
- с ростом температуры T величина чувствительности увеличивается;
- чувствительность зависит от величины произведения $4\kappa M(1 - r)F_1$.

Из математической модели (1) следует, что для увеличения выходного сигнала E необходимо увеличить значения κ, M и F_1 и уменьшить r, F_3 и T_3 .

В России пирометры для измерения температуры пламени производит только НТП «Термоконт» – это семейство пирометров «Термоконт–ТНЗ/CO2», характеристики которых приведены ниже:

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| – диапазон измерений температур | 250 – 1500 °С; |
| – основная погрешность измерений | ±1 %; |
| – спектральный диапазон | 4,24 – 4,28 мкм; |
| – показатель визирования | 60:1. |

Вырабатываемый приемником (батареей термопар) сигнал очень мал (микровольтовый уровень) и поэтому требует усиления перед оцифровкой и последующей обработкой. Для этого использован прецизионный шоррег-усилитель со стабилизацией входного смещения, осуществляемой при периодическом замыкании его входов. Такие усилители производят многие изготовители микроэлектроники, в том числе и отечественный зеленоградский «Ангстрем».

Остальные электронные узлы – типовые, и не имеют каких-либо особенностей.

Фотография пирометра измерения температуры пламени «Термоконт–ТНЗП2/CO2» показана на рис. 3.

Заключение

С использованием результатов литературного обзора, математического моделирования, а также структурной и параметрической оптимизации создано семейство пирометров «Термоконт–ТНЗ/CO2» для измерения температуры пламени.

Семейство пирометров «Термоконт–ТНЗ/CO2» включает три модификации стационарных приборов и три – переносных, различающихся типом выходного сигнала.

Метрологические и технические характеристики разработанных пирометров соответствуют мировым стандартам.



Рис. 3. «Термоконт–ТНЗП2/CO2»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инфракрасные системы. Пер. с англ. / Хадсон Р. – М.: Мир, 1972. – 536 с.
2. Латышенко, К.П. Технические измерения и приборы. ВУЗ. Том 1. Книга 2 / К.П. Латышенко. – М.: Юрайт, 2020. – 259 с.

УДК 621.893

В. П. Зарубин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРА ЧАСТИЦ МИНЕРАЛЬНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Статья посвящена вопросу изучения влияния размеров частиц наполнителей к маслам и смазкам на их триботехнические характеристики. В материале статьи представлены результаты антифрикционных и противозносных исследований смазочных материалов наполненных порошками минерального наполнителя с различным гранулометрическим составом.

Ключевые слова: геомодификатор трения, коэффициент трения, интенсивность изнашивания, долговечность узла трения.

V. P. Zarubin

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MINERAL FILLER PARTICLE SIZE ON TRIBOLOGICAL CHARACTERISTICS OF LUBRICANTS

The article is devoted to the study of the influence of the particle size of fillers to oils and lubricants on their tribological characteristics. The article presents the results of anti-friction and anti-wear studies of lubricants filled with mineral filler powders with different granulometric composition.

Key words: geomodifier of friction, coefficient of friction, wear intensity, durability of the friction unit.

Использование смазочного материала является одним из самых распространённых способов для снижения трения и его последствий. Жидкие, твердые, пластичные смазочные материалы должны обеспечивать достаточно низкий коэффициент трения, минимальную интенсивность изнашивания деталей пар трения, хороший теплоотвод, качественное выведение продуктов износа из зоны трения и еще целый ряд задач условиями которых являются режимы работы пары трения. В настоящее время на рынке присутствует большое разнообразие различных смазочных материалов. Одни из самых распространенных и более востребованных являются жидкие масла. Обладая определенным пакетом присадок уже на стадии производства каждое мало направлено на решение определенной задачи. Однако стоит отметить, что работы по улучшению свойств смазочных материалов продолжаются и в настоящее время. Ученые и исследователи в области трения и износа разрабатывают добавки в масла для расширения возможностей их применения. Одним из перспективных направлений в области улучшения качества смазочных материалов является применение присадок преимущественно твердого характера [1]. Графит, дисульфид молибдена, гексагональный нитрид бора и другие применяют для снижения интенсивности изнашивания поверхностей трения и уменьшения коэффициента трения.

К твердым антифрикционным добавкам в масла и смазки можно отнести применение природного тонкоизмельченного серпентина. Порошок минерала в количестве 2...40 мас.% позволяет улучшить износостойкость трущихся деталей, повысить микротвердость поверхности трения, понизить коэффициент трения.

Однако стоит отметить, что технология подготовки минерала к применению в качестве добавки в масла требует больших энергозатрат. Дробление, тонкий помол, отсев примесей от основного материала повышает себестоимость такого рода наполнителя. Кроме стоимости у природного наполнителя наблюдается еще ряд недостатков, ключевым из которых является большой разброс по гранулометрическому составу. Проведенные исследования показывают, что присутствие в наполнителе частиц с размером 30 – 40 мкм вызывает повышенный износ поверхности трения. Таким образом операции тонкого помола и отсева при подготовке наполнителя к применению являются очень значимыми. В свою очередь тонкоизмельченный серпентин введенный в смазочный материал хорошо работает в качестве антифрикционной и противозносной добавки. Из выше сказанного следует, что получение серпентина чистого от примесей и имеющего наноразмер частиц является актуальной задачей в области разработки наполнителей.

В настоящее время существуют технологии получения искусственного серпентина в коллоидном состоянии [2]. Это позволяет получить порошок наполнителя свободный от примесей. При этом специальными приемами можно замедлить формирование коллоидных частиц серпентина и получить гетерогенную систему с нужным уровнем дисперсности. Для оценки влияния размера частиц на триботехнические свойства наполнителя в условиях лаборатории, по золь-гель технологии, был получен аналог природного серпентина. Дальнейшие

исследования полученного наполнителя проводились в сравнении с наполнителем природного происхождения. В качестве задачи исследований ставился вопрос закономерности размера частиц наполнителя и его триботехническими свойствами.

Первым этапом исследований являлось определение гранулометрического состава наполнителей к маслам. Данные полученные с лазерного дисперсионного анализатора микрочастиц представлены на рисунке 1. При проведении исследований, размеру частиц уделялось особое внимание. Это связано с высокой твердостью минерала. В случае наличия в порошке наполнителя крупных частиц он начинал работать как абразив. Кроме этого для исследуемых наполнителей размер частиц не должен превышать 40 мкм по причине особенностей применения. Так например в агрегатах имеющих фильтры для очистки отработанного масла частицы размером более 30 мкм оседают в картере или отфильтровываются.

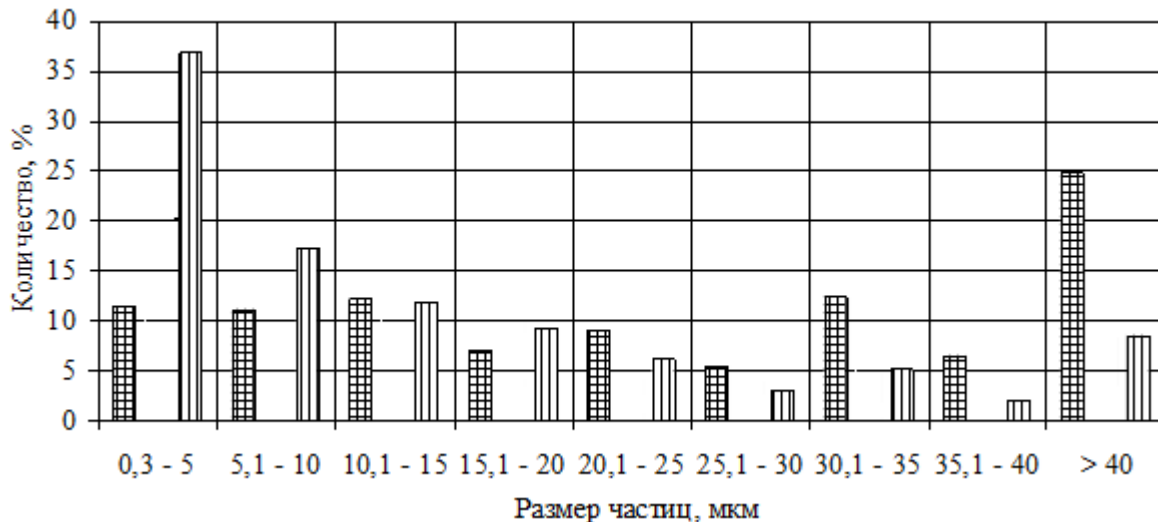


Рис. 1. Процентное содержание в порошке частиц определенного размера.

▨ - порошок природного серпентина;
▤ – порошок серпентина, полученного по золь-гель технологии.

Анализируя результаты измерений размеров частиц природного и искусственного наполнителя можно сделать вывод, что тонкий помол природного серпентина не обеспечивает необходимого размера частиц минерала. Более 40% от объема исследуемого порошка составляют частицы с размером более 30 мкм. Наполнитель полученный по золь-гель технологии имеет более тонкую структуру. На 90% он состоит из частиц размером до 30 мкм.

Влияние размера частиц на работу наполнителя в качестве антифрикционного и противоизносного наполнителя можно проследить по результатам трибологических исследований. Исследования проводились на машине трения СМТ-1. Пара трения «диск – частичный вкладыш». Материал диска сталь 45 с твердостью 45 – 50 единиц по Роквеллу, диаметр диска 40 мм ширина – 10 мм. Частичный вкладыш с размерами 10x10x10 выполнен из баббита. Выбор баббита в качестве материала для частичного вкладыша обусловлено тем, что на «мягком» материале достаточно хорошо можно зафиксировать негативную работу наполнителя как абразивного материала. В случае отсутствия абразивного износа на баббите, большая вероятность его отсутствия и на «твердых» сталях.

В процессе трибологических испытаний по стандартной методике фиксировалось изменение коэффициента трения с учетом момента трения, диаметра диска и нагрузки прикладываемой к паре трения [3]. Величину износа поверхности трения определяли с помощью искусственных баз установленных на частичном вкладыше. Кроме основных триботехнических параметров фиксировалось изменение микротвердости поверхности трения баббитового вкладыша. Такого рода измерения проводились с целью проверки литературных данных о повышении микротвердости. Наполнители вводились в масло Тп-46 в количестве 10% от массы смазки. Смазочная композиция подавалась в зону трения капельным способом для обеспечения граничного трения. Результаты трибологических исследований представлены на рисунках 2 – 4.

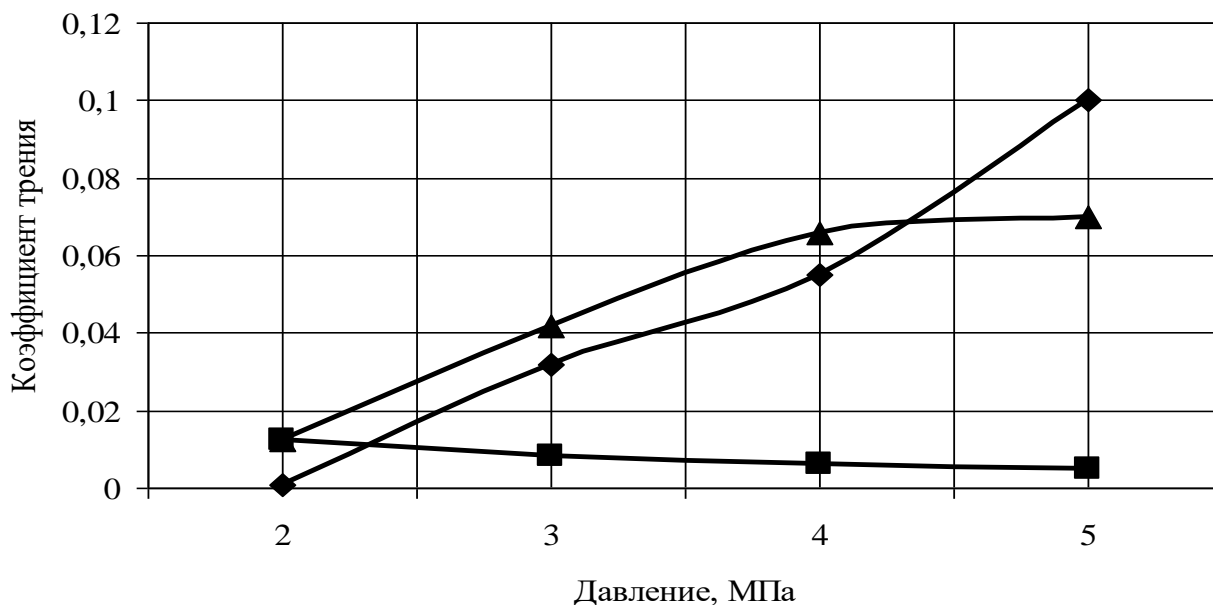


Рис. 2. Зависимость коэффициента трения от давления.

- ▲ – Для базового масла Тп-46 без наполнителей;
- – для масла Тп-46 с 10 % наполнителя (серпентин искусственный);
- ◆ - для масла Тп-46 с 10 % наполнителя (серпентин природный).

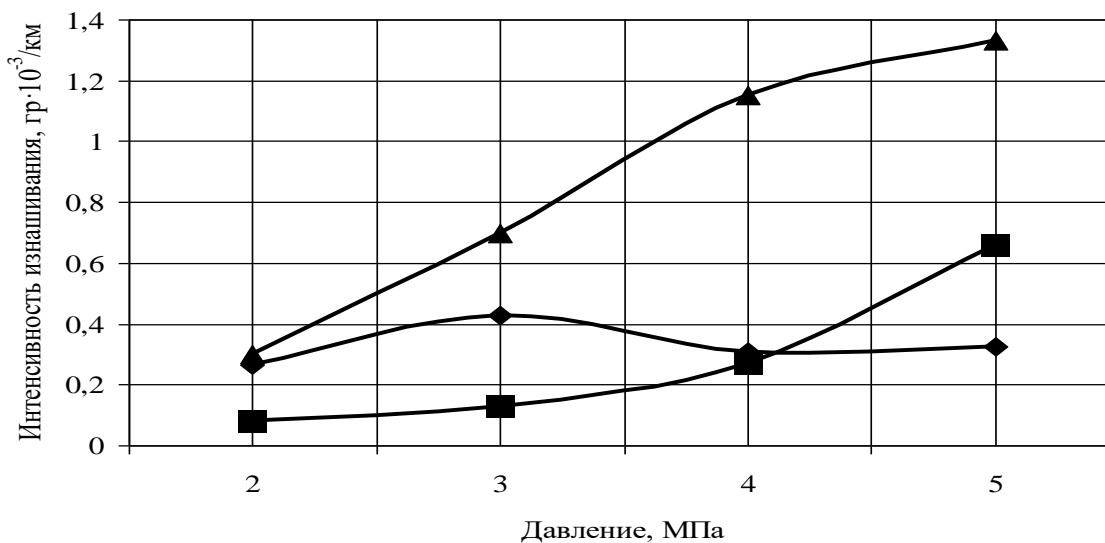


Рис. 3. Зависимость интенсивности изнашивания от давления.

- ▲ – Для базового масла Тп-46 без наполнителей;
- – для масла Тп-46 с 10 % наполнителя (серпентин искусственный);
- ◆ - для масла Тп-46 с 10 % наполнителя (серпентин природный).

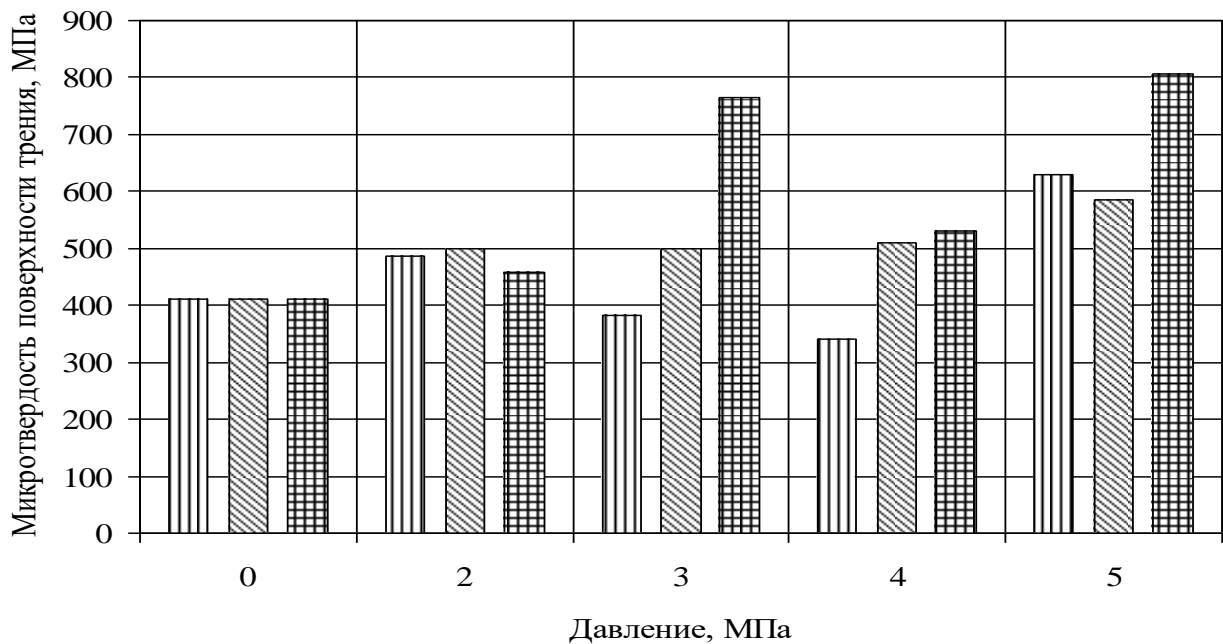


Рис. 4. Зависимость микротвердости поверхности трения от давления.

- – Для базового масла Тп-46 без наполнителей;
- ▨ – для масла Тп-46 с 10 % наполнителя (серпентин искусственный);
- ▣ – для масла Тп-46 с 10 % наполнителя (серпентин природный).

Анализируя данные графиков можно сделать выводы, что оба наполнителя к маслу проявили себя как противоизносная и антифрикционная добавка. В присутствии природного наполнителя коэффициент трения у масла Тп-46 снизился не значительно, а интенсивность изнашивания уменьшилась в 2 – 8 раз. С искусственным минералом триботехнические показатели масла стали значительно лучше. Коэффициент трения снизился в 5 – 12 раз, а интенсивность изнашивания уменьшилась в 3 – 4 раза. На баббитовых образцах отмечено образование слоя с повышенной микротвердостью по сравнению с образцом работающем в масле без наполнителей. При использовании природного и искусственного наполнителя отмечено увеличение микротвердости в 1,5 – 2 раза.

Сравнивая результаты исследований триботехнических свойств природного и искусственного наполнителя, последний можно отметить в лучшую сторону. Его применение значительно снижает коэффициент трения и интенсивность изнашивания. Одним из объяснений такого эффекта является размер частиц самого наполнителя. Более мелкие частицы природного наполнителя, внедряясь в поверхность образца создают равномерный защитный слой повышенной твердости. Отсутствие крупных частиц исключает возникновение микрорезания и абразивного износа. Визуально оценить результат работы наполнителей можно по фотографиям сделанным на микроскопе с увеличением в 500 раз (рис. 5).

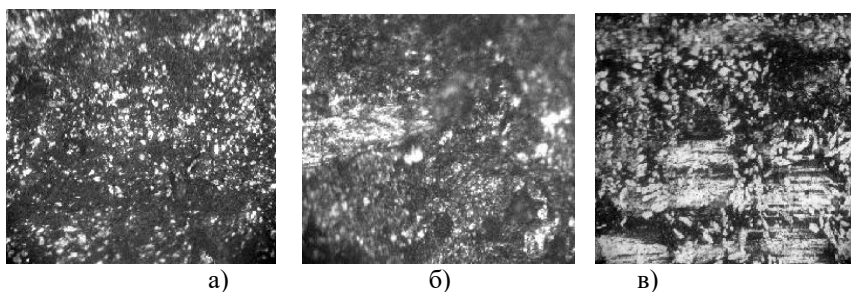


Рис. 5. Поверхность трения баббитового вкладыша (увеличение x 500)

- а) после трения в турбинном масле без наполнителей,
- б) после трения в смазочной композиции содержащей 10 % наполнителя – природный серпентин,
- в) после трения в смазочной композиции содержащей 10 % наполнителя – искусственный серпентин, полученный по золь-гель технологии.

Фотографии поверхностей трения подтверждают предположение о том, что в процессе синтезирования искусственного серпентина по золь-гель технологии, получился порошок с частицами наноразмеров. На поверхностях трения стального и баббитового вкладышей (рис. 5 в) отсутствуют риски и царапины как следствие попадания крупных и твердых частиц. Внедряясь в поверхность трения, наночастицы порошка искусственного серпентина, образуют слой с повышенной микротвердостью. Преобладающее количество светлых участков с высокой микротвердостью на поверхности трения баббитового образца (рис. 5 в) дает возможность оценить уровень контакта трущихся поверхностей. При работе пары трения с маслом наполненным искусственным серпентином поверхность трения оптимально подстроилась под условия трения. В таком случае удельное давление равномерно распределяется по поверхности трения тем самым увеличивая несущую способность поверхности, при этом уменьшается коэффициент трения и интенсивность изнашивания.

Таким образом проведенные исследования позволяют сделать заключение о положительном влиянии наполнителя содержащим в своем составе порошок с частицами именно наноразмеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зарубин, В.П. Создание перспективных смазочных материалов для использования в пожарной технике / В.П. Зарубин, В.В. Киселев, А.А. Покровский // Вестник воронежского института ГПС МЧС России №3 (20), Воронеж, - 2016. – С. 18-21.
2. Патент РФ №2302453, Мельников В.Г., Зарубин В.П. Смазочный состав для обработки пар трения Опубликовано 10.07.07, Б.И. №19.
3. Зарубин, В.П. Исследование свойств искусственного геоактиватора в качестве наполнителя смазочных материалов / В.П. Зарубин // NovaInfo.Ru – 2016. - №51 (т.2).

УДК 699.812:666.972.16+691.6

Е. Ю. Захаров, С. Н. Ульева, А. Л. Никифоров, О. Г. Циркина
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УМЕНЬШЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕРМОХРОМНЫХ КРАСИТЕЛЕЙ

Проанализирована статистика возникновения пожаров по причине неисправной работы электрооборудования, предложен метод обнаружения предаварийного режима работы электрооборудования.

Ключевые слова: термохром, вещества, пожароопасный

E. Y. Zakharov, S. N. Uleva, A. L. Nikiforov, O. G. Zirkina

REDUCING THE FIRE HAZARD OF ELECTRICAL EQUIPMENT BY USING THERMOCHROME DYES

The statistics of the occurrence of fires due to the malfunctioning of electrical equipment is analyzed, a method for detecting the pre-emergency operation of electrical equipment is proposed.

Key words: thermochrome, substances, fire hazard.

Анализ статистических данных по пожарам в Российской Федерации показал что, несмотря на общее снижение количества пожаров, проблемы неисправности или неправильной эксплуатации электрооборудования, приводящие к пожару, остаются на высоком уровне [1-3]. Это можно объяснить увеличением количества ассортимента используемых на производстве и в быту электроприборов, а так же наличием электротехнической продукции зарубежного производства, вызывающей наибольший интерес потребителей за счет наиболее привлекательной стоимости, однако не всегда соответствующей требованиям на соответствие российским ГОСТам.

В современных условиях высокого износа электросетевого оборудования оценка его технического состояния и своевременное обнаружение аварийных режимов работы являются обязательными и неотъемлемыми требованиями организации его безопасной эксплуатации. Данные требования достигаются за счет определенных видов контроля работы электрооборудования. Однако диагностика оборудования с использованием боль-

шинства имеющихся методов [4] позволяет повысить качество и надежность работы электросистем, но к сожалению не позволяют выявить развитие пожароопасных предаварийных режимов работы электрооборудования. Кроме того, применение данных методов требует значительных затрат на приобретение приборов, и определенной квалификации, а так же навыков применения подобного оборудования и анализ полученных результатов. До настоящего момента не создано простых в обращении и имеющих низкую стоимость визуальных средств раннего предупреждения о неисправностях электрооборудования.

Развитие аварийной ситуации на электроустановках, как правило, протекает незаметно и может занимать длительное время [5]. Протекание таких аварийных режимов работы как перегрузка или большое переходное сопротивление занимает, как правило длительное время и внешне практически незаметно, однако выделение избыточного количества тепла сопровождающее эти процессы неизбежно ведет к преждевременному старению изоляции и как к следствию к возникновению пожара [6].

Одним из инновационных методов обнаружения пожароопасных режимов электрооборудования можно считать применение красителей, основанных на эффекте хромии. В целом хромия это обратимое изменение окраски, под воздействием каких-либо физических, химических или физико-химических импульсов. Существуют разные виды хромии, в зависимости от какого вида импульса происходит изменение цвета: фото-, хемо-, сольвато-, механо-, электро-, термохромия. Актуальным, для предупреждения опасных режимов работы электрооборудования является термохромия.

Одним из свойств термохромных красителей является возможность смешивания с различными видами красок, герметиков и прочих материалов, с дальнейшим сохранением своих свойств. Такая возможность предоставляется, благодаря технологии жидких кристаллов. Они содержатся во множестве микрокапсул, которыми насыщена термохромная краска. Стенки капсул защищают жидкие кристаллы, благодаря этому, данные пигменты можно перемешивать.

Для обнаружения пожароопасных режимов работы необходимо использовать обратимые термохромные краски в виде добавок в изоляцию проводов или в виде индивидуальных стикеров – наклеек. При достижении недопустимых для нормальных режимов работы электрооборудования температур термоиндикатор изменяет цвет и сигнализирует о наличии неисправности. После охлаждения цвет индикатора возвращается к исходному. Термочувствительная краска представляет собой капсулированный жидкокристаллический состав с определенной температурной характеристикой, то есть для каждого индивидуального случая может быть подобран свой индикаторный состав [7].

Этот метод является одним из наиболее перспективных и дешевых способов контроля температуры корпусов и оболочек электрооборудования, как в промышленности, так и в быту. Данный метод является более простым, эффективным не требует специальной подготовки, не занимает много времени и сил.

Из всего вышесказанного делаем вывод о том, что в зависимости от вида электроизоляционных материалов, мы можем подобрать для конкретного электрооборудования термохромный краситель, который при нагревании установки или отдельного потенциально опасного элемента, будет изменять цвет и тем самым показывать, что скоро может наступить аварийный режим работы, который в свою очередь может привести к пожару. Тем самым появляется возможность предупреждения возникновения аварийного режима работы, который может привести к возгоранию. В связи с этим повышается пожарная безопасность при эксплуатации электрооборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2009 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. - М.: ВНИИПО, 2010, - 135 с.: ил. 40.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. - М.: ВНИИПО, 2012, - 137 с.: ил. 40.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2017, - 124 с.: ил. 40.
4. Хальясмаа А. И. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций: учебное пособие — Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2015. — 64 с.
5. Костарев Н. П., Черкасов В. Н. Методы оценки пожарной опасности электроустановок: Учеб.пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2002.–107 с.
6. Чешко И. Д., Плотников В. Г. Анализ экспертных версий возникновения пожара. В 2-х книгах. СПбФ ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Кн. 1 – Санкт-Петербург: 2010. – 708 с.
7. Никифоров А.Л., Карасев Е.В., Булгаков В.В., Животягина С.Н. Использование термохромных материалов в качестве сигнальных средств предупреждения пожаров в электроустановках // «Пожаровзрывобезопасность» Т. 24, №9, 2015 г. С.41-46.

УДК 614.84

К. А. Зимин, Н. А. Кропотова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ТЕХНОЛОГИЯ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ КОМПОНЕНТОВ РАКЕТНОГО ТОПЛИВА ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ АВАРИЙ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

В данной статье приводится обоснование обеспечения безопасности при передвижении составов на путях железнодорожного сообщения с химически-опасными веществами. Предложена методика нейтрализации химически опасных веществ для ликвидации последствий аварийных разливов. Данная технология основана на применении температурно-активированной воды с включением нейтрализаторов.

Ключевые слова: техническое решение, температурно-активированная вода, химически-опасное вещество, безопасность путей сообщения, железнодорожный транспорт, нейтрализация аварийных проливов, механизм нейтрализации, обеспечение безопасности.

К. А. Zimin, N. A. Kropotova

TECHNOLOGY FOR NEUTRALIZATION OF ROCKET FUEL COMPONENTS FUEL IN CASE OF ACCIDENTS ON RAILWAY TRANSPORT

This article provides a rationale for ensuring safety when moving trains on railway tracks with chemically dangerous substances. The method of neutralization of chemically dangerous substances for elimination of consequences of emergency spills is offered. This technology is based on the use of temperature-activated water with the inclusion of neutralizers.

Keywords: technical solution, temperature-activated water, chemical-dangerous substance, safety of communication routes, railway transport, neutralization of emergency spills, neutralization mechanism, safety assurance.

Ракетное топливо или компоненты ракетного топлива космической индустрии являются химически-опасным веществом. Для обеспечения безопасности при работе с опасными веществами требуется определенный подход, а в случае возникновения нештатных ситуаций требуется методика нейтрализации обеспечивающая необходимые меры безопасности при организации таких работ. Вещества, используемые для компонент ракетного топлива, доставляются на космодромы посредством железнодорожного транспорта. Обеспечение безопасности при транспортировке химически-опасных веществ требует особого подхода. Анализ данных за последние пять лет показал увеличение количества аварий на железнодорожном транспорте (рис. 1), связанные с разливом компонент ракетного топлива.

Данные свидетельствуют о том, что, пролив компонентов жидкого топлива для ракетно-космической индустрии перевозимое за счет железнодорожного транспорта имеет место быть, и как следствие необходимо техническое решение и новые подходы, позволяющие минимизировать экологические последствия аварийных ситуаций. На сегодня данная тематика остается актуальной, поскольку основной причиной аварий – сход с рельс вагонов, а 30 % всех причин – разрушение цистерны, поскольку помимо искусственного повреждения важное место занимает устаревание эксплуатируемого фонда. Например, в 2002 году под Санкт-Петербургом произошла утечка ракетного топлива из-за образования трещины в сварочном шве цистерны. В 2013 году 51 цистерна, в восьми из которых находились компоненты ракетного топлива, в Ростовской области сошла с рельс. Январь 2020 года на железнодорожной станции Токи в Ваннинском районе Хабаровского края произошел разлив опасного груза из железнодорожной цистерны, где произошла утечка через донную пробку.

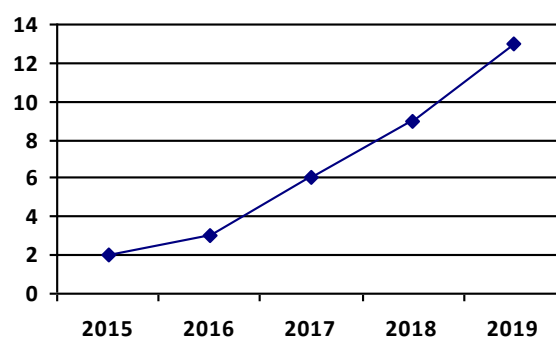


Рис. 1. Анализ данных аварий на железнодорожном транспорте

Опасность данных аварийных выбросов подтверждается проведением специальных экологических экспертиз [1]. Осуществление транспортной деятельности предполагает проведение природоохранных мероприятий как в районах путей сообщения, так и в позиционных районах железнодорожного депо, а также при ликвидации аварийных объектов и утилизации изделий железнодорожной техники.

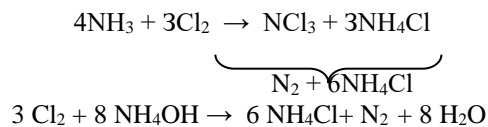
Таким образом, при сходе железнодорожных вагонов с путей сообщения или всего железнодорожного состава, использующихся для перевозки жидкого топлива для ракетно-космической индустрии, нарушается поверхностный слой почвы и растительный покров, происходит загрязнение приземной атмосферы, почвы и растительности остатками топлива и продуктами его горения (в случае взрыва), а также засорение территории фрагментами железнодорожной техники (рис. 2).



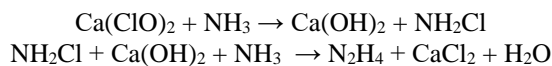
Рис. 2. Проведение погрузочно-разгрузочных работ и расстановка вагонов по местам погрузки (выгрузки)

Поскольку к специфическим загрязняющим веществам ракетно-космической индустрии относятся, прежде всего, несимметричный диметилгидразин (НДМГ), окислитель на основе азотного тетраоксида (АТ) и перекись водорода. Использование этих веществ требует особенного внимания как с точки зрения возможных последствий при возникновении аварийных ситуаций, так и с позиции исключения возможности попадания в окружающую среду химически опасных загрязняющих веществ при проведении перевозочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте

Для устранения недостатков традиционных способов предлагается способ нейтрализации при аварийных проливах и осаждением облака с ядовитыми парами АХОВ, содержащего аэрозоль из паров компонентов ракетного топлива, с использованием температурно-активированной воды (ТАВ) [2]. В результате взаимодействия хлора с аммиаком образуется хлористый азот NCl_3 (взрывчатая желтая маслянистая жидкость), которая разлагается:



Аммиак под действием гипохлорита натрия через стадию образования хлорамина, превращается в гидразин. Приведем только суммарные уравнения:



Механизм воздействия основан на избыточном объеме водяного тумана, который эффективно осаждает дым и пары АХОВ, который вытесняет воздух и как следствие кислород воздуха, уменьшая тем самым процентное содержание окислителя в аварийной зоне, которое возможно будет сопровождаться, как правило, горением.

Данное свойство ТАВ можно использовать для химического связывания и нейтрализации паров АХОВ компонент ракетного топлива, не дав возможности парогазовому облаку испарений добраться до жилых районов. В результате, зная конкретное наименование АХОВ и нейтрализуя их на молекулярном уровне струями ТАВ с введением нейтрализующих химических растворов, все оседающие капли будут иметь близкий к нейтральному рН показатель, а химический состав будет не активным, так как химическая реакция по нейтрализации пройдет в капельном состоянии при коагуляции частиц АХОВ и ТАВ с нейтрализующим раствором [3].

Кроме того, при использовании нейтрализующих растворов и подаче в виде распыленной воды (крупные капли) на грунт, большая часть жидкости способна проникнуть в грунтовые воды, тем самым загрязняя их, а предлагаемая технология ТАВ исключает возможность загрязнения грунтовых вод.

Принципиальный подход нейтрализации частиц АХОВ с использованием ТАВ и последующим осаждением укрупненного аэрозоля за счет гравитационного осаждения, инерционного осаждения (турбофорез) и термофореза является инновационным в данной области.

Как и любой сложный технологический комплекс железнодорожный транспорт потенциально опасен для природной среды и населения особенно при аварийных ситуациях, возникающих при перевозке опасных грузов. Несмотря на предлагаемые новые подходы защита населения с использованием передовых технологий и инновационных средств остается актуальной по сей день.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Хакимов Р.Р., Кропотова Н.А.* Обоснование безопасности при использовании температурно-активированной воды на химических объектах. // Сборник научно-практической конференции «Комплексные проблемы техноферной безопасности». – Воронеж, 2019. – С. 165 – 169.

2. *Кропотова Н.А.* Нейтрализация аварийных проливов химически опасных веществ температурно-активированной водой // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. – С. 166 – 169.

3. *Хакимов Р.Р., Кропотова Н.А.* Экологическая опасность ракетно-космической техники // Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны «Гражданская оборона на страже мира и безопасности»: в 3 ч. – Москва: Академия ГПС МЧС России, 2020. – Ч. II. – С. 378 – 383.

УДК: 677.027.652

А. Р. Зимнуров, О. В. Козлова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ПОЛУЧЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНЫХ РИСУНКОВ С ИК-РЕМИССИЕЙ НА ПАРААРАМИДНОЙ ТКАНИ

Разработана технология получения текстильных рисунков на параарамидной ткани, предусматривающая нетрадиционный подход к снижению уровня ремиссии в ИК-области спектра, предусматривающий модификацию напечатанной ткани полимерной композицией, включающей черный пигмент.

Ключевые слова: параарамидная ткань, ИК-ремиссия, текстильные рисунки, полимерная композиция.

A. R. Zimnurov, O. V. Kozlova

OBTAINING TEXTILE DRAWINGS WITH IR-REMISSION ON PARA-ARAMID FABRIC

A technology has been developed for obtaining textile patterns on a para-aramid fabric, which provides for an unconventional approach to reducing the level of remission in the infrared region of the spectrum, providing for the modification of the printed fabric with a polymer composition including a black pigment.

Key words: para-aramid tissue, IR remission, textile patterns, polymer composition.

Наиболее актуальными расцветками для армейской одежды является камуфляж. «Камуфляж» в переводе с французского означает «маскировка» и предназначен для затруднения опознавания вероятным противником очертаний бойца на местности при использовании визуального, фото-, и оптоэлектронного способа. Расцветка камуфляжа представляет собой, как правило, многоцветный пятнистый рисунок (крупные, либо мелкие пятна), искажающие и размывающие очертания бойца. Исходя из назначения камуфляжа формируются предъявляемые к нему требования. Для камуфляжа гражданского назначения: рабочей одежды, формы охранников, костюмов охотников, рыбаков и дачников - не предъявляется жестких требований к маскировке.

Для армейского камуфляжа необходима маскировка, как в дневное, так и в ночное время (отсутствие дешифровки приборами ночного видения). Кроме того, необходимы высокие показатели устойчивости окраски к свету и светопогоде, стиркам, поту, трению. Важным показателем являются высокие эксплуатационные качества, механическая прочность, неизменяемость окраски при длительном хранении.

Ремиссия текстильного материала зависит в основном от красителей, которыми он окрашен. При подборе красителей для создания камуфляжного рисунка учитывают уровень ремиссии для каждого цвета. Он индивидуальный, но обязательно лежащий в пределах 10–60%. Например, в случае трехцветного рисунка — коричневым 15–25%, зеленый 30–50%, хаки 60–80%. Наиболее современной является технология печати камуфляжных рисунков пигментами. Применение пигментной печати с экономической точки зрения имеет ряд известных преимуществ. Для печатного рисунка мы подбираем пигменты, способные обеспечить необходимые маскирующие оттенки.

Целью работы явилась доработка технологии колорирования текстильных материалов под «камуфляж», полностью удовлетворяющую требованиям силовых структур при использовании отечественных полимеров. При производстве камуфляжа по заказу МО применяемые смеси красителей должны соответствовать требованиям по уровню ремиссии окрашенных и напечатанных тканей [1,2]. С этой целью в пигментные композиции на основе отечественных связующих и пигментов основных цветов RGB и CMY вводились добавки принткса черного для достижения необходимого уровня отражения в ИК области.

Спектральные кривые отражения с напечатанных образцов получали с помощью спектрофотометра Lambda с приставкой (150мм Интегрирующая сфера), позволяющей оценить отражение в спектральном рабочем диапазоне 250 - 900 нм, т.е. в зоне ИК-ремиссии.

На рис.1 на примере красного К-В пигмента показаны характерные для получаемых цветов спектральные кривые. Характер кривых показывает снижение уровня ремиссии на 30% а, следовательно, приобретение тканью эффекта маскировки при восприятии приборами ночного видения.

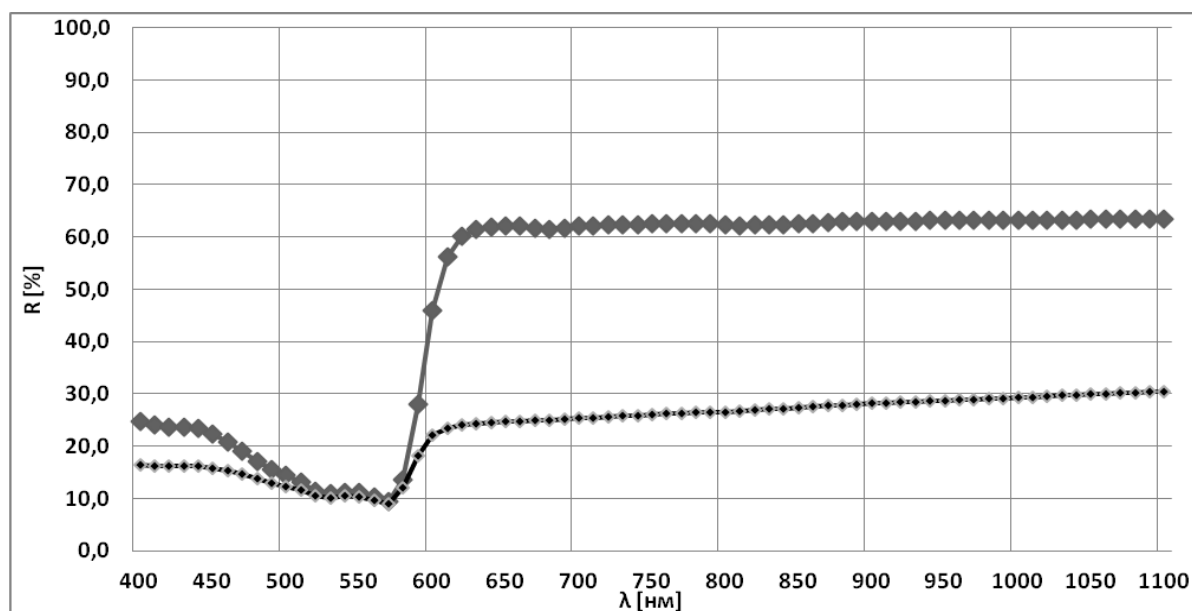


Рис. 1. Спектральные характеристики окрасок, напечатанных на хлопкополиэфирной ткани пигментом красным К-В: верхняя кривая – исходный цвет; нижняя – с добавкой черного пигмента

Кроме того в работе рассмотрен оригинальный подход к снижению уровня ремиссии в ИК-области спектра. Нами предложено вводить черный пигмент в полимерную композицию, которой модифицируют колорированную ткань путем поверхностного ракельного нанесения. После сушки и фиксации при температуре 150°C в течение 2-3 минут окраска приобретает свойство ИК-ремиссии.

В качестве связующего выбран термореактивный (мет)акриловый сополимер Рузин-14и, обеспечивающий получение прочной фиксации пигмента с хорошими физико-механическими показателями окраски. На рис. 2 показаны спектры отражения, снятые с окрасок пигментом красным без и с модификацией полимером.

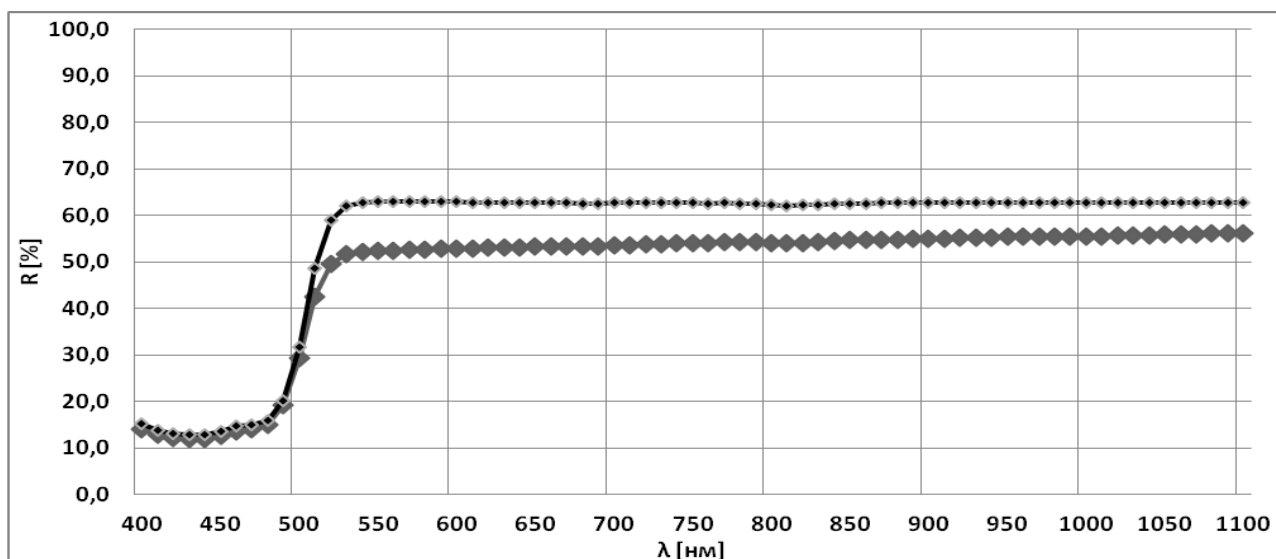


Рис. 2. Спектральные характеристики окрасок, напечатанных на хлопкополиэфирной ткани пигментом желтым светопрочным: верхняя кривая – исходный цвет; нижняя – с добавкой черного пигмента

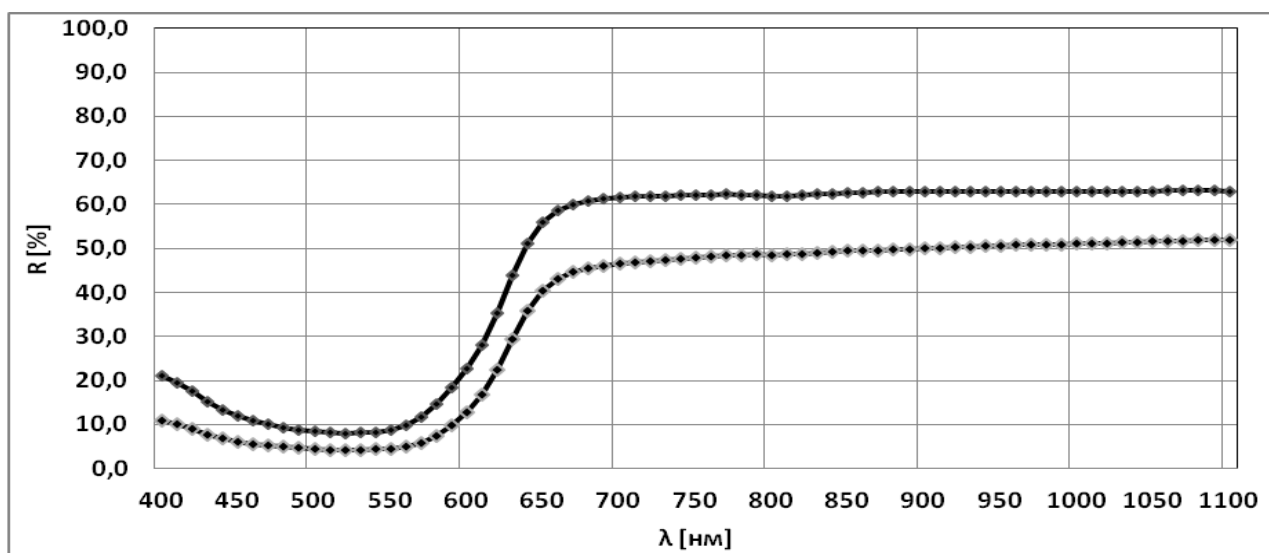


Рис. 3. Спектральные характеристики окрасок, напечатанных на ткани пигментом красным Р-В без модификации (верхняя кривая) и с поверхностной модификацией полимерной композицией (нижняя кривая)

Результатом исследований явилось выявление допустимых концентрационных диапазонов добавок принтекса черного в печатные краски на основе основных цветов RGB и их смесей. В последующих работах будет проведена широкая серия подработок по воспроизводству цветов, характерных для местности в различное время года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://forum.splav.ru/index.php?/topic/742-инфракрасная-ремиссия/>
2. <https://studylib.net/doc/10973025/assessment-and-verification-of-the-functionality-of-new>. Оценка и проверка работоспособности камуфляжных рисунков

УДК 667.647.2

Ю. Е. Карцева, Т. Н. Зеленкова, О. В. Козлова

ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРОВ-МОДИФИКАТОРОВ В ПЕРЕВОДНОЙ ПЕЧАТИ ПО ТЕКСТИЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ ИЗ НАТУРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН

Рассмотрено применение полимеров-модификаторов при переводной печати текстильных материалов из природных волокон. Полученные данные показывают эффективность использования полимеров-модификаторов для текстильных материалов, выбраны условия переноса дисперсного красителя в процессе сублимации.

Ключевые слова: полимеры-модификаторы, сублимационная переводная печать, проникновение дисперсного красителя.

Yu. E. Kartseva, T. N. Zelenkova, O. V. Kozlova

THE APPLICATION OF POLYMER-MODIFIER IN TRANSFER PRINTING OF TEXTILE MATERIALS OF THE NATURAL FIBERS

The article discusses the application of polymer-modifier in transfer printing of textile materials of the natural fibers. The experimental data show the effectiveness using of polymer-modifier of textile materials, determined conditions of transfer disperse dye in sublimation printing process.

Keywords: polymer-modifier, sublimation transfer printing, penetration of dye.

В настоящее время одним из распространенных непрямых методов набивки тканей является сублимационная печать. Основным недостатком такой печати является то, что дисперсные красители закрепляются только на синтетическом материале, поскольку только к ним они имеют наибольшее сродство. Для эффективного переноса красителя на ткань последняя должна иметь в своем составе не менее 65% синтетического (преимущественно полиэфирного) волокна.

Одним из методов химической модификации текстильных волокон и материалов является обработка их полимерами – модификаторами или как их принято называть сублимационными праймерами, используемыми для обработки различных материалов, на которые без предварительной подготовки не может быть осуществлен сублимационный перенос. После отверждения праймера изображение наносится на него сублимационным способом.

Целью работы явился выбор препаратов – полимеров акриловой и уретановой природы, выпускаемых отечественными производителями (ООО «Оргхимпром», ООО «Сван», ОАО «Пигмент», ЗАО «Макромер» и др.), способных осуществить перенос сублимационных красителей в целлюлозосодержащие ткани и оценка эффективности и целесообразности разработки технологии переводной печати по текстильным материалам любого волокнистого состава.

В работе в качестве сублимационных праймеров под переводную печать использованы препараты отечественного производства – сополимеры метакриловых мономеров и стирола – серии лакротенов, рузинов, эмультексов, ларусов, а также полимеры на основе уретанов - акваполы.

На первом этапе работы была оценена эффективность использования вышеназванных полимеров-модификаторов в качестве праймеров под термопечать с бумаги на ткань, выбраны наиболее эффективные из них (рис.1), проведен выбор оптимальных температурно-временных условий процесса переноса дисперсного красителя с бумажной подложки на текстильный материал. В качестве оборудования для сублимационного перевода красителей с бумажной подложки на ткань использован термопресс модели SFS-MO4B.

Результаты исследований показали, что по комплексу полученных данных (степень переноса красителя, гриф ткани, четкость отпечатка и др.) большую привлекательность для дальнейших экспериментов и возможного внедрения имеют такие полимеры, как Ларус-33, Ларус-21и, Лакротен-Э64, Аквапол-11 и Аквапол-10. Для выбора необходимых условий осуществления процесса сублимации был проведен ряд экспериментов, в которых в качестве объекта исследования выбрана хлопкополиэфирная ткань с содержанием 67% синтетической и 33% хлопковой составляющих.

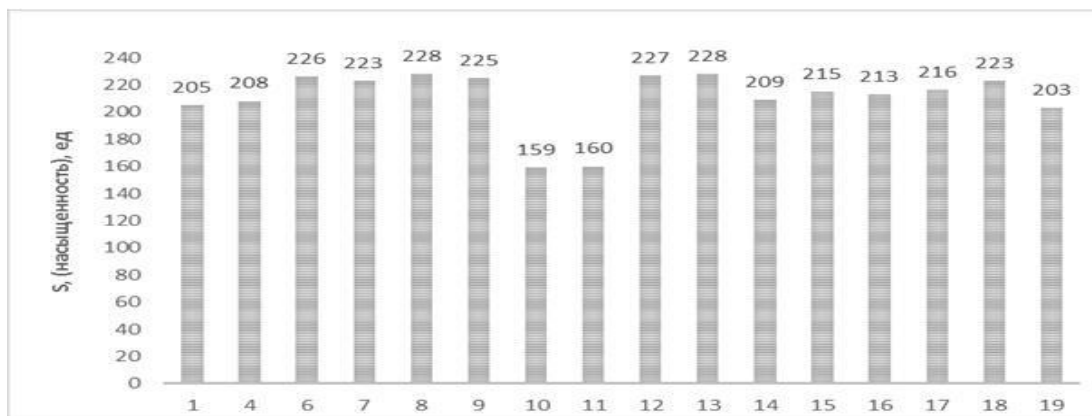


Рис. 1. Переводная печать по хлопчатобумажной ткани дисперсным алым п/э с предварительной модификацией текстильного материала полимерами: 1– Ларус-33, 4-Рузин-33, 6- Ларус-21И, 7- ЛакротенЭ64, 8- Аквапол-11, 9- Аквапол-10, 10– Рустан14, 11- С-612, 12– KFC, 13- Mlihanate, 14- Гликазин, 15- Аквапол-12, 16- Нува- HPU, 17- EEE, 18- AIR, 19-WEB

Кинетическая кривая переноса красителя с бумажной подложки на ткань при заданной температуре 200°C, выявила наилучший результат по интенсивности окрасок, полученный при длительности термообработки образца 40 секунд. Поскольку эффект переноса красителя на ткань зависит от толщины полимерного слоя, то необходимо было определить оптимальную концентрацию препарата, обеспечивающую эффективную сублимацию красителя.

Эксперимент проводили на текстильных материалах с различным волокнистым составом, среди которых интерес представляли хлопчатобумажные, полульняные, хлопкополиэфирные и перспективные в настоящее время – параарамидные. Предварительное праймирование ткани осуществляли препаратом Ларус-33 при различных его концентрациях путем ракельного нанесения на ткань загущенной композиции праймера, после чего осуществляли термообработку, термоперевод красителя с бумаги и анализ интенсивности полученных окрасок.

На диаграмме (рис.2) представлены результаты переводной печати по тканям из различных волокон с предварительной модификацией их Ларусом-33. Можно заметить, что для большинства тканей повышение концентрации препарата более 150 г/кг не целесообразно, так как ее дальнейшее увеличение на степень переноса красителя практически не влияет, поэтому эта концентрация принята нами за оптимальную.

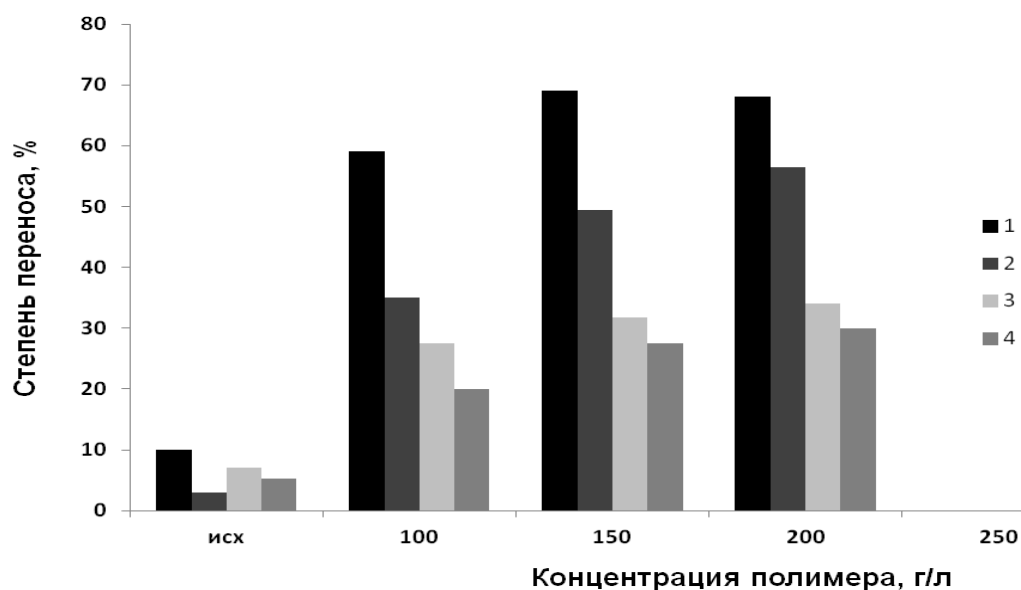


Рис. 2. Влияние концентрации полимера-модификатора на степень переноса дисперсного красителя в ткани: 1 – хл/полиэфирная; 2 – параарамидная; 3 – хлопчатобумажная ткань; 4 – полульняная ткань

Таким образом, исследована возможность переноса дисперсного красителя с бумаги на текстильный материал различного волокнистого состава (в том числе и натурального). Показано, что проблема может быть решена путем предварительной обработки материала полимером акриловой природы.

Выбраны оптимальные условия (вид полимера, концентрации) и параметры (температура и время) проведения процесса модифицирующей обработки и перевода. Максимальные значения интенсивности окраски достигаются при использовании Ларуса-33 в качестве праймера с концентрацией 150 г/кг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козлова О.В., Меленчук Е.В. Использование полимеров-модификаторов при колорировании параарамидных тканей /Изв.вузов. Химия и химическая технология.- 2013, Т. 56, №. 8.- стр. 90-92.

УДК 544.452

*О. П. Коробейничев*¹, *С. А. Трубачев*^{1,2}, *Р. К. Глазнев*^{1,2},
*А. А. Палецкий*¹, *А. Г. Шмаков*¹, *Ч. Ма*³, *К. Вэнг*³, *Ю. Ху*³

¹Институт Химической Кинетики и Горения им. В.В. Воеводского СО РАН, Новосибирск

²Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск

³State Key Laboratory of Fire Science, University of Science and Technology of China, Huangshan Road 443, Хефей, Анхуй, Китай

РАЗРАБОТКА АНТИПИРЕНОВ ДЛЯ ЖППУ И ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ИХ ДЕЙСТВИЯ

В работе исследовано влияние антипиренов различных типов (фосфор- и азот- содержащие, коммерческие и на биологической основе) на горючесть жёсткого пенополиуретана (ЖППУ). Измерена эффективность влияния антипиренов с помощью тестов на горючесть (ТГА, КИ, UL-94, конусный калориметр ISO 5660-1) и выявлены механизмы их действия.

Ключевые слова: антипирены, горючесть, жёсткий пенополиуретан, пиролиз, UL-94.

*О. P. Korobeinichev*¹, *S. A. Trubachev*^{1,2}, *R. K. Glaznev*^{1,2},
*A. A. Paletsky*¹, *A. G. Shmakov*¹, *Chao Ma*³, *Xin Wang*³, *Yuan Hu*³

DEVELOPMENT OF FLAME RETARDANTS FOR RPUF AND STUDY OF THE MECHANISM OF THEIR ACTION

The paper investigates the effect of various types of flame retardants (phosphorus- and nitrogen-containing, commercial and biological) on the flammability of rigid polyurethane foam (RPUF). The effectiveness of the flame retardants has been measured using flammability tests (TGA, LOI, UL-94, cone calorimeter ISO 5660-1); and the mechanisms of flame retardants action have been identified.

Key words: flame retardants, flammability, rigid polyurethane foam, pyrolysis, UL-94.

Жёсткий пенополиуретан (ЖППУ) является широко используемым в строительной индустрии полимерным материалом для утепления фасадов зданий. Он обладает хорошей тепло- и звукоизоляцией, небольшим весом, достаточной прочностью и низкой ценой. Однако он легко воспламеняется и представляет большую пожароопасность. ЖППУ является полимером, на поверхности которого при горении образуется углеродистый остаток («char»). «Char» влияет на поступление тепла из пламени в конденсированную фазу, на теплопроводность поверхностного слоя, проницаемость поверхности для летучих продуктов пиролиза, поэтому его образование приводит к снижению горючести ЖППУ. Горючесть ЖППУ на основе таких тестов как кислородный индекс (КИ), конусный калориметр, термогравиметрический анализ (ТГА) изучалась, например, в [1], [2]. Основным методом снижения горючести полимерных материалов является введение в них антипиренов. Однако механизм действия антипиренов на горючесть полимеров изучен недостаточно. В литературе содержится большое количество экспериментальных исследований влияния антипиренов на горючесть ЖППУ. Например, в [3-4] исследовано влияние трихлорэтилфосфата, ангидрида борной и фосфорной кислот, оксиэтилендифосфоновой кислоты и полиэтиленполиамин на термическое разложение пенополиуретана. Показано, что введение этих добавок увеличивают энергию активации процесса пиролиза пенополиуретана а также долю коксового остатка. Однако в литературе практически отсутствуют данные о механизме влияния добавок антипиренов на

горючесть ЖППУ. Целью данной работы является комплексное исследование влияния различных антипиренов на горючесть жёсткого пенополиуретана.

В работе исследованы три типа добавок антипиренов в составе жесткого пенополиуретана: фосфор- и азотсодержащие огнезащитные полиолы; рецептура на основе коммерчески выпускаемых антипиренов; антипирен на биологической основе. Фосфорсодержащий полиол был впервые синтезирован на основе бензол-оксидхлорида фосфора и 1,4-бутандиола; азотсодержащий полиол был получен из меламина, параформальдегида и диэтанолamina по реакции Манниха. Был подтвержден синергетический эффект добавок фосфорсодержащего полиола и азотсодержащего полиола для повышения огнестойкости жёсткого пенополиуретана с добавками расширяющегося графита (РГ). Когда соотношение двух полиолов составляло 1:1, а количество огнестойкого полиола составляло 70% от общего количества полиола, при добавке 15% РГ кислородный индекс (КИ) достигал 33,5% [5]. На основе полученных данных был предложен механизм действия антипиренов в конденсированной фазе. Кроме того, в работе [6] коммерчески выпускаемые антипирены, гипофосфит алюминия (ГФА) и РГ, были использованы для исследования их синергетического эффекта на огнестойкость ЖППУ. Результаты тестов КИ и UL-94 показали, что образец ЖППУ с добавкой 10% РГ и 5 % ГФА имеет горючесть V-0 в тесте UL-94 и достигает относительно высокого значения кислородного индекса – 28.5%, что превосходит КИ для образцов с другими соотношениями между РГ и ГФА в составе ЖППУ при эквивалентном количестве наполнителя [6]. В работе обсуждается синергетический механизм огнестойкости. Наконец, лигнин был химически модифицирован понижающим горючесть элементом фосфором посредством трехстадийной реакции для создания антипирена на биологической основе. Путем замены части полиэфирного полиола на лигнин, модифицированный полиолом, и инкапсулированным полифосфатом аммония, термическая стабильность, огнезащитные свойства и механические свойства полиуретановых пен были улучшены.

Фосфор-содержащие антипирены, как правило, действуют в газовой и конденсированной фазе [2, 7-8]. Газофазное влияние заключается в том, что атомы водород и ОН радикалы в ходе цепных реакций заменяются менее эффективными радикалами (содержащими фосфор) или нейтрализуются радикальной рекомбинацией в газовой фазе [7-8]. Другим местом действия антипиренов является конденсированная фаза, и в случае с ЖППУ, это действие проявляется в увеличении выхода углеродистого каркаса («char») при термическом разложении полимера [2]. В Таблице 1 показаны результаты тестов в конусном калориметре различных составов коммерческих антипиренов (РГ, полифосфат меланина –ПФМ, Lanxess Disflamoll 51092 дисфламола) и антипирена на биологической основе (БИО), вводимых в пенополиуретан (в концентрациях до 1.5%).

Таблица 1. Данные конусного калориметра для ЖППУ с добавками антипиренов и без них

Состав	Максимум скорости выделения тепла (кВт/м ²)	Относительное изменение максимума скорости выделения тепла (%)	Полное тепловыделение (МДж/м ²)	Относительное изменение полного тепловыделения (%)	Выход чара (%)	Относительное изменение выхода чара (%)
ЖППУ	329	-	33.0	-	15%	
ЖППУ+1.5%РГ	281	-14.6%	40.6	+23%	17%	+2%
ЖППУ+1.5%МПФ	284	-13.7%	33.2	+0.6%	19%	+4%
ЖППУ +1.5% дисфламола	337	+2.4%	29.2	-11.5%	15%	0%
ЖППУ +1.5% БИО	332	+0.9%	32.4	-1.8%	15%	0%
ЖППУ- 0.75%РГ+0.75%М ПФ	231	-29.8%	13.8	-58%	17%	+2%
ЖППУ +0.75% дисфламола +0.75% БИО	320	-2.7%	23.5	-28.8%	15%	0%
ЖППУ +0.75% МПФ +0.75% дисфламола	265	-19.5%	29.6	-2.72%	17%	+2%
ЖППУ +0.75%МПФ+0.75 % БИО	275	-16.4%	26.3	-20.3%	17%	+2%

Добавки антипиренов приводят к снижению максимума скорости выделения тепла (HRR) или полного тепловыделения (THR). Конусный калориметр (Fire Testing Technology, UK) был использован в соответствии со стандартом ISO 5660-1. Величина теплового потока в калориметре составляла 35 кВт/м². Добавки некоторых антипиренов при низких концентрациях (1.5%) приводят даже к увеличению максимальной скорости выделения тепла на 0.9-2.4 % (дисфламо,л, БИО), однако, их комбинации с другими антипиренами приводят к синергизму (Табл. 1). Например, максимум скорости тепловыделения (HRR) снижается более заметно для состава ЖППУ+0.75%ПФМ/0.75%дисфламо,л (-19.5%), чем для составов ЖППУ+1.5%ПФМ (-13.7%) и особенно ЖППУ+1.5% дисфламо,л (+2.4%). Самым эффективным составом, по результатам этого теста, является ЖППУ-0.75%РГ+0.75%ПФМ как с точки зрения уменьшения скорости выделения тепла, так и по снижению полного тепловыделения. На основании результатов тестов в конусном калориметре нельзя однозначно выявить место действия антипирена (газовая или конденсированная фаза). С помощью термогравиметрического анализа (инертная атмосфера, темп нагрева – 10 К/мин) был исследован эффект влияния антипирена на горючесть ЖППУ в конденсированной фазе. В частности, увеличение выхода «char» при термическом разложении свидетельствует в пользу к-фазного механизма действия. Из Табл. 1 можно видеть, что антипирены ПФМ и РГ увеличивают количество углеродистого остатка, что свидетельствует о влиянии антипиренов в конденсированной фазе. В случае добавки двух антипиренов вклад в образование «char» вносит только ПФМ, если он есть в составе, в то время как дисфламо,л и БИО на образование «char» не влияют. Также было проведено исследование кинетики термического разложения ЖППУ с добавками антипиренов 1.5% ПФМ, 3% ПФМ, 1.5% РГ и без них на основе экспериментальных данных, полученных с помощью термогравиметрического анализа (инертная атмосфера, скорость нагрева 10 К/мин). Однако, заметного влияния на кинетику пиролиза выявлено не было. Вероятно, основной вклад в механизм ингибирования в конденсированной фазе вносит образование «char».

Углеродистый остаток затрудняет выход летучих продуктов пиролиза ЖППУ, которые служат топливом, в газовую фазу. Уменьшение горючего приводит к снижению теплового потока из пламени на поверхность полимера, следовательно, происходит увеличение огнестойкости. Нами была измерена проницаемость (по формуле Дарси [9]) слоя «char» чистого ЖППУ и ЖППУ с добавками РГ и ПФМ (Табл. 2). Как было сказано ранее, добавка ПФМ и РГ приводит к увеличению выхода «char». При этом проницаемость слоя «char» на поверхности ЖППУ уменьшается при добавке этих антипиренов. Следовательно, их действие приводит к уменьшению выхода летучих продуктов пиролиза ЖППУ из полимера в газовую фазу, и как следствие, приводит к снижению горючести.

В данной работе было проведено комплексное исследование влияния антипиренов различного типа (фосфор- и азотсодержащие огнезащитные полиолы; коммерчески выпускаемые антипирены; антипирен на биологической основе) на горючесть жёсткого пенополиуретана. Было выявлено, что некоторые антипирены (такие ПФМ) снижают горючесть ЖППУ, действуя в газовой и конденсированной фазах, а остальные (например, расширенный графит) действуют только в конденсированной фазе. Предложен к-фазный механизм снижения горючести ЖППУ за счёт образования углеродистого каркаса («char») при термическом разложении полимера. Слой «char» препятствует прохождению летучих продуктов пиролиза и защищает полимер от теплового потока из пламени. Экспериментально получено, что часть рассматриваемых антипиренов в составе ЖППУ (например, ПФМ и РГ) увеличивают выход «char» и уменьшают его проницаемость для летучих продуктов пиролиза.

Данная работа была выполнена при поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (Проект № 19-58-53016).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. H. Zhu and S. Xu, "Synthesis and properties of rigid polyurethane foams synthesized from modified urea-formaldehyde resin," *Construction and Building Materials*, vol. 202, pp. 718–726, 2019, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2019.01.035.
2. M. Günther, A. Lorenzetti, and B. Schartel, "Fire Phenomena of Rigid Polyurethane Foams," *Polymers*, vol. 10, no. 10, p. 1166, Oct. 2018, doi: 10.3390/polym10101166.
3. С.М.Решетников, А.В. Шилиев, Л.А. Зенитова "Термическое разложение пенополиуретанов с антипиренами" труды 4-ой Международной конференции "Полимерные материалы пониженной горючести", 2011, Вологда, с. 23.
4. С.М. Решетников, А.В. Шилиев, Терморазложение пенополиуретанов с антипиренами. Бутлеровские сообщения. 8(3) (2006) 56-58. DOI: jbc-01/6-8-3-56

**Таблица 2. Проницаемость
поверхностного углеродистого слоя
ЖППУ с добавками антипиренов
и без них**

Состав	Проницаемость (Дарси)
ЖППУ	0.13±0.03
ЖППУ+1.5%РГ	0.095±0.015
ЖППУ+3%МПФ	0.075 ±0.015

5. Yao Yuan, Hongyu Yang, Bin Yu, Yongqian Shi, Wei Wang, Lei Song, Yuan Hu, and Yongming Zhang, Phosphorus and Nitrogen-Containing Polyols: Synergistic Effect on the Thermal Property and Flame Retardancy of Rigid Polyurethane Foam Composites *Ind. Eng. Chem. Res.* 2016, 55, 10813–10822

6. Hongyu Yang, Xin Wang, Lei Song, Bin Yu, Yao Yuan, Yuan Hu and Richard K. K. Yuen, Aluminum hypophosphite in combination with expandable graphite as a novel flame retardant system for rigid polyurethane foams *Polym. Adv. Technol.* 2014, 25 1034–1043

7. B. Scharfel, “Phosphorus-based Flame Retardancy Mechanisms—Old Hat or a Starting Point for Future Development?,” *Materials*, vol. 3, no. 10, pp. 4710–4745, Oct. 2010, doi: 10.3390/ma3104710.

8. Korobeinichev, O. P.; Gonchikzhapov, M. B.; Paletsky, A. A.; Tereshchenko, A. G.; Shmakov, A. G.; Gerasimov, I. E.; Knyazkov, D. A. Structure of Counterflow Flame of Ultrahigh-Molecular-Weight Polyethylene with and without Triphenylphosphate. *Proceedings of the Combustion Institute 2017*, 36 (2), 3279–3286. doi: 10.1016/j.proci.2016.06.117.

9. Qiangjun Zhang, Yong C. Wang, Colin G. Bailey, Richard K.K. Yuen, Joshua Parkin, Wei Yang, Cristina Valles, Quantifying effects of graphene nanoplatelets on slowing down combustion of epoxy composites, *Composites Part B: Engineering*, Volume 146, 2018, pp. 76-87, DOI:10.1016/j.compositesb.2018.03.049.

УДК 620.197.6:678.049.91:532.72

*М. А. Красильникова*¹, *В. М. Балакин*², *О. В. Беззапонная*¹

ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России¹

ОАО Химическая компания «Нитон»², 620141

АНТИПИРЕНЫ ДЛЯ ДРЕВЕСИНЫ НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

В работе изучено влияние фосфорсодержащего огнезащитного состава для древесины, полученного на основе продуктов аминолитиза отходов полиэтилентерефталата (ПЭТФ) с полиэтиленполиамином (ПЭПА) на термическую деструкцию древесины методом синхронного термического анализа и масс-спектрометрии.

Ключевые слова: Огнезащитный состав для древесины, термолитиз древесины, синхронный термический анализ, дифференциально-термогравиметрический метод (ДТГ), дифференциально-сканирующая калориметрия (ДСК).

*М. А. Krasilnikova*¹, *V. M. Balakin*², *O. V. Bezaponnaya*¹

ANTIPYRENE FOR WOOD PRODUCT-BASED DESTRUCTION POLYETHYLENE TEREPHTHALATE

The paper studies the influence of phosphorous flame retardant composition for wood, obtained on the basis of the products of aminolysis of polyethylene terephthalate (PET) with polyethylene polyamine (PAPA) on the thermal degradation of wood by synchronous thermal analysis and mass spectrometry.

Key words: Flame retardant for wood, thermolysis of the wood, simultaneous thermal analysis, differential thermogravimetric method (DTG), differential scanning calorimetry (DSC).

Древесина является одним из наиболее востребованных конструкционных материалов для строительства зданий и сооружений различного функционального назначения. Широкое применение деревянных конструкций (ДК) обусловлено уникальными физико-механическими характеристиками, устойчивостью к действию агрессивной среды, а также природной декоративностью рисунка и текстуры древесины. Однако высокая горючесть ДК ограничивает их применение в строительной сфере. Применение конструкций из древесины для объектов деревянного строительства значительно повышает их горючесть, а в случае возникновения пожара способствует образованию опасных факторов пожара, представляющих значительную опасность для жизни и здоровья человека [1].

В данной работе были изучены огнезащитные составы на основе продуктов аминолитиза ПЭТФ алифатическими аминами, такими как: этилендиамин (ЭДА), гексаметилендиамин (ГМДА), полиэтиленполиамин (ПЭПА) [2].

Продукты аминолитиза ПЭТФ и аминов были использованы для получения азотфосфорсодержащих огнезащитных составов (ОЗС) для древесины.

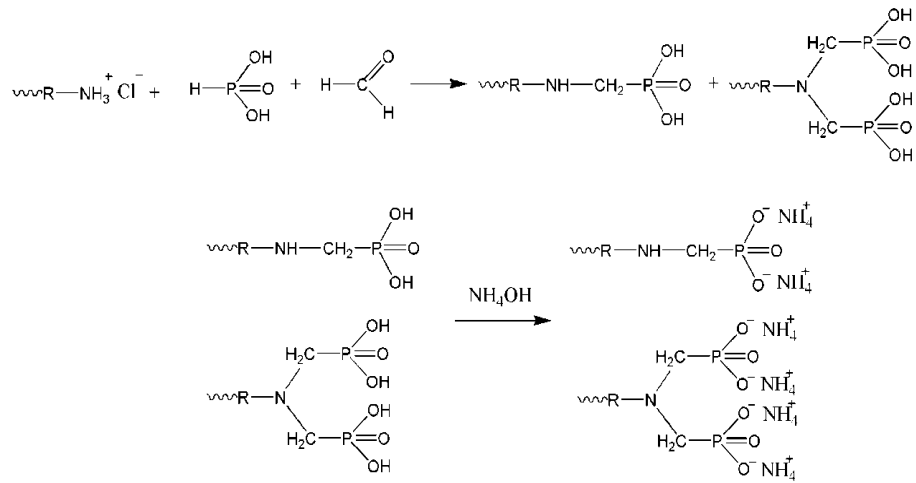


Рис. 1. Схема получения огнезащитного состава

Было исследовано влияние огнезащитных составов на основе продуктов аминолита ПЭТФ ди- и полиаминами на процесс термической деструкции древесины.

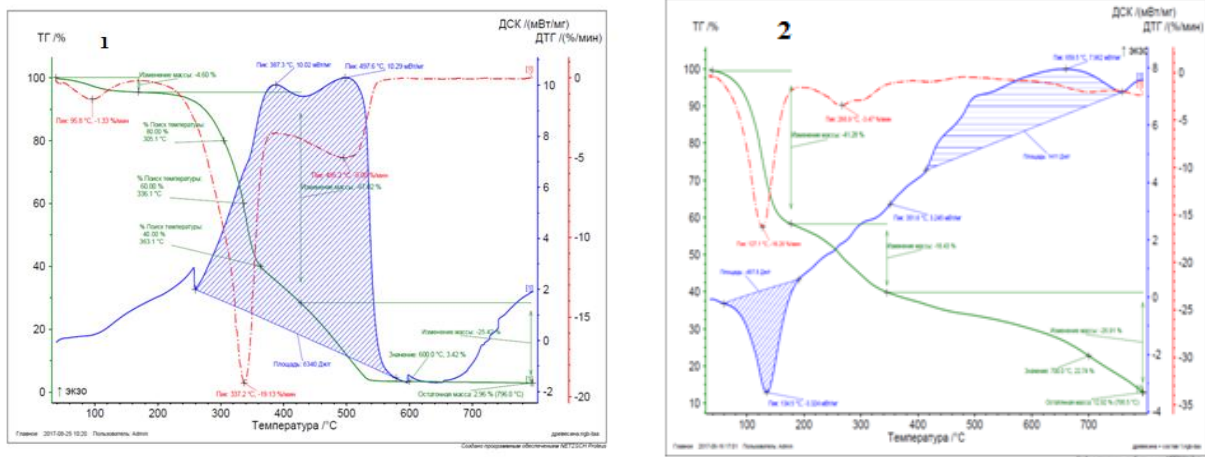


Рис. 2. Термограмма древесины сосны необработанной(1) и обработанной(2) огнезащитным составом

На термогравиметрической кривой древесины, обработанной огнезащитным составом, также видны 3 ступени, свидетельствующие о трёх стадиях термолита древесины. Однако интенсивность потери массы значительно ниже, что свидетельствует об эффективности огнезащитного состава.

Основная потеря массы происходит в интервале температур 60÷200°C и обусловлена протеканием нескольких процессов: дегидратацией углеводной части древесины, плавлением α-метилфосфоновых кислот, присутствующих в огнезащитном составе. Остаточная масса при 600°C составила примерно 34 %, т.е. на порядок выше, чем для не обработанной ОЗС древесины.

Средняя потеря массы в интервале температур от 400-700°C для необработанной древесины составляет 87%, для обработанной древесины составляет 69%. Разница потери массы для обработанной и необработанной древесины составляет 18%. Величина зольного остатка увеличивается в 4,37 раза. Полученные данные свидетельствуют о высоких огнезащитных характеристиках ОЗС.

На ДТГ кривой хорошо видны два пика с максимумами при температурах 127°C и 267°C. Анализ полученных результатов показал, что скорость потери массы снижается в среднем на 2%/мин, что свидетельствует о снижении горючести обработанной огнезащитным составом древесины.

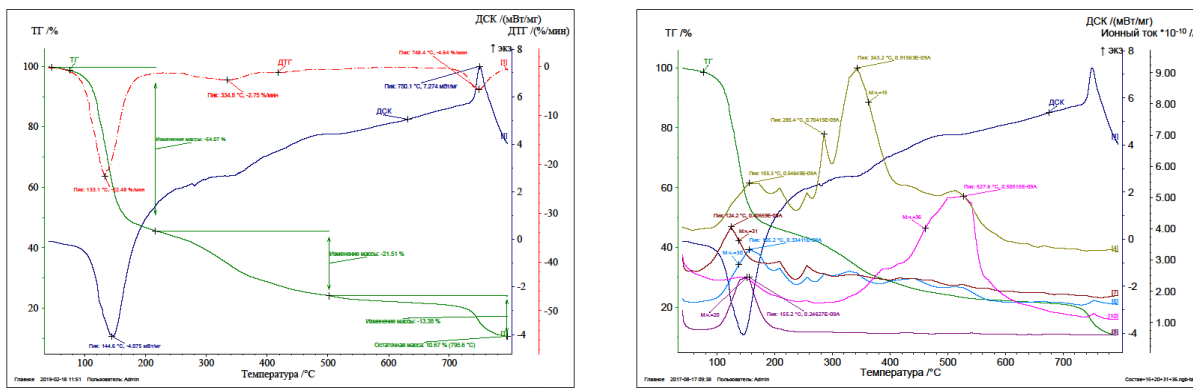


Рис. 3. ДТГ кривая

Результаты исследований свидетельствуют о том, что нанесение на поверхность древесины азотфосфорсодержащего ОЗС на основе продуктов аминолитиза полиэтилентерефталата изменяет механизм ее термического разложения (изменяется количество ДТГ и ДСК пиков, и значения термоаналитических характеристик).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобкова М.Л. Антипирены и антисептики для глубокой пропитки древесины URL: <https://ogneportal.ru/articles/technology/1612>
2. Красильникова М.А. Структура, свойства и применение продуктов деструкции полиэтилентерефталата алифатическими ди- и полиаминами./ Балакин В.М. //Техническая химия от теории к практике: материалы международной научно-технической конференции. Институт технической химии УрО РАН – г. Пермь 2016г.— С.191-195
3. Применение термического анализа при исследовании и экспертизе пожаров: методические указания. /Е.Д. Андреева, М.Ю. Принцева, С.А. Кондратьев, И.Д. Чешко / под ред. Проф. И.Д. Чешко М.: ВНИИПО, 2010. 60с.

УДК 544.77.03

С. И. Ксенофонтов¹, О. В. Васильева², А. Н. Лепев³, С. Н. Ефремов¹

¹ФГБОУ ВО Чувашский государственный педагогический университет имени И. Я. Яковлева

²ФГБОУ ВО Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

³ФГБОУ ВО Чебоксарский институт (филиал) Московского политехнического университета

РОЛЬ ПОВЕРХНОСТНО АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРА ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Экспериментально определена критическая концентрация поверхностно-активного вещества в воде, определяющая эффективность уменьшения коэффициента поверхностного натяжения.

Ключевые слова: поверхностно активные вещества, критическая концентрация, смачивание, горение, твердые горючие материалы.

S. I. Ksenofontov, O. V. Vasilyeva, A. N. Lepaev, S. N. Efremov

**ROLE OF SURFACE ACTIVE SUBSTANCES IN EXTINGUISHING FIRE
OF SOLID COMBUSTIBLE MATERIALS**

The critical concentration of surfactant in water, which determines the efficiency of reducing the surface tension coefficient, has been experimentally determined.

Key words: surfactants, critical concentration, wetting, combustion, solid combustible materials.

Для эффективного тушения пожаров твердых горючих материалов всё больше применяют водные растворы смачивателей, пенообразователей различной природы. В их составе присутствует поверхностно-активное вещество (ПАВ). Эффективность таких ПАВ заключается в способности смачивать поверхность и проникать в трещины [1].

Вода – самое популярное и распространённое средство борьбы с огнём. Попадая на плоскость горящего вещества, вода, благодаря испарению и образованию парового облака, поглощает большое количество выделяющегося тепла. Для испарения килограмма воды необходимо расходовать 2260 кДж тепла [2]. Переходя из жидкого состояния в пар, объём воды увеличивается. Пар, смешиваясь в воздухе с различными горючими газами, образующимися при горении, «разбавляет» их. Образуется смесь, не способная гореть. Наличие в воде небольшого количества ПАВ приводит к значительному уменьшению поверхностного натяжения жидкости. Вещества ПАВ в воде начинают самопроизвольно, без внешнего воздействия концентрироваться на межфазной границе.

В работе использовался пенообразователь ПО-6РЗ. В основном данный пенообразователь используется для получения раствора смачивателя при профилактике и тушении торфяных, лесных пожаров и других масштабных пожарах класса А [3, 4]. ПО-6РЗ считается биологически «мягким» пенообразователем, он пригоден для применения с использованием как морской, так и питьевой воды.

Поверхностное натяжение жидкостей измеряют несколькими методами. Среди них можно выделить статистические (метод капиллярного поднятия жидкости, метод лежащей капли) и полустатистические (метод максимального давления в пузырьке газа, метод отрыва кольца, сталагмометрический метод).

Метод капиллярного поднятия жидкости обладает наименьшей относительной погрешностью, не превышающей 0,01%. Высоту поднятия жидкости h в узком капилляре радиусом r при угле смачивания жидкости и стенок капилляра θ , находят экспериментально. Значение коэффициента поверхностного натяжения находят по уравнению:

$$\sigma = \frac{\rho g r h}{2 \cos \theta}.$$

Капиллярный метод можно реализовать на двугранном воздушном клине, образуемом между двумя стеклянными пластинами (рис. 1а). Две прямоугольные пластины из стекла (1) скрепляются с помощью скотча (2) так, что образуется двугранный угол θ . На определенном расстоянии от вершины угла укрепляется стеклянная пластина (3) толщиной a_0 . При помощи скотча на внешнюю поверхность одной из пластин прикрепляется кусок миллиметровой бумаги (4). Установка закрепляется вертикально на чашке с плоским дном. Жидкость, налитая в чашку, проникает в двугранный угол и поднимается над плоским дном. Чем меньше расстояние между пластинами, тем выше уровень поднятия жидкости. Профиль поверхности жидкости приведен на рис. 1б.

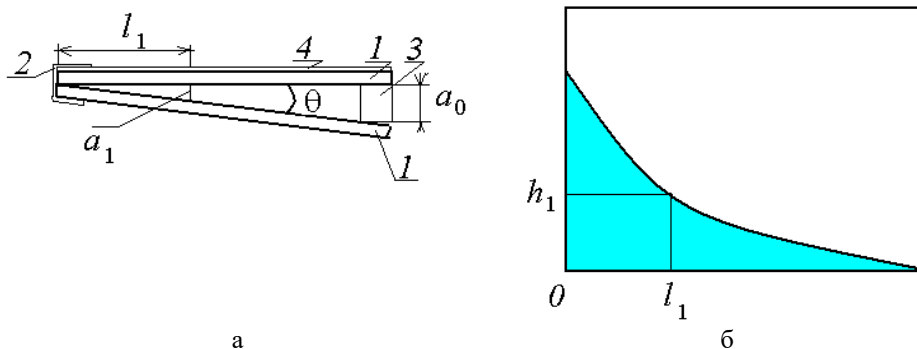


Рис. 1. Схема поднятия жидкости в капилляре

Отмеряя с вершины двугранного угла расстояние l_1 , можно вычислить расстояние a_1 между пластинками (рис. 1). Уровень жидкости h_1 отсчитывается визуально на миллиметровой бумаге. Для одной и той же жидкости при разных расстояниях отмеряются высоты поднятия и вычисляются значения коэффициента поверхностного натяжения. Полученные результаты усредняются.

График зависимости коэффициента поверхностного натяжения от концентрации пенообразователя приведен на рис. 2. Из графика видно, что малые концентрации пенообразователя сильно уменьшают коэффициент поверхностного натяжения. При дальнейшем увеличении концентрации пенообразователя изменения σ происходят незначительно. Касательные, проведенные к графику, позволяют определить критическую концентрацию $C_{кр}$ пенообразователя, что в свою очередь, определяет эффективность изменения коэффициента поверхностного натяжения водного раствора (рис. 2). Критическая концентрация пенообразователя оказалась равной $C_{кр} = 0,052\%$.

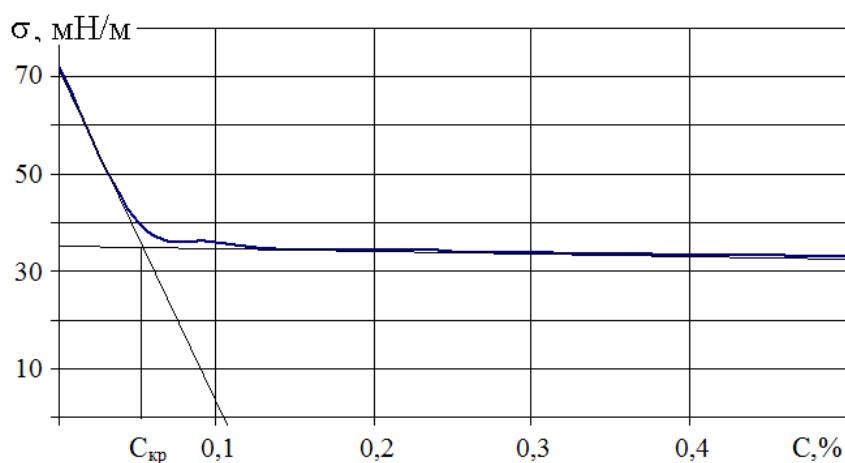


Рис. 2. Зависимость коэффициента поверхностного натяжения водных растворов от концентрации ПО-6РЗ

Таким образом, при концентрации поверхностно-активных веществ $C < C_{кр}$ коэффициент поверхностного натяжения уменьшается в несколько раз, при концентрации $C > C_{кр}$ – на несколько процентов. Излишнее количество ПАВ приводит к лишним затратам при тушении пожара твердых горючих материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башкирцева, Н.Ю. Поверхностно-активные вещества и методы исследования их свойств : учебно-методическое пособие / Н.Ю. Башкирцева, О.Ю. Сладковская – Казань : КГТУ, 2009. – 132 с.
2. Вережников, В.Н. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ : Учебно-методическое пособие / В.Н. Вережников, И.И. Гермашева, М.Ю. Крысин. – СПб. : Лань, 2015. – 304 с.
3. Гельфман, М.И. Коллоидная химия / М.И. Гельфман, О.В. Ковалевич, В.П. Юстратов. – СПб. : Лань, 2010. – 336 с.
4. Физические величины. Справочник / Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.

УДК 536.46; 666.3-128; 621.382

М. В. Кузнецов

ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ МИКРО- И НАНОРАЗМЕРНЫХ ПОРОШКОВ НЕОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАБОЧИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДАТЧИКОВ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ГАЗОВ

В работе была исследована газочувствительность шпинельных и орторомбических ферритов (NiFe_2O_4 , CoFe_2O_4 и LaFeO_3 , соответственно), никель-цинковых станнатов $\text{Zn}_{2-x}\text{Ni}_x\text{SnO}_4$ ($x=0,0.8$), некоторых титансодержащих оксидов, полученных в режиме самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), а также наноразмерных порошков феррита никеля (NiFe_2O_4) и оксида никеля (NiO), полученных методом левитационно-струйного синтеза (ЛСС). Отклики материалов на присутствие газов (этанол, аммиака, пропана, CO , этана, этена) в атмосфере были исследованы при различных рабочих температурах. Хорошие показатели газочувствительности были обнаружены при исследованиях кубических никель-цинковых станнатов, а также ортоферрита лантана с превосходной селективностью по отношению к этанолу, а также наноразмерного оксида никеля, чьи характеристики с точки зрения газочувствительности существенно превосходят показатели аналогичных коммерческих продуктов.

Ключевые слова: самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС), левитационно-струйный синтез (ЛСС), микро- и наноразмерные порошки, оксиды никеля, сложные оксиды, ферриты, замещение, газочувствительность, горючие и другие потенциально опасные газы

M. V. Kuznetsov

HIGH-TEMPERATURE SYNTHESIS OF MICRO- AND NANOSIZED POWDERS OF INORGANIC MATERIALS FOR WORKING ELEMENTS OF SENSORS FOR POTENTIALLY HAZARDOUS GASES

The gas-sensing properties of spinel and orthorhombic ferrites (NiFe_2O_4 , CoFe_2O_4 and LaFeO_3 respectively) as well as cubic nickel–zinc stannates $\text{Zn}_{2-x}\text{Ni}_x\text{SnO}_4$ (with $x=0, 0.8$) and some Ti-substituted transition metals oxides, prepared by self-propagating high-temperature synthesis (SHS), as well as nanosized powders of nickel ferrite (NiFe_2O_4) and nickel oxide (NiO) obtained by levitation-jet synthesis (LCC), are reported. The gas response of the materials was investigated against a range of gases (ethanol, ammonia, propane, CO , ethane, ethene) at a variety of operating temperatures. Good gas response behavior was found in the case of the cubic nickel–zinc stannates as well as lanthanum orthoferrite with excellent selectivity toward ethanol, as well as nanosized nickel oxide, whose characteristics in terms of gas sensitivity significantly exceed those of similar commercial products.

Keywords: self-propagating high-temperature synthesis (SHS), levitation-jet synthesis (LSS), micro- and nanosized powders, Nickel oxides, complex oxides, ferrites, substitution, gas sensitivity, combustible and other potentially hazardous gases

Гетерогенное горение конденсированных систем или самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) сложных оксидных материалов сформировался как самостоятельное научное направление в рамках теории и практики процессов горения и современного материаловедения. В данной работе впервые был проведен СВС ряда порошковых композиций простых оксидов с частичным замещением базового металла, а также сложных оксидов, перспективных с точки зрения их использования в качестве датчиков горючих, токсичных, взрывчатых и других потенциально опасных газов. Процессы взаимодействия компонентов были проведены на воздухе в одну стадию с использованием шихтовых составов, содержащих в стехиометрических соотношениях порошки соответствующих металлов в качестве горючего и их оксидов – в качестве разбавителей. Горение осуществлялось с использованием только конденсированных внутри реакционных окислителей (перхлоратов или пероксидов щелочных или щелочноземельных металлов) без какого-либо дополнительного подвода энергии к реагирующей системе. В ряде случаев проводилась дополнительная высокотемпературная обработка синтезированных оксидов ($800-1100^\circ\text{C}$) исходя из требований конкретного технологического процесса. Следует подчеркнуть, что процессы горения с применением вышеописанных схем не предполагают получения наноразмерных порошковых материалов в качестве продуктов взаимодействия. После дробления спеченных

агломератов образуются только микроразмерные порошки. В связи с чем все полученные результаты по газочувствительности для данной категории материалов относятся к порошкам микронных размеров. Кроме того, для тех же целей, наноразмерные порошки 5-500 нм были синтезированы бестигельным аэрозольным методом в различных атмосферных условиях, как без воздействия поля, так и в электромагнитных полях различной напряженности. Полностью контролируемые по различным параметрам (характеристики и скорость подачи металлической проволоки, атмосфера и давление газа, степень окисления частиц, температурные параметры, напряженность электрического поля и т.д.) процессы позволяют получать наночастицы требуемой химической композиции, размеров частиц в пределах нескольких нанометров, а также необходимой удельной поверхности. Были исследованы различные физико-химические характеристики, а также механизмы газовой чувствительности синтезированных простых и сложных оксидов, в том числе и в случаях частичного замещения элементов базовой структуры.

Были исследованы механизмы газочувствительности ряда специально синтезированных полупроводниковых простых оксидов с частичным замещением основного металла на титан. Порошки $\text{Cr}_{2-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ ($x = 0.2-1.6$) также были синтезированы в режиме гетерогенного горения конденсированных систем с дополнительной термообработкой при 800-900°C. Однофазный материал образовывался при $x = 0.2$ и 0.3, а при $x = 0.4$ уже появлялись примесные фазы. При оптимальных концентрациях титана имела место поверхностная сегрегация его атомов. Данные материалы - $\text{Cr}_{1.8}\text{Ti}_{0.2}\text{O}_3$ и $\text{Cr}_{1.7}\text{Ti}_{0.3}\text{O}_3$ демонстрировали удовлетворительную чувствительность к парам этанола. Материалы, обработанные при 900°C, содержали укрупненные агломераты, которые оказывали существенное влияние на пористость сенсорной пленки. Это приводило к уменьшению электропроводности по сравнению с материалами, отожженными при 800°C. Для всех сенсоров не было отмечено какого-либо существенного влияния влажности атмосферы на их чувствительность к парам этанола, однако эта чувствительность возрастала на 10-20% во влажном воздухе (при 50%-ой влажности). Из полученных результатов можно также сделать вывод о том, что регенерация кислорода на образцах пленок продукта СВС - оксида хрома-титана (на примере $\text{Cr}_{1.8}\text{Ti}_{0.2}\text{O}_3$) происходит быстрее в условиях воздействия влажного воздуха, чем в сухом воздухе.

Была также исследована газочувствительность мелкодисперсных порошков сложных многокомпонентных оксидов – продуктов гетерогенного горения конденсированных систем. Тестовые испытания были проведены для следующих порошковых композиций сложных оксидов – продуктов СВС и следующих газов: BaSnO_3 - (NO); YFeO_3 (LaFeO_3) - ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$); CdFe_2O_4 - ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$; CO; H_2); SrTiO_3 (BaTiO_3) - (CO_2 ; H_2O); $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ - (NO; NO_2) и др. Газочувствительность шпинельных и орторомбического ферритов (NiFe_2O_4 , CoFe_2O_4 , LaFeO_3), а также кубических станнатов никеля-цинка $\text{Zn}_{1-x}\text{Ni}_x\text{SnO}_4$ ($x = 0; 0.8$) была исследована применительно к CO, аммиаку, этанолу, пропану, этану и т.д. при рабочих температурах 350-600°C. Концентрации всех тестируемых газов находились в пределах, сравнимых с их концентрациями в естественных условиях, а сами газы были растворены в искусственном воздухе. Все исследованные материалы обладали электропроводностью *n*-типа для обеспечения газочувствительности при рабочих температурах 350-600°C за исключением LaFeO_3 , обладающего электропроводностью *p*-типа. Все сенсоры демонстрировали удовлетворительную чувствительность к этанолу при концентрации 20 ppm. Наилучший показатель G_p (2.62) при оптимальной рабочей температуре 550°C демонстрировал ортоферрит LaFeO_3 . В случае Zn_2SnO_4 и $\text{Zn}_{1.2}\text{Ni}_{0.8}\text{SnO}_4$ отклики были существенно большими по величине ~2 ppm или менее в сравнении с остальными сенсорами - 9-20 ppm. Чувствительность этих двух сенсоров к аммиаку в концентрации 50 ppm превышает чувствительность ферритовых сенсоров практически вдвое. Повышенная чувствительность Zn-содержащих сенсоров связана, по-видимому, с открытой и пористой микроструктурой пленок этих сенсоров.

Сферические и окисленные частицы никеля (Ni) со средними размерами 15–200 нм были получены аэрозольным бестигельным методом путем конденсации паров металла в потоке инертного газа, сопровождаемой окислительными процессами. Путем применения постоянного электрического поля, приложенного к зоне конденсации и охлаждения, можно регулировать степень окисления и средний размер наночастиц. Результаты магнитных измерений слабо уплотненных образцов показывают наличие петель гистерезиса практически для всех наночастиц, не подвергнутых специальным мерам для изоляции друг от друга. Результаты показывают, что в зависимости от условий получения наночастиц удается изменять объемное содержание металлического никеля в пределах от 98.3% до 0.34%. При этом значения удельной намагниченности насыщения σ_s ($\text{A m}^2/\text{kg}$) находятся в пределах 53.8 – 0.15 $\text{A m}^2/\text{kg}$. Значения удельной поверхности насыпных образцов порошка наночастиц различных размеров, $S \times 10^{-3}$ (m^2/kg) составляют 3.68-58.88 m^2/kg . Наилучшими каталитическими свойствами в реакции низкотемпературного каталитического окисления оксида углерода обладают самые малые и окисленные наночастицы. В то же время в реакции окисления пропана лучшую каталитическую активность в температурном диапазоне 370-870 К проявляют наиболее крупные слабо окисленные наночастицы. Температура 80%-ной конверсии CO находится около 470 К для наилучшего образца катализатора, содержащего сильно окисленные частицы диаметром 15 нм, для самых крупных частиц - 510 К. Конверсия пропана, равная 80%, достигается только при 570 К, причем именно для более крупных частиц. Каталитическая активность в последней реакции сильнее зависит от содержания в частице оксида никеля, чем от размера наночастиц (удельной поверхности) таких образцов.

Псевдосферические частицы феррита никеля со средними размерами 25–70 нм были получены аэрозольным бестигельным методом путем совместной конденсации паров Fe и Ni в потоке инертного газа, с малой добавкой воздуха в совмещенном режиме. Путем применения постоянного электрического поля, приложенного к зоне конденсации и охлаждения, можно оптимизировать фазовый состав, средний размер наночастиц и их температуру Кюри. Оптимизация фазового состава наблюдается при синтезе в электрическом поле напряженностью 210 кВ/м – продукт получается однофазным в отличие от полученного в отсутствие электрического поля. Как показывает анализ полученных данных, оптимальный расход воздуха для получения наночастиц феррита никеля наименьшего размера находится в пределах 8×10^{-6} – 11×10^{-6} м³/с при расходе: Ni – 2.8×10^{-7} кг/с, Fe – 4.9×10^{-7} кг/с. В оптимальном приложенном электрическом поле (210 кВ/м) минимизируется средний размер наночастиц и наблюдается максимальное значение их удельной поверхности. Однако неоптимальное электрическое поле изменяет морфологию синтезируемых образцов в связи с изменением фазового состава частиц, что приводит к появлению “core-shell” наночастиц, форма которых приближается к сферической. Оценка толщины оболочки таких частиц дает значения 3–8 нм. Большая часть ядра таких наночастиц состоит из чистого NiFe₂O₄. Для всех синтезированных наночастиц, не изолированных специально друг от друга, результаты магнитных измерений при комнатной температуре показывают наличие петель магнитного гистерезиса. Общей характеристикой этих петель является то, что намагниченность приближается к насыщению приблизительно при 0.8 МА/м и ее значение медленно растет при дальнейшем увеличении магнитного поля (при SQUID измерениях в полях до 5.6 МА/м). Такое поведение наблюдается для наночастиц феррита и является результатом формирования скошенных или неупорядоченных спинов на поверхности частиц. Намагниченность насыщения ансамблей наночастиц изменяется в основном пропорционально их фазовому составу, а не среднему размеру частиц. В оптимальном электрическом поле σ_s достигает своего максимального значения 58.5 А м²/кг, что превышает достигнутые ранее значения при 0.8 МА/м для наночастиц чистого феррита никеля – 50.4 А м²/кг и массивного материала – 55 А м²/кг. Специфические структурные и магнитные свойства наноферрита никеля весьма полезны при создании ферромагнитных жидкостей, магнитных систем доставки лекарственных средств и сверхплотной записи информации и т.д. Возможность варьирования размеров частиц феррита без ущерба чистоте получаемого продукта при его левитационно-струйном синтезе открывает также широкие перспективы с точки зрения использования данного материала в высокочувствительных датчиках различных потенциально опасных газов.

УДК 504.05; 614.8; 536.24; 621.039.546

М. В. Кузнецов

ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ПРОМЫШЛЕННОЕ ВНЕДРЕНИЕ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ПРОЦЕССЫ МИКРО- И НАНОПОРИСТЫХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ СТЕКЛОТКАНЕЙ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПРИВИТЫМИ ПОВЕРХНОСТНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Разработаны сорбенты с повышенной адсорбирующей способностью на базе кремнеземных стекловолоконистых тканых структур. Полученные сорбенты обладают существенными преимуществами по ряду важных параметров перед известными аналогами – гранулированными и порошковыми силикагелями и алюмогелями. В частности, по технологичности производства и управляемости характеристиками изделия, по диапазону параметров и широте областей возможного применения, по сорбционной емкости поглотителя и динамике его насыщения, по многообразию типов и структур сорбирующих изделий. Кроме того, предложенные микро- и нанопористые сорбенты могут быть использованы, например, в связи с развитием новых подходов к предотвращению и уменьшению последствий взрывов метана в угольных шахтах за счет использования в шахтных пространствах твердых каталитически активных поверхностей, затрудняющих реализацию взрывных процессов с целью облегчения деятельности аварийно-спасательных подразделений ВГСЧ МЧС России.

Ключевые слова: микро- и нанопористые сорбенты, управление пористостью, способ изготовления и химическая обработка, способы использования, каталитически активные поверхности, шахтные пространства.

M. V. Kuznetsov

PRODUCTION TECHNOLOGY AND INDUSTRIAL IMPLEMENTATION OF MICRO- AND NANOPOROUS SORBENTS BASED ON FIBERGLASS MODIFIED WITH GRAFTED SURFACE COMPOUNDS IN HIGH-TEMPERATURE PROCESSES

Sorbents with increased adsorption capacity on the basis of silica fiberglass woven structures have been developed. The obtained sorbents have significant advantages in a number of important parameters over the known analogues – granulated and powder silica gels and alumogels. In particular, on technological effectiveness of production and controllability of characteristics of the product; on a range of parameters and breadth of areas of possible application; on sorption capacity of an absorber and dynamics of its saturation as well as on variety of types and structures of the sorbing products. In addition, the proposed micro - and nanoporous sorbents can be used, for example, in connection with the development of new approaches to the prevention and reduction of the consequences of methane explosions in coal mines through the use of solid catalytic active surfaces in mine spaces, which complicate the implementation of explosive processes in order to facilitate the activities of emergency rescue units of EMERCOM.

Key words: micro- and nanoporous sorbents, control of porosity, methods of manufacturing and chemical processing, methods of use, catalytically active surfaces, mining spaces.

Формирование сорбентов осуществлялось за счет использования стекловолокнистых, аморфных по фазовому состоянию кремнеземных матриц. Подготовленные для практического использования структуры могут характеризоваться как низкой, так и весьма развитой поверхностью, в зависимости от конкретных практических задач. Их пористость, микро- и нанопористость определяются и регулируются подбором специфической волокнистой структуры матрицы, которая формируется операциями кручения отдельных элементарных волокон диаметром 5-10 микрон в рабочую нить, а также типом переплетения нитей в рабочее полотнище (простое тканое переплетение, саржевое, сатиновое, сеточное, жаккартово тканье и пр.). Управление пористостью вплоть до наноуровня осуществляется за счет изменения химического состава исходного стекла и введением специальных операций предварительной обработки стекловолокнистой матрицы носителя. Внутренняя поверхность сорбирующей системы может варьироваться в соответствии с требованиями конкретного процесса от единиц (для щелочного стекла) до сотен (для алюмо-боро-силикатного стекла) квадратных метров на грамм массы катализатора с реализацией широкого спектра пор по их размерам (10 - 1000 Å). В результате проведения специальных технологических операций стеклотканые сорбенты, в зависимости от способа изготовления, а также дополнительной химической обработки могут быть использованы для очистки водных сред от нефти, мазута, топлив и высших углеводородов.

В связи с тем что в настоящее время большое внимание уделяется проблеме очистки от нефти и высших углеводородов морей, рек, почвы в связи с ежегодным ростом их добычи, переработки и использования, разработанные стеклотканые сорбенты могут быть использованы для очистки водных сред от нефти, мазута, топлив и высших углеводородов; для работы в качестве осушителей газовых потоков; для очистки газовых выбросов от органических и неорганических примесей; для проведения процессов ионного обмена и очистки стоков от ионов тяжелых металлов и других загрязнений; для сорбционного разделения, концентрирования, выделения ценных компонентов сбросовых жидкостных потоков; для использования в качестве осушителей и поглотителей в холодильной технике, в кондиционерах, в бытовых приборах; для использования в качестве носителей катализаторов, ферментов и прочих функциональных групп в биохимии и биотехнологии; для использования в аналитических целях.

Полученные сорбенты характеризуются высокой химической и термической стойкостью, механической прочностью, устойчивостью к истиранию и пылению. Эти качества позволяют обеспечить значительную длительность их эксплуатационного ресурса и возможность их многократного применения.

Кроме того с использованием предлагаемых универсальных сорбентов может быть предложен новый подход к предотвращению и снижению последствий взрывов метана в угольных шахтах за счет эксплуатации в шахтных пространствах твердых каталитически активных поверхностей, затрудняющих реализацию взрывных процессов с целью упрощения аварийно-спасательных подразделений ВГСЧ МЧС России. В виду участвовавших в последнее время взрывов метана в шахтных выработках, возникла необходимость пересмотра существующих методов контроля и предотвращения таких взрывов в пользу альтернативных путей снижения их вероятности и уменьшения последствий при возникновении взрывоопасных ситуаций. Идеология такого альтернативного подхода базируется на концепции, касающейся влияния твердых поверхностей каталитически активных по отношению к реакциям рекомбинации свободных радикалов на критические условия развития свободного взрыва в газовых средах. Известно, что введение в газовую взрывоопасную среду таких твердых поверхностей сужает полуостров воспламенения и затрудняет реализацию

взрывного процесса. Ранее предпринимались попытки управления взрывными процессами (при их моделировании) путем программируемого введения в газовую среду платинового стержня по аналогии со схемами, использованными для управления цепными ядерными реакциями с помощью графитовых стержней – ловушек нейтронов.

В предварительных экспериментах по исследованию реакций каталитического горения аммиака и углеводородов были получены результаты, позволяющие утверждать, что наличие в газовой среде каталитического элемента существенно затрудняет развитие гомогенного взрыва и значительно увеличивает критическую концентрацию горючего компонента. Полученные предварительные результаты позволяют сделать вывод о том, что использование каталитического фактора в шахтных выработках является тем инструментом, который снизит опасность возникновения взрывных ситуаций при залповых выбросах метана в процессе добычи угля. Традиционные каталитические материалы не могут в настоящее время решить данную проблему в силу своего насыпного гранулированного дизайна. Специально сконструированные для таких целей стеклотканые катализаторы позволяют организовать в штреках «каталитические завесы» в виде картриджей и могут составить основу для создания защитных противовзрывных экранов. Определенные трудности могут возникнуть при реализации описанного подхода в связи с наличием задымленности и запыленности шахтных газовых сред. Однако, несмотря на это, реализация «каталитического» метода борьбы с метановыми взрывами в угольных шахтах представляется перспективной и целесообразной.

Процесс производства сорбирующих материалов с прогнозируемыми свойствами характеризуется непрерывностью технологической схемы, легкой ее перестраиваемостью на новое изделие, экономичностью и экологичностью процесса. Организация производства данных материалов не требует существенных капитальных вложений, поскольку они могут быть развернуты путем введения некоторых дополнительных стадий в уже действующие производства стекловолокнистых материалов теплозащитного, электроизоляционного и конструкционного назначения.

УДК 544.47; 621.785.53.062; 669.018.6

М. В. Кузнецов

ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ХИМИКО-ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ КАТАЛИТИЧЕСКОГО АЗОТИРОВАНИЯ

Предложена новая перспективная каталитическая технология, основанная на использовании стеклопластиковых тканых катализаторов (СВТК) для активации азотной или аммиачной атмосферы в высокотемпературном реакторе при переработке металлов и сплавов. Это приводит к значительному упрочнению, повышению коррозионной стойкости, износостойкости и др. из полученных продуктов.

Ключевые слова: стекловолокнистые тканые катализаторы (СВТК), каталитическая обработка, металлы и сплавы, азотирование, высокотемпературный реактор, кассетный дизайн, улучшение свойств, изделия.

M. V. Kuznetsov

TECHNOLOGY OF HIGH-TEMPERATURE CHEMICAL-THERMAL SURFACE TREATMENT OF METAL PRODUCTS WITH THE HELP OF CATALYTIC NITRIDING

A new promising catalytic technology based on the use of fiberglass woven catalysts (FGWC) for the activation of nitrogen or ammonia atmosphere in a high-temperature reactor during the processing of metals and alloys was proposed. This leads to significant hardening, increase in corrosion resistance, wear resistance, etc. of the resulting products.

Keywords: fiberglass woven catalysts (FGWC), catalytic processing, metals and alloys, nitriding, high temperature reactor, cassette design, property improvement, products.

В настоящее время классическим подходом к упрочнению различных изделий является газовое азотирование, используемое в качестве основного метода химико-термической обработки. К его недостаткам можно отнести: большую длительность процесса, достигающую 90 ч.; значительное снижение пластичности упрочня-

емых изделий, высокую хрупкость поверхностных слоев; сложность, а зачастую и невозможность получения слоев толщиной более 0.6 мм; недостаточную надежность технологических процессов, низкую стабильность результатов в реальных промышленных условиях; ограниченность применимости для упрочнения отдельных видов сплавов, находящих все большее применение, таких как: легированные конструкционные, инструментальные и нержавеющей стали, композиционные материалы и стали легированных титаном, а также детали изготовленных методами порошковой металлургии. Таким образом, целесообразность проведения работ по устранению отмеченных недостатков вышеописанных процессов очевидна. Это касается прежде всего именно процесса газового азотирования, который осуществляется с использованием различных типов насыщающих атмосфер на наиболее производительном оборудовании - шахтных и камерных печах и в проходных агрегатах.

Высокотемпературный процесс азотирования в рамках предлагаемой технологии основывается на выделении активного азота при диссоциации аммиака по реакции: $2\text{NH}_3 = 2\text{N} + 3\text{H}_2$ при температурах порядка 500-650 °С. Научной основой для разработки данного технологического подхода явилась нетрадиционная для существующей теории азотирования концепция. Она построена на гипотезе о том, что при азотировании металлов активными компонентами в газовой среде являются не стабильные, равновесные продукты взаимодействия компонентов печной атмосферы, а промежуточные, лабильные, высокоактивные в химическом отношении образования (азот-, водород-, кислородсодержащие радикалы, ионы, ион-радикалы). Этим была продиктована целесообразность введения в процесс каталитического фактора, селективным образом воздействующего на превращения в аммиачно-воздушной среде в ходе ее взаимодействия с металлическими поверхностями.

Если действительно в процессах газового азотирования металлов можно изменить механизм диффузии азота в железе за счет применения промежуточных лабильных продуктов окисления аммиака, то также можно, управляя спектром этих продуктов и содержанием каждого из них путем воздействия в режиме *in situ* на насыщающую атмосферу за счет каталитического элемента (активного в отношении реакции окисления аммиака), регулировать как содержание азота в поверхностном слое металла, так и фазовый состав этого слоя.

Проведенные исследования в полной мере подтвердили правомерность исходных предпосылок: процесс азотирования радикально изменил свой характер по всем режимным параметрам и качеству обрабатываемого изделия. Нами была разработана конструкция каталитического реактора, а также специальные стеклотканые катализаторы с различными металлическими наполнителями. Созданный класс стекловолокнистых тканых каталитических материалов (СВТК) с различной структурой плетения (жаккардовое тканье, полотно, сатин и др.) обладает существенными конструктивными, технологическими, эксплуатационными и экономическими преимуществами перед традиционными гранулированными или порошковыми катализаторами. Технология их изготовления позволяет управлять размерами пор стеклоткани (от 10 до 1000 Å), развивать её поверхность от единиц до сотни и более м²/г, целенаправленно вводить необходимые металлические наполнители (Pt, Pd, Cr и т.д.). Установка в печи на аммиачной (аммиачно-воздушной) магистрали каталитического реактора снаряженной кассеты (кассет) из СВТ-катализаторов специального назначения обеспечила радикальную активацию печной атмосферы, что позитивно отразилось на реализации процесса азотирования металлических поверхностей. В результате, по сравнению со стандартными процессами азотирования была значительно увеличена коррозионная стойкость конструкционных сталей, увеличена твердость обработанного изделия на глубину более 1 мм, увеличена износостойкость и ударная вязкость обработанного изделия, подавлен при азотировании процесс обезуглероживания чугуна и сталей, достигнуто значительное ускорение процесса азотирования (часы вместо суток), многократно сокращен расход аммиака, впервые обеспечена возможность азотирования изделий, азотирование которых не представлялось возможным с применением традиционных технологий, а именно - быстрорежущих сталей, изделий печной металлургии, а также титана и его сплавов.

К настоящему времени предлагаемая технология опробована на ряде металлургических и машиностроительных предприятий России и показала отличные результаты применительно к различным изделиям и материалам. Классическим примером оборудования для осуществления каталитического газового азотирования шахтной печи, такой как ССХВ 6.9/7 и ее аналоги. Предлагаемая упрочняющая технология каталитического азотирования может быть использована применительно ко всему спектру металлической продукции и в первую очередь для обработки элементов нефтегазового бурового оборудования, металлургического и горного оборудования, а также продукции из специальных и обычных сталей.

Шахтная печь для газового азотирования может быть оборудована устройством для каталитической обработки изделий в атмосфере аммиака и/или азота, которое обеспечивает проведение процесса насыщения чугуна, стали и сплавов азотом в условиях, близких к равновесным. Отдельные элементы или кассетная сборка с СВТК могут быть помещены внутрь этого устройства в любом количестве и форме, которые необходимы для осуществления конкретного процесса азотирования. Чтобы учесть влияние некоторых переменных факторов, была разработана система косвенного контроля азотного потенциала атмосферы печи. При определенном содержании азота в поверхностных слоях заготовок, эта система позволяет оператору изменять уровень потока технологических газов, а также температуру и динамику протекания процесса диффузии в режиме реального времени. Система также позволяет рассчитать распределение концентрации азота от поверхности в глубину

изделия, фазовый состав приповерхностной зоны, а также распределение микротвердости в пределах диффузионного слоя.

В дальнейшем были проведены работы по созданию новых технологических процессов:

- разработан и успешно применяется на практике процесс антикоррозионного азотирования, стабильно обеспечивающий на конструкционных сталях коррозионную стойкость в водно-соляном тумане до 500 ч;
- разработан процесс скоростного азотирования, позволяющий получать на конструкционных сталях и чугунах глубину насыщения до 1,2 мм за время не более 24 часов и при температурах не более 550 °С. Получаемый при этом упрочненный слой обладает способностью к дисперсионному затвердеванию при нагреве до 620°С;
- создана технология газового азотирования нержавеющей сталей без снижения их коррозионной стойкости, включая стали, легированные титаном в объёме до 2.5 %;
- разработан процесс упрочнения деталей машин, изготовленных методами порошковой металлургии, позволяющий проводить сквозное насыщение сечений более 10X10 мм., обеспечивающий твердость 450...500 HV1.0, и позволяющий заменить газовую нитроцементацию с закалкой;
- создан технологический процесс упрочнения термостойких сталей при толщине до 0.5 мм. Получаемой за 12 часов процесса слой обладает эффектом вторичного твердения при нагреве до 700°С;
- разработан и успешно применяется технологический процесс упрочнения быстрорежущих сталей, включая изготовленные методами порошковой металлургии, обеспечивающий стабильные результаты.

Результаты разработки новых технологических процессов показали их широкие возможности на имеющемся промышленном парке печей. После их несложной модернизации имеется возможность устранения значительной части недостатков применяющихся методов низкотемпературной химико-термической обработки металлов и сплавов, а также значительно расширить сферу их применения. При этом имеется возможность сократить длительность насыщения в 1,5-2 раза, повысить долговечность деталей в 2-3 раза и сократить затраты на содержание оборудования в 1,2-1,5 раза.

Технология каталитического азотирования с использованием СВТК-реакторов, а также катализаторов различного дизайна и химического состава может быть применена на практике при обработке широкого ряда изделий: зубчатых колес; валов и штоков; деталей насосов; гидро- и пневмоаппаратуры; штампов и пресс-форм; метизов с антикоррозионным покрытием, изготовленных из разнообразных материалов, среди которых можно выделить конструкционные стали, цементуемые стали с комбинацией азотирования и закалки, штамповые сплавы, стали для холодного деформирования, быстрорежущие стали, нержавеющие стали, изделия порошковой металлургии, а также изделия из титана и его сплавов.

УДК: 614.841

А. А. Лаврентичева

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССОВ САМОВОЗГОРАНИЯ ТВЁРДЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ЦЕЛЯХ СУДЕБНОЙ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

В статье рассмотрены виды самовозгорания: микробиологическое, химическое, тепловое и две основные стадии процесса самовозгорания: стадия самонагрева и стадия возгорания. Приведены примеры самовозгорания фрезерного торфа, угля.

Ключевые слова: самовозгорание, воспламенение, горение, древесина, пожар.

А. А. Lavrenticheva

REVIEW OF RESEARCH OF THE PROCESSES OF SELF-COMBUSTION OF SOLID ORGANIC SUBSTANCES FOR THE PURPOSE OF FORENSIC FIRE-TECHNICAL EXPERTISE

The article discusses the types of spontaneous combustion: microbiological, chemical, thermal. There are two main stages in the spontaneous combustion process: the self-heating stage and the ignition stage. Examples of spontaneous combustion of milled peat and coal are given.

Key words: spontaneous combustion, ignition, combustion, wood, fire.

Опасность возникновения пожаров от самовозгорания связана с повышением температуры перерабатываемого материала, которое при недостаточной теплопроводности способно вызвать самонагревание.

При определённых условиях хранения, переработки и транспортировки, твёрдые органические вещества и материалы способны самовозгораться. Самовозгорание - это процесс, который приводит к возникновению очага горения [2]. Чтобы скорость увеличилась, нужен импульс, который может быть тепловым, химическим или микробиологическим (рис. 1) [3,4].

К микробиологическому самовозгоранию склонны продукты растительного происхождения: корма для сельскохозяйственных животных, имеющие повышенную исходную влажность или увлажнившиеся в процессе хранения от дождя, такие как сено, силос, семена подсолнечника, зерно, солома, травяная мука и др., торф, опилки. Химическое самовозгорание у некоторых материалов может возникнуть от воздействия на них света, при соприкосновении с иными химически активными материалами или от механического воздействия.

Возникновение теплового самовозгорания является следствием перегрева твёрдого вещества или соприкосновении его с нагретыми поверхностями. Склонность к тепловому самовозгоранию имеется у травяной муки, порошкообразных средств, порошка сухого молока, древесных опилок, различных красителей, натурального каучука.

Исходя из вышесказанного, основной причиной теплового самовозгорания является тепловой импульс, нагревающий материал до температуры, при которой увеличивается скорость, тепло поддерживает дальнейший процесс.

Наиболее склонен к самовозгоранию фрезерный торф. Хранится он в штабелях, где подвержен промоканию, саморазогреванию и самовозгоранию. Температура подсушенных кусков торфа в летние дни может достигать до 35–45 °С, что приводит к самовозгоранию. Но при более высокой влажности торфа наблюдается торможение процесса самовозгорания.

Склонность угля к самовозгоранию зависит от размера и активности сорбирующей поверхности, способной поглощать кислород.

На местах, где имеется повышение температуры вмещающих пород и угля, его пожароопасность повышается. С увеличением степени окисления угля способность его к самовозгоранию уменьшается.

Самым распространенным продуктом сельскохозяйственного производства, склонным к микробиологическому самовозгоранию, является сено. При действии окислителей сено склонно к химическому самовозгоранию, при хранении в сыром месте в больших массах – к микробиологическому самовозгоранию. Значимую роль играет влажность материала, поэтому качество его просушки до хранения имеет большое значение. При влажности сена возникает опасность появления этого процесса. Увеличивает склонность сена к самовозгоранию применение искусственных удобрений, наличие листвы, попадание комьев земли, плотное складирование, большая масса сена, условия хранения, при которых сено соприкасается со стенами.

Самым опасным временем года в отношении самовозгорания сена считается июнь - октябрь. Признаками процесса самовозгорания является запах прелого сена, парение над стогом сена, конденсация влаги на сене, появление воронок на поверхности сена, разогревание в отдельных местах, изменение цвета сена, появление дыма или пламени.

Древесина имеет пористую среду, физико-химические свойства которой изменяются при нагревании и горении [1].

Продукты разложения древесины, полученные при температуре ниже 250°С, содержат в основном водяной пар, диоксид углерода CO₂ и немного горючих газов, поэтому гореть не способны.

Продукты разложения, полученные при 250-260°С, содержат большое количество оксида углерода СО и метана и становятся горючими. Они воспламеняются от источника зажигания, и с этого момента древесина начинает самостоятельно гореть.

Над очагом горения древесины образуется конвективная колонка, имеющая дисперсные и газообразные продукты горения древесины.

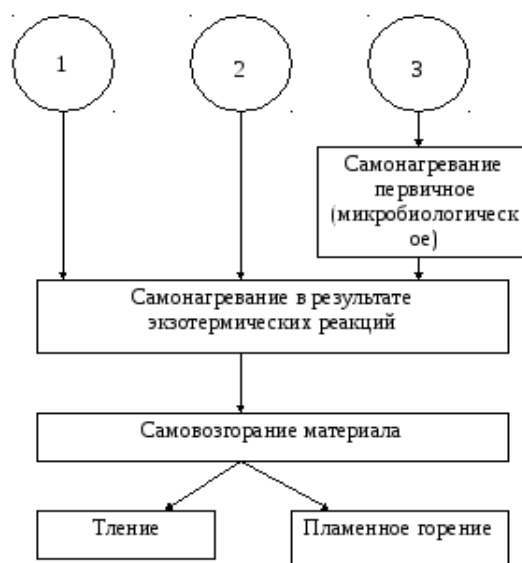


Рис. 1. Схема развития процесса самовозгорания твердых веществ и материалов:

1, 2, 3 – импульсы самовозгорания: тепловой, химический, микробиологический

При хранении измельченной древесины в бунтах, возникает вероятность их самовоспламенения. Температура самовоспламенения опилок близка к 280 °С. Самыми опасными являются сухие опилки и древесная пыль. Условия для образования взрыва: концентрация пыли в воздухе, наличие источников тепла, способных воспламенить взвешенную в воздухе пыль, скопление электрических зарядов, присутствие в воздухе достаточного количества кислорода. Опилки, которые используют в качестве топлива, хранят под открытым небом. За сезон влажность опилок увеличивается, что приводит к их гниению, которые могут терять массу до 20%. Долгое нахождение опилок в отвалах может привести к их самовозгоранию.

Таким образом, в результате рассмотренных исследований можно сделать вывод, что основной причиной самовозгорания опилок являются биологические процессы.

У древесной стружки (опилок) недостаточно подробно исследованы причины и условия самовозгорания, поведение в условиях пожара, а также механизм возникновения самовозгорания. Следовательно, актуальным направлением дальнейшего исследования является исследование самовозгорания древесины на сельскохозяйственном предприятии.

Самовозгорание таких веществ, как торф, сено, уголь рассмотрены многими авторами, исследовано их поведение в условиях пожара. Однако у древесной стружки (опилок) не изучены условия самовозгорания, поведение в условиях пожара, возможные причины пожара на предприятии сельского хозяйства, а также механизм возникновения самовозгорания. Данная информация необходима эксперту при установлении причины пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бородулин В.И., Горкин А.П., Гусев А.А.* Новый иллюстрированный словарь, М.: БСЭ, 1999. 92 с.
2. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84) Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
3. *Кольцов К.С., Попов Б.Г.* Самовозгорание твердых веществ и материалов и его профилактика. - М.: Химия, 1978. 161 с.
4. *Таубкин И.С.* Пожаро- и взрывоопасность пылевидных материалов и технологических процессов их переработки. М.: Химия, 1976. 264 с.

УДК 691.175.5/8

К. С. Ламзин¹, Е. А. Елисева¹, Ж. Н. Медных¹, А. И. Карнюшкин²

¹ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

²ФГБОУ ВПО «Академия ГПС МЧС России»

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТИКА

Вопрос необходимости переработки использованных пластмассовых изделий на сегодняшний день во всех странах мира стоит особенно остро. Связанно это в первую очередь с тем, что пластмасс стали производить достаточно много, и постепенно этими отходами начали наполняться мусорные полигоны. Встаёт вопрос об утилизации пластика.

Ключевые слова: полимерные материалы, пластмасса, пластик, переработка, утилизация, пиролиз.

K. S. Lamzin, E. A. Eliseeva, J. N. Mednyh, A. I. Karnushkin

MODERN PLASTIC PROCESSING TECHNOLOGIES

The issue of the need to recycle used plastic products today is particularly acute in all countries of the world. This is primarily due to the fact that a lot of plastics began to be produced, and gradually landfills began to fill with these waste. The question arises about the disposal of plastic.

Key words: polymeric materials, plastic, plastic, processing, utilization, pyrolysis.

Огромное количество пластика, который мы ежедневно отправляем на свалку - бутылки и пластмассовые упаковки из-под напитков, масел, пищевых продуктов, консервов и т.д., попадает на свалки. Ежегодно это несколько десятков килограмм в масштабе каждой семьи, а в масштабах всего мира это и вовсе немислимые мегатонны.

С конца 1940-х годов (когда пластмассу начали производить в промышленных масштабах) было выпущено примерно 9,1 миллиарда тонн пластиковых изделий, и теперь на свалках покоится большая часть из них.

Из 480 миллиардов пластиковых бутылок, проданных в 2016 году, можно построить башню высотой 77 миллионов километров, то есть половину расстояния от Земли до Солнца.

И вполне логично, что необходимо искать новые технологии переработки мусора, иначе наша планета рискует превратиться в одну огромную свалку. Причем, хотелось бы не просто перерабатывать мусор во что-то более компактное, а делать это так, чтобы данное занятие было рентабельным с экономической точки зрения.

В настоящее время *пластиками, или пластмассами*, называют целую группу материалов искусственного происхождения. Их производят путём цепочки химических реакций из органического сырья, преимущественно из природного газа и тяжёлых фракций нефти. Изменяя условия полимеризации, химики получают пластики с нужными свойствами: мягкие или твёрдые, прозрачные или непрозрачные и т.д. Пластики сегодня используются буквально во всех сферах жизни, от производства компьютерной техники до ухода за маленькими детьми.

По своему составу пластмассы подразделяются:

- 1) листовые термопластические массы - оргстекло, винилпласты, состоящие из смол, пластификатора и стабилизатора;
- 2) слоистые пластики, армированные одним или несколькими слоями бумаги, стеклоткани и т.д.;
- 3) волокниты – пластики, армированные стекловолокном, асбестовым волокном, хлопчатобумажным и т.д.;
- 4) литьевые массы – пластики, не имеющие в составе других компонентов, кроме полимерных соединений;
- 5) пресс-порошки – пластики с порошкообразными добавками.

Исходным сырьём для подавляющего большинства видов пластиков служат уголь, природный газ и нефть. Из них путём химических реакций выделяют простые (низкомолекулярные) газообразные вещества – этилен (C_2H_4), бензол (C_6H_6), фенол (C_6H_5OH), ацетилен (C_2H_2) и др., которые затем в ходе реакций полимеризации, поликонденсации и полиприсоединения превращаются в синтетические полимеры. Превосходные свойства полимеров объясняются наличием высокомолекулярных связей с большим числом исходных (первичных) молекул.

Бытовой пластик. На любой пластиковой таре можно найти обозначение, которое означает, из какого материала изготовлен объект.

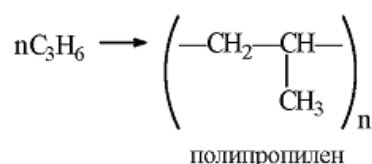
- PETE в основном используется в качестве материала для изготовления пластиковых бутылок (ПЭТ тара), при повторном использовании выделяет токсичные вещества; ($C_{10}H_8O_4$)_n;

- HDPE плотный полиэтилен низкого давления (C_2H_4)_n (ПЭВД) легко поддается вторичной переработке;

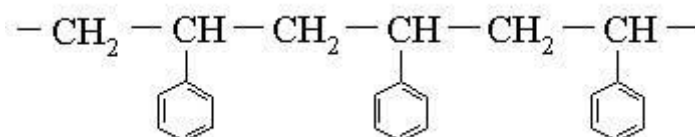
- PCV поливинилхлорид [C_2H_3Cl]_n (ПВХ) из этого пластика делают пленку для пищевых продуктов, при переработке выделяет ядовитые вещества в атмосферу;

- LDPE полиэтилен высокого давления низкой плотности (C_2H_4)_n (ПЭНД), изготавливают из него различные виды упаковок (к примеру полиэтиленовые пакеты), его можно перерабатывать (низкий уровень выделения опасных веществ);

- PP полипропилен (ПП) - это самый безопасный пластик, его активно используют при изготовлении контейнеров для пищевых продуктов и беспрепятственно перерабатывают как вторсырьё [1-2];



- PS полистирол (ПС), из него производят упаковочные элементы для бытовой техники (пенопласт) и вторично практически не перерабатывают;



- OTHER один из самых опасных видов пластика, включает в себя несколько химических веществ.

Некоторые производители бытового пластика в России:

- «Тосол-Синтез» (Дзержинск, Нижегородская обл.);
- «Топ-техника» (Барнаул);
- «Дельта» (Санкт-Петербург);
- «Пластара» (Владимирская обл.);
- «Завод тарных изделий» (Новосибирская обл.);
- «Тикопластик» (Дзержинск, Нижегородская обл.).

Переработка пластика. Прием пластика на переработку обязательно предполагает сортировку сырья по качеству, цвету, степени его загрязнения. Затем он подвергается дроблению, агломерации (спеканию) или гранулированию. И уже после отправляется в производственные цеха. После переработки этот материал становится сырьем для производства различных бытовых предметов и элементов - ведер, прищепок, мыльниц и т.п. Также переработанный пластик становится основой многих стройматериалов. Довольно часто он идет для нужд промышленных предприятий, поскольку производство из вторсырья всегда более экономично. А в случае с пластиком требуются сложные процессы синтеза полимеров, необходимость в которых отпадает при использовании вторичных ресурсов.

Переработка пластика в топливо. Чем привлекательна идея получения топлива из пластиковых отходов, накопленного человечеством за долгие годы - так это дешевизной и широчайшей доступностью этих самых «энергетических ресурсов».

Пластиковые отходы отлично поддаются пиролизу. Если отходы уже нельзя пустить на переработку, то их сжигают в пиролизных печах. В подавляющем большинстве в России такими установками оборудованы мусороперерабатывающие заводы. Пиролизом также перерабатываются покрышки, опилки и множество других видов отходов и мусора. Стоимость оборудования высокая и не окупается доходами от продукции, но при этом компенсируется дотациями от государства для такого рода компаний. Тем не менее, переработка полимерных отходов пиролизом, в том числе в жидкое топливо, – тема перспективная, ее изучением и оптимизацией процесса занимаются институты во многих странах [3-4].

Факты о пиролизной переработке пластмассовых отходов:

1. При соблюдении правильно подобранного температурного режима можно получить до 90 % горючей жидкости на выходе с очень высокой теплотворной способностью.
2. Переработав 1 тонну пластиковых отходов, удается собрать в среднем 10% газообразного горючего, примерно 85% жидких компонентов и до 5% несжигаемой золы.
3. Количество выделяющегося тепла при сжигании 2 тонн отходов пластика равно количеству тепла от 1 тонны нефти. Это очень высокий показатель.
4. В Европейских странах реализованы проекты по строительству и эксплуатации мини ТЭЦ, в которых в качестве 50% топлива используют отходы полимеров.
5. Регулировать состав продуктов горения можно подбором температурного режима. Если основной процесс протекает до 600°C, то на выходе преобладают жидкие компоненты. Если температура горения выше 600°C, то преимущественно получается газ.

Американская компания Envion выпустила готовую установку, позволяющую получать синтетическую нефть из пластиковых отходов. Опытная эксплуатация подобной установки началась еще в сентябре 2009 года в штате Мэриленд (США). Результаты испытаний всех просто ошеломили, и поэтому сегодня многие производители оборудования для переработки мусора переняли эту технологию.

Пластик - это материал, имеющий «нефтяное» происхождение, следовательно, он потенциально хранит в себе огромнейшие объёмы энергии. Эту энергию можно освободить, конвертировав пластиковый мусор в его первичное состояние - нефть. Технические характеристики технологии, которую удалось реализовать американцам, можно описать следующим образом: используя одну тонну пластикового сырья, можно получить от 3-5 баррелей синтетической нефти средних или легких фракций. Причем качество полученной из пластика нефти было весьма высоко. Так же было подсчитано, что одна установка, перерабатывающая пластик в нефть способна за год переработать 10 тысяч тонн пластиковых отходов, выдавая при этом от 30-50 тысяч баррелей высококачественной синтетической нефти. А ведь это всего одна установка!

Промышленные высокотехнологичные линии переработки пластика итальянской компании Reg-Mac предназначены для переработки сильно загрязненных полимеров (пластиковых бутылок, ПЭТ, ПВД, ПНД, полиэтиленовой и полипропиленовой пленки и т.п.) с полигонов и свалок в хлопья с очень высокой степенью чистоты. В основе линии лежит уникальная запатентованная технология, позволяющая добиться великолепной степени чистоты конечного продукта переработки полимеров и в тоже время минимизировать эксплуатационные затраты. Производительность от 500-2500 кг в час. Конечный продукт может использоваться как для получения гранулята, так и для производства конечной продукции различного назначения. Оборудование для переработки пластика специально оптимизировано для работы в российских условиях (сильная степень загрязнения пластиковых бутылок и др. отходом полимеров, неаккуратная сортировка пластмасс, применение резинового клея при наклеивании этикеток и т.п.).

Линия ПЭТ перерабатывает различные виды пластика и одновременно сортирует их. Она перерабатывает почти все виды пластиковых отходов (ПЭТ, канистры, бочки, различные бутылки из-под шампуней, жидкостей, ящики, емкости и т.п.), т.е. не требуется тщательной предварительной сортировки пластмасс, линия способна работать со смешанным сырьем (ПЭТ, ПВД, ПНД, ПЭ, ПП). В процессе переработки происходит разделение сырья, мойка и раздельная выгрузка в соответствующие емкости. Линия для переработки ПЭ способна работать как с пленочными материалами, так и с твердыми пластиками (бутылки из-под шампуней, соусов, моющих средств, ящики, канистры из ПП, ПЭ, ПВД, ПНД). Этот концепт не только экономит труд сортировщиков, но и дает большую гибкость при планировании перерабатываемых мощностей.

Переработка пластика в одежду. Из переработанной пластиковой бутылки можно сделать не только новую бутылку, но и, например, одежду или утеплитель для курток. Если вы видите на этикетке футболки, что в составе есть вторичный полиэстер - это он, переработанный пластик. В 2013 году один джинсовый бренд выпустил коллекцию, которая на 20% состояла из переработанных пластиковых бутылок и контейнеров. На 300 тысяч вещей ушло 3,6 миллиона пластиковых изделий. Другой спортивный бренд пошел дальше: к 2024 году он планирует шить свою одежду только из переработанного пластика и полностью отказаться от полиэстера. Уже в следующем году примерно 40% вещей будут сделаны из переработанного полиэстера, кроме того, компания выпустит 5 миллионов пар обуви, сделанной из вторсырья [5].

Переработка пластика и материалы для инфраструктуры. Перерабатывать пластик в интересные вещи умеют и в России: один уральский завод делает из бутылок и пакетов полимерный профиль - цветные доски из пластика, гораздо более стойкие и защищенные от непогоды, чем обычные деревянные. Из этого материала можно мастерить столбы, скамейки, заборы, дорожные ограждения и разнообразные решетки. На производство новых изделий екатеринбургский завод использует по 150 тонн пластика каждый месяц.

В начале 2000-х в 30 километрах от Екатеринбурга небольшой завод начал перерабатывать пластиковый мусор. Сначала «Уралтермопласт» производил из отходов полиэтиленовые пакеты и пленку, а в 2012 году начал выпускать полимерный профиль. Это цветные доски из пластика, которые не портятся от погоды, не гниют, не трескаются, не выцветают на солнце. Сейчас из полимерного сырья, которое получается при переработке мусора, делают столбы, заборы, дорожные ограждения, газонные решетки. В месяц предприятие перерабатывает 150 тонн мусора, из которых получается 125 тонн изделий. На заводе работает 120 человек.

Каждый год в Екатеринбурге выбрасывают более 500 тонн мусора. Часть этих отходов можно переработать. The Village побывал на экологичном производстве и проследил, как из горы бытового мусора получается яркая и небываемая городская инфраструктура.

Как из пластика замостить дорогу? Такое уже практикуют в Шотландии: там построили автомобильную дорогу на северо-западе Британии из переработанного пластика. Работает это так: из попадающих на переработку пластиковых отходов делают маленькие гранулы, которые добавляются в асфальтовую смесь вместо битума, который обычно используется для затвердевания смеси. Благодаря этому дорога становится прочнее и долговечнее, уверяют инженеры компании. Похожим образом использовать пластик предлагают в Индии. А в Нидерландах из переработанных бутылок и одноразовой посуды делают велодорожки.

В 2002 году инженеры индийской компании KK Plastic Waste Management Ltd запатентовали технологию использования пластиковых отходов при асфальтировании дорог. Этой фирме принадлежит завод в Бангалоре, перерабатывающий сегодня до 30 метрических тонн пластмасс в сутки. На разработку технологии переработки ПЭТ бутылок, пластиковых стаканов и пакетов в компонент асфальтовой смеси ушло у индусов 5 лет [6].

Компания создала полимерную смесь KK Poly Blend, которая замещает 8% битума в составе асфальтобетонной смеси и улучшает характеристики дорожного покрытия. Срок эксплуатации дорог, созданных на базе этого материала, увеличен в два раза. В своем штате KK Plastic Waste Management Ltd построили 2000 км дорог и переработали 8000 тонн пластиковых отходов.

Из Индии идея перекочевала в Западную Европу, один из руководителей шотландской компании MacRebur привез ее в свою страну и после 18 месяцев исследований запатентовал высокоэффективные добавки на основе переработанного пластика. Они выпускаются в виде гранул и хлопьев, которые добавляются вместе с битумом при производстве покрытия.

Лидерами производства пластикового асфальта в Северной Америке являются канадцы. Компания Green Mantra разработала инновационную технологию, позволяющую использовать при создании дорожного полотна до 20% переработанного пластика. Модифицированный асфальтобетон активно используют сегодня для прокладки и ремонта дорог в Ванкувере.

Технологии применения переработанных полимерных материалов в дорожном строительстве в России разрабатывала компания ОАО «Роснано». Была создана программа «Инновационная дорога», в рамках которой новые покрытия должны были использоваться при строительстве магистралей в Татарстане, Москве, Рязанской области. Проект остался на стадии разработки, столкнувшись с необходимостью корректировки ГОСТов, СНиПов, технических регламентов.

В России улучшают качество покрытия для дорог с помощью пластиковых добавок, разрабатываемых компанией «СИБУР Холдинг». Полимер-битумные вяжущие выпускаются из нефтепродуктов. Разрабатываются технологии, аналогичные индийским и канадским, в Ярославле и Новосибирске. Планируется использование асфальтобетонных смесей на основе переработанного пластика для ремонта дорог, а в дальнейшем – для прокладки магистралей. Для реализации проектов требуется внедрение технологий по сбору и сортировке пластиковых отходов, изменение действующего законодательства.

Российские специалисты проанализировали потенциал этой системы и пришли к выводу, что подобное дорожное покрытие из пластика можно использовать в климатических условиях нашей страны только для строительства тротуаров и парковых дорожек.

Чтобы ответить на все вопросы о переработке пластика, нужно подойти к проблеме с научной точки зрения. Сейчас в цивилизованных странах всерьез задумались над задачей. Появляются первые успехи: сейчас перерабатывается огромное количество пластиковых отходов во вторсырьё, промышленные и инфраструктурные материалы, и самое главное и интересное - в топливо.

В России также развивается отрасль переработки пластика, но не такими темпами как на Западе. Главным образом это должно идти с подачи государства, а именно льготами предприятиям и огромным капиталовложениям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шевцова А.А.* Утилизация изделий из пластика. Современные научные исследования и инновации. 2016. №1(57).
2. *Котомин С.В., Романко О.И., Якушева Е.А.* Полимерные материалы и пластики - свойства и применение. Учебное пособие. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2017.
3. *Лебедева К.А.* Переработка пластика и применение полученного материала в строительстве / К.А. Лебедева, Ю.В. Никонова, М.И. Зайцева, М.И. Раковская Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции Сборник статей по материалам региональной научно-практической конференции. ПетрГУ, Петрозаводск. 2016.
4. *Михайлова К.В.* Современные технологии по переработке пластмассовых отходов. Молодой ученый. 2016. №9-1(113).
5. *Соснина Г.И.* Переработка пластиковых отходов. Успехи современного естествознания. 2012. № 6.
6. *Иванова О.А., Реховская Е.О.* Утилизация и переработка пластиковых отходов. Молодой ученый. 2015. №21(101).

УДК 614.83

А. Г. Марков, А. Н. Петренко, А. С. Сиротин
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС РОССИИ

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОВОДЯЩИХ КОНТУРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛАХ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

Заземленное ячеестое покрытие поверхности стенок обеспечивает возможность замены металлического оборудования на оборудование из диэлектрических полимерных или композитных материалов. Рассмотрена эффективность такого покрытия в зависимости от того, на какой стороне (внешней или внутренней) стенки резервуара или трубопровода они размещаются.

Ключевые слова: Статическое электричество, электростатическая искробезопасность, разряды статического электричества, полимерные материалы, диэлектрик, заземление, проводящее покрытие.

A. G. Markov, A. N. Petrenko, A. S. Sirotin

SUBSTANTIATION OF USE OF CONDUCTIVE CONTOUR COATINGS ON POLYMER MATERIALS TO REDUCE ELECTROSTATIC HAZARD

The grounded cellular coating of the wall surface provides the possibility of replacing metal equipment with equipment made of dielectric polymer or composite materials. But the effectiveness of such a coating also depends on which side (external or internal) of the tank or pipeline wall they are placed on.

Key words: Static electricity, electrostatic intrinsic safety, discharges of static electricity, polymer materials, dielectric, grounding, conductive coating

В настоящее время для хранения светлых нефтепродуктов используются в основном металлические резервуары. Одной из причин ограничения применения полимерных и композитных конструкционных материалов (которые являются диэлектриками), является их повышенная электризация, приводящая к опасному проявлению разрядов статического электричества (СЭ).

Важно отметить, что Федеральным законом №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» в ст. 50, п. 1.3 [1] установлено требование по исключению образования в горючей среде источников зажигания, к которым относятся и разряды СЭ.

В тоже время использование полимерных материалов для изготовления резервуаров перспективно, так как снимает необходимость обеспечения их антикоррозионной защитой, требуемой для металлических ёмкостей [2, 3], и исключает возможность образования пирофорных отложений [4, 5]. Кроме этого применение резервуаров из полиэтилена в качестве емкостей для хранения позволит получить существенный экономический эффект за счет снижения их стоимости и увеличения срока эксплуатации [6, 7].

Защитное ячеистое покрытие (см. рис. 1) обеспечивает возможность замены металлического оборудования на оборудование из диэлектрических полимерных или композитных материалов.

Рассмотрим различные варианты размещения защитных заземленных контуров на поверхности резервуара или трубопровода для диэлектрической жидкости.

На рис. 2 показано распределение потенциалов на внешней (2) и внутренней (3) поверхностях стенки (1) участка трубопровода из изолирующего материала, закреплённого в заземлённых электропроводящих фланцах (7) и электризуемого потоком заряжающегося нефтепродукта (4).

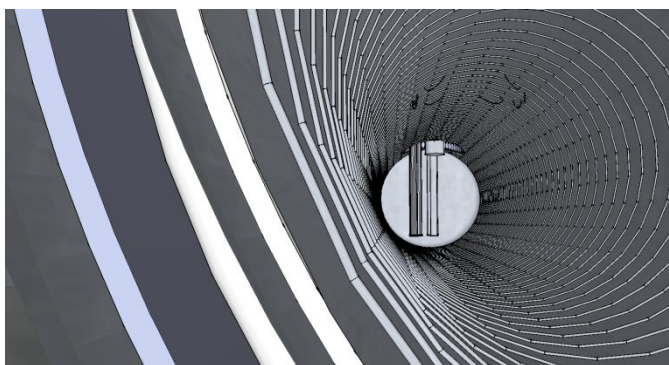


Рис. 1. Защитное покрытие (навивка проволоки) внутренней стенки резервуара

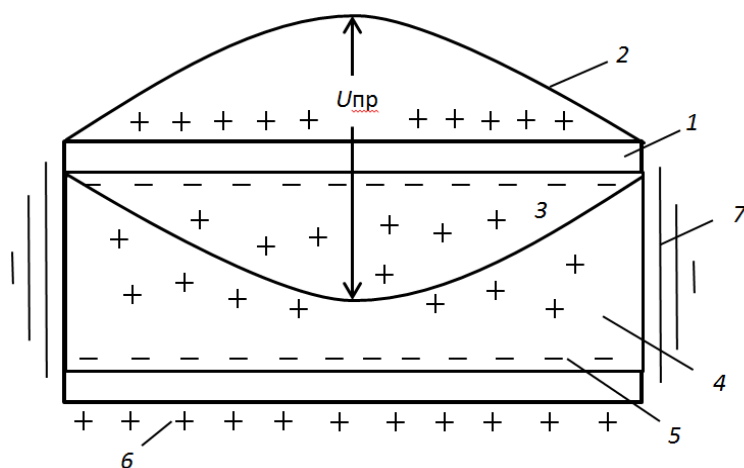


Рис. 2. Участок трубопровода из изолирующего материала с заземлёнными электропроводящими фланцами: 1 – стенка участка трубопровода; 2 – эпюра распределения положительного потенциала на внешней стенке; 3 – эпюра распределения отрицательного потенциала на внутренней стенке; 4 – положительно заряжающийся поток нефтепродукта; 5 – слой отрицательных зарядов, образующихся на внутренней поверхности стенки участка трубы в результате процесса электризации при взаимодействии с потоком нефтепродукта; 6 – слой положительных зарядов на внешней поверхности стенки участка трубы, образующихся вследствие ионизации воздуха коронными разрядами в электростатическом поле слоя отрицательных зарядов на внутренней поверхности стенки; 7 – заземлённые фланцы арматуры крепления участка трубопровода

Предположим, что на участке трубы поток нефтепродукта заряжается положительно, а стенка отрицательно. По мере увеличения плотности слоя отрицательных зарядов (5) на внутренней поверхности стенки напряжённость поля в воздухе возрастает. Возникает разряд, приводящий к формированию уравновешивающей плотности слоя положительных зарядов (6) на внешней поверхности стенки. В условиях сильной электризации [8] разность потенциалов между слоями зарядов в центральной части трубы способна достигать предельного значения $U_{пр}$, что может привести к проявлению разрядов, способных зажечь взрывоопасную смесь паров нефтепродукта с воздухом.

На рис. 2 показано распределение потенциала (3) на внутренней поверхности стенки (1) участка трубопровода из изолирующего материала с внешним электропроводящим заземлённым покрытием (2), закреплённого в заземлённых электропроводящих фланцах (7) и электризуемого потоком заряжающегося нефтепродукта (4). В условиях сильной электризации разность потенциалов между электропроводящим покрытием (2) и внутренней поверхностью стенки (1) в центральной части трубы способна достигать предельного значения $U_{пр}$, соответствующего электрической прочности материала стенки трубы.

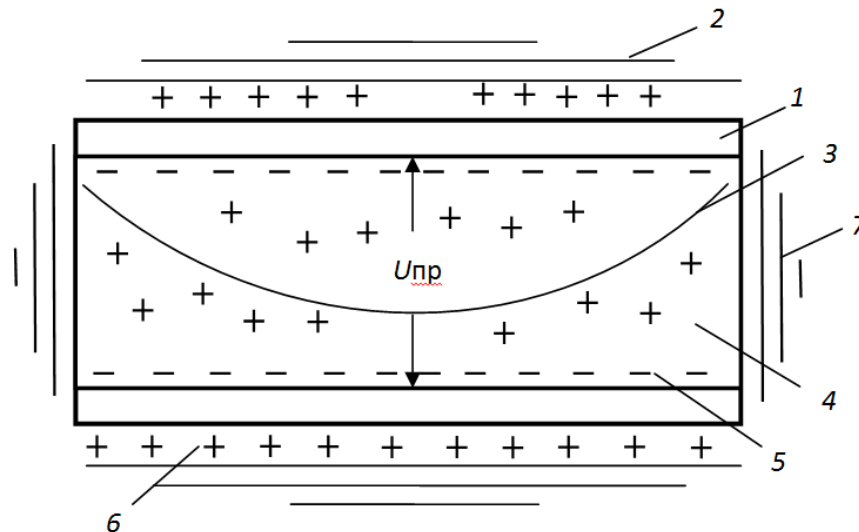


Рис. 3. Участок трубопровода из изолирующего материала с внешним электропроводящим заземлённым покрытием и фланцами: 1 – стенка участка трубопровода; 2 – внешнее электропроводящее покрытие стенки участка трубы; 3 – эпюра распределения отрицательного потенциала на внутренней стенке; 4 – положительно заряжающийся поток нефтепродукта; 5 – слой отрицательных зарядов, образующихся на внутренней поверхности стенки участка трубы в результате процесса электризации при взаимодействии с потоком нефтепродукта; 6 – слой положительных зарядов, индуцированных на внешнем электропроводящем покрытии; 7 – заземлённые фланцы арматуры крепления участка трубопровода

Сравнение рис. 2 и 3 показывает, что внешнее электропроводящее покрытие изолирующей трубы в случае сильной электризации способно увеличить электростатический потенциал на её внутренней поверхности, что повышает пожарную опасность.

Внешнее электропроводящее покрытие изолирующей трубы способствует возрастанию напряженности электростатического поля на внутренней поверхности стенки, что успешно используется для обеспечения защиты от пробоя, перфорирования и возникновения скользящего поверхностного искрового разряда статического электричества, но только в условиях слабой электризации [8].

На рис. 4 показан защитный контур, образованный фланцами 7 и заземлённым металлическим кольцом 8, размещённым на внешней поверхности участка трубы из изолирующего материала.

Распределение потенциала (3) на внутренней поверхности стенки (1) участка трубопровода из изолирующего материала аналогично показанному на рис. 4. В условиях сильной электризации [8] разность потенциалов между контурным кольцом (8) и внутренней поверхностью стенки (1) в центральной части трубы способна достигать предельного значения $U_{пр}$.

На рис. 5 показан защитный контур, образованный фланцами (7) и заземлённым металлическим кольцом (8), размещённым на внутренней подвергающейся электризации при взаимодействии с потоком нефтепродукта поверхности участка трубы из изолирующего материала.

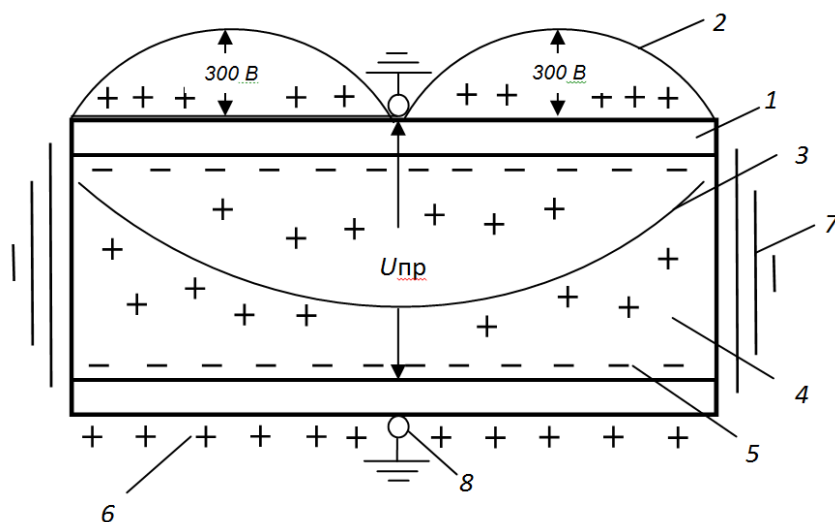


Рис. 4. Размещение защитного заземленного контура на внешней поверхности участка трубы из изолирующего материала с заземленными фланцами: 1 – стенка участка трубопровода; 2 – эпюра распределения положительного потенциала на внешней стенке; 3 – эпюра распределения отрицательного потенциала на внутренней стенке; 4 – положительно заряжающийся поток нефтепродукта; 5 – слой отрицательных зарядов, образующихся на внутренней поверхности стенки участка трубы в результате процесса электризации при взаимодействии с потоком нефтепродукта; 6 – слой положительных зарядов, аналогичный слою зарядов, индуцированных на внешнем электропроводящем покрытии; 7 – заземлённые фланцы арматуры крепления участка трубопровода; 8 – кольцевой контурный заземлённый электрод

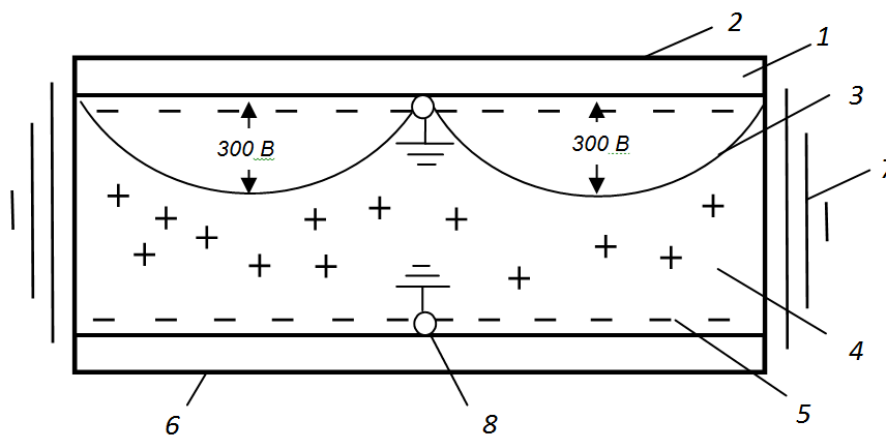


Рис. 5. Размещение защитного контура на внутренней поверхности участка трубы из изолирующего материала: 1 – стенка участка трубопровода; 2 – эпюра близкой к нулевой составляющей распределения электростатического потенциала наружной поверхности стенки, обусловленного процессом электризации трубы потоком нефтепродукта; 3 – эпюра распределения отрицательного потенциала на внутренней стенке; 4 – положительно заряжающийся поток нефтепродукта; 5 – слой отрицательных зарядов, образующихся на внутренней поверхности стенки участка трубы в результате процесса электризации при взаимодействии с потоком нефтепродукта; 6 – наружная поверхность стенки участка трубы; 7 – заземлённые фланцы арматуры крепления участка трубопровода; 8 – кольцевой контурный заземлённый электрод

Распределение потенциала (3) на внутренней поверхности стенки (1) участка трубопровода из изолирующего материала таково, что защитный контур ограничивает максимальное значение. Плотность отрицательного заряда на внутренней поверхности не достаточна для того, чтобы обеспечить возникновение коронного разряда с внешней поверхности стенки трубы или разряда при сближении с ней заземлённого металлического электрода.

Как показано выше, защитная эффективность заземлёнными или рассеивающими электропроводящими контурами, зависит от того, на какой стороне стенки изделия они размещаются. В противном случае неизбежно возрастание вероятности возникновения скользящих искровых разрядов, пробоев и перфорирования стенки изделия независимо от того, какой потенциал будет на поверхности, не подвергающейся электризации.

Данное решение актуально при обоснованной замене металлического изделия на изделие из изолирующего материала с аналогичными геометрическими, техническими и эксплуатационными параметрами и сохраняющее эффективность обеспечения защиты средствами заземления металлического изделия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: федер. закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ: (в ред. от 27.12.2018 г.) // Гарант: информ.-правовое обеспечение. – Электрон. Дан. – М., 2020. – Доступ из локальной сети б-ки Академии ГПС МЧС России;
2. РД 3661-01297858-03-01. Инструкция по антикоррозионной защите резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов с использованием однокомпонентных полиуретановых лакокрасочных покрытий [Электронный ресурс]: руководящий документ (утв. ЗАО УПРТ, 20.12.2001) // Гарант: информ.-правовое обеспечение. – Электрон. Дан. – М., 2020. – Доступ из локальной сети б-ки Академии ГПС МЧС России.
3. РД 112-РСФСР-015-89 Основные требования к антикоррозионной защите объектов проектируемых и реконструируемых предприятий нефтепродуктообеспечения [Электронный ресурс]: руководящий документ (М: СКВ ТНА 1989) // Гарант: информ.-правовое обеспечение. – Электрон. Дан. – М., 2020. – Доступ из локальной сети б-ки Академии ГПС МЧС России.
4. Инструкция по борьбе с пирофорными соединениями при эксплуатации и ремонте нефtezаводского оборудования [Электронный ресурс]: (утв. Миннефтехимпромом СССР 18.12.1974) // Гарант: информ.-правовое обеспечение. – Электрон. Дан. – М., 2020. – Доступ из локальной сети б-ки Академии ГПС МЧС России.
5. Петров, А.П. Исследование опасности самовозгорания пирофорных отложений в резервуарах с нефтью [Электронный ресурс] / А.П. Петров, В.Г. Иванов, Г.Ю. Глухов // Интернет-журнал "Технологии технологической безопасности" – №3 июнь 2009 г. – Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb>.
6. ГОСТ Р 51760-2001. Тара потребительская полимерная. Общие технические условия [Электронный ресурс]: государственный стандарт // Гарант: инф.-прав. об-ние. – Эл. Дан. – М., 2020. – Доступ из лок-ной сети б-ки Академии ГПС МЧС России.
7. ТУ 2291-015-61908297-10. Изделия из полиэтилена [Электронный ресурс]: технические условия // Гарант: инф.-прав. об-ние. – Эл. Дан. – М., 2020. – Доступ из лок-ной сети б-ки Академии ГПС МЧС России.
8. *Верёвкин В. Н., Смелков Г. И., Черкасов В. Н.* Электростатическая искробезопасность и молниезащита. – М. : МИЭЭ, 2006. – 170 с.
9. ГОСТ 31613-2012. Электростатическая искробезопасность. Общие технические требования и методы испытания [Электронный ресурс]: государственный стандарт // Гарант: инф.-прав. об-ние. – Эл. Дан. – М., 2020. – Доступ из лок-ной сети б-ки Академии ГПС МЧС России.
10. *Марков А.Г., Верёвкин В.Н.* Защита от электростатической опасности конструкционных материалов заземлёнными проводящими сетками // Научный журнал «Пожары и ЧС» АГПС МСЧ России, №1, 2020. – с.33-41.
11. Полимерный двустенный резервуар для хранения светлых нефтепродуктов. Патент РФ № 2532018. 27.10.2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2532018C1_20141027
12. Способ защиты изделий с изолирующими поверхностями от электростатической опасности. Патент РФ № RU 2607652 C1. 15.09.2015г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2607652C1_20170110.

УДК 614.841

Т. А. Мочалова, Ю. А. Филатова, О. Е. Сторонкина
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ АНТИФРИЗОВ

Статья посвящена проблеме исследования возможности загорания охлаждающей жидкости автомобиля, определена температура вспышки тосола марки UNIVERSAL.

Ключевые слова: температура вспышки, антифриз, тосол, пожар автомобиля.

T. A. Mochalova, J. A. Filatova, O. E. Storonkina

ANTIFREEZE FIRE HAZARD STUDY

The article is devoted to the problem of studying the possibility of ignition of a car coolant, the flash point of UNIVERSAL antifreeze is determined.

Key words: flash point, antifreeze, antifreeze, car fire

В современном мире очень сильно развито использование транспортных средств, при этом пожары автомобилей в большинстве регионов Российской Федерации входят в тройку лидеров (занимают второе место, а в некоторых даже первое, после пожаров в жилом секторе). Поэтому все более и более актуальными становятся проблемы расследования и исследования пожаров автотранспортных средств. Исследование пожара автомобиля имеет существенное значение не только в уголовно-правовом аспекте, но и при решении вопросов, связанных с выплатой страхового возмещения, поскольку автомобиль, как и любой объект собственности, может быть застрахован владельцем, в том числе и от пожаров по различным причинам [1].

В рамках проведения пожарно-технического исследования автомобилей нужно учитывать тот факт, что, несмотря на их большое разнообразие и назначение, при эксплуатации протекают разные физико-химические процессы, которые являются в той или иной мере пожароопасными. При этом степень их опасности зависит не только от пожароопасных свойств применяемых веществ и материалов, а также и от их конструктивного устройства и режима работы в целом. Как можно заметить, это вызывает необходимость подробного изучения характеристик и пожарной опасности, как различных систем, так и самой общей компоновки автомобиля.

В автомобилях широко применяются различные охлаждающие жидкости. Наиболее распространенными в России являются тосолы и антифризы. Несмотря на схожесть их принципа действия и химического состава, данные жидкости имеют ряд отличий. Антифриз представляет собой импортную низкотемпературную охлаждающую жидкость высокого качества. Тосол же в своей совокупности – это отечественная жидкость сравнительно низкого качества.

Основными компонентами современных охлаждающих жидкостей являются этиленгликоль и вода, количественная часть которых составляет 94-98% от общего состава веществ, а оставшаяся процентная часть – присадки. Именно от последнего полностью зависит вид антифриза, а, соответственно, и его различные свойства, срок эксплуатации и как следствие его цена. Согласно ГОСТ 28084-89 «Жидкости охлаждающие низкотемпературные» [2] основным компонентом антифризов является этиленгликоль. Это горючее вещество, но при этом пожаровзрывобезопасное. Наиболее часто в транспортных средствах применяются охлаждающие жидкости, температура замерзания которых до -40°C , и у которых соблюдается соотношение воды и этиленгликоля 1:1. Учитывая все вышесказанное, можно предположить, что жидкость данного состава гореть не может. С данным фактом, по-видимому, связано то, что в литературе уделяется мало внимания вопросу изучения способности загорания охлаждающей жидкости и, соответственно, автомобиля в целом, а также вопросам их экспертного изучения после пожара. Опираясь на тот факт, что тосол и антифриз по большей части состоят из воды, ряд специалистов полагают, что возгорание транспортного средства по причине их утечки невозможно.

Заинтересовавшись данным вопросом и изучив имеющуюся литературу, мы обнаружили исследование, которое провели ученые, основываясь на деле о пожаре, причиной которого стало возгорание антифриза [3].

В настоящей работе мы продолжили данное направление исследований и изучили пожароопасные свойства тосола марки UNIVERSAL.

Так как в процессе эксплуатации автомобиля охлаждающая жидкость подвергается высокотемпературному нагреву, то ее состав может изменяться и будет отличаться от исходного. Поэтому в качестве объектов исследования нами были использованы как «чистая», т.е. не применявшаяся в автомобиле охлаждающая жидкость, так и «отработанная» жидкость, т.е. изъятая непосредственно из систем охлаждения автомобиля (пробег автомобилей с данной охлаждающей жидкостью составлял приблизительно 10 тыс. км).

На первом этапе исследования нами были проведены измерения температуры вспышки жидкостей с помощью прибора открытого типа для определения температуры вспышки, в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89 [4]. Результаты испытаний приведены в таблице. Как видно из таблицы, при длительной эксплуатации автомобиля пожароопасные свойства тосола увеличиваются.

Таблица. Результаты испытаний тосола марки UNIVERSAL на вспышку (в открытом тигле)

Образец тосола	Температура вспышки ($^{\circ}\text{C}$)
«Отработаный»	103
«Чистый»	135

Устройство современных автомобилей исключает возможность контакта охлаждающей жидкости с окружающими частями автомобиля, однако при определенных условиях может возникнуть разгерметизация емкости, в результате чего произойдет разлив продукта. Иными словами, возможно попадание антифриза на высоконагретые элементы автомобиля. Единственной поверхностью в системе транспортного средства, способной привести к пожару, является система выпуска отработавших газов, так как её температура при работающем двигателе составляет более 700 °С.

С целью проверки гипотезы воспламенения тосола при контакте с системой выпуска отработавших газов нами будет проведен второй этап испытаний, который представляет собой моделирование ситуации.

Таким образом, образцы тосола марки UNIVERSAL можно отнести к горючими жидкостями в связи с тем, что для них определяется температура вспышки и температура воспламенения. При этом по мере снижения концентрации воды в тосоле его пожарная опасность возрастает.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Чешко И.Д., Плотников В.Г.* Анализ экспертных версий возникновения пожара. СПбФ ФГБУ ВНИИПО МЧС РФ, книга 2 – Санкт-Петербург: 2012. – 364 с.: ил.
2. ГОСТ 28084-89 Жидкости охлаждающие низкотемпературные. Общие технические условия.
3. *Елисеев Ю.Н., Чешко И.Д.* Пожароопасные свойства охлаждающих жидкостей автомобиля / Пожарная безопасность: проблемы и перспективы Издательство: Воронежский институт ГПС МЧС России. - № 1(4) – 2013 – С.277-279.
4. ГОСТ 12.1.044-89 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.

УДК 614.84

Г. В. Нефедова, Н. А. Таратанов
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗОГРЕТЫЕ ЧАСТИ ВЫХЛОПНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ КАК ИСТОЧНИК ЗАЖИГАНИЯ РОЗЛИВА НЕФТИ

В данной статье проведено исследование возможности возникновения горения нефти при попадании на разогретые части выхлопной системы автомобиля.

Ключевые слова: автотранспорт, пожарно-техническая экспертиза, пожар.

G. V. Nefedova, N. A. Taratanov

HEATED PARTS OF THE CAR'S EXHAUST SYSTEM AS AN IGNITION SOURCE FOR OIL FILLING

In this article a study of the possibility of burning oil in contact with heated parts of the exhaust system of the car.

Key words: motor transport, fire-technical expertise, fire-fighting.

Охрана материальных ценностей и имущества граждан от пожаров является в нашей стране одной из основных государственных задач. Согласно статистическим данным, количество пожаров в России, постоянно возрастает. Пожары ежегодно приносят государству колоссальные материальные убытки. Нередко в огне гибнут люди. Это еще более обязывает правоохранительные органы совершенствовать профилактические методы, своевременно устанавливая причины и виновников противоправных деяний, связанных с пожарами. Поджоги и преступные нарушения правил пожарной безопасности представляют серьезную угрозу для общества, поскольку приводят к возникновению и развитию пожаров.

Целью данного исследования является исследование возможности возникновения горения нефти при попадании на разогретые части выхлопной системы автомобиля.

Актуальность работы обусловлена применением комплексного подхода, приводящего к подготовке качественного технического (экспертного) заключения по выработке версии возникновения пожара, так как на сегодняшний день пожары остаются общественно опасным явлением. В настоящий момент уровень развития

общества сопровождается появлением новых потенциальных источников зажигания, что приводит к усложнению процесса установления причин возникновения пожаров.

На сегодняшний день, основной экспертной специализацией, которая необходима для установления очага и технической причины пожара является «Реконструкция процесса возникновения и развития пожара».

В своей работе рассмотреть один из пожаров, произошедших в Саратовской области, где для установления очага пожара были исследованы свойства нефти. В данной ситуации очень важно установить очаг и причину пожара, т.к. на данном пожаре был ущерб в крупном размере и решался вопрос о возбуждении уголовного дела.

Рассмотрим обстоятельства пожара произошедшего на дороге в Саратовской области. Участок дороги, на котором произошло возгорание нефти, расположен в центральной части одного из сел Саратовской области. Данный участок дороги и является частью автодороги Р226 «Самара – Пугачёв – Энгельс – Волгоград».

В двух километрах восточнее села проложена магистральная труба нефтепровода «Куйбышев-Тихорецк» филиала АО «Транснефть-Приволга» Саратовского РНУ. Рядом в сторону села имеется овраг с искусственной плотиной для проезда машин в виде насыпи. В насыпи имеются трубы для отвода талых вод.

Село электрифицировано, газифицировано. В селе имеется начальная школа, фельдшерско-акушерский пункт, дом культуры, библиотека, почта.

В 17 час. 50 минут на пункт ПСЧ-27 по охране ФГКУ «14 отряд по Саратовской области» поступило сообщение о возгорание нефти, принадлежащем АО «Транснефть-Приволга». Пожар ликвидирован сотрудниками ПСЧ-27 по охране ФГКУ «14 отряд по Саратовской области» в 23 час. 50 мин.

Было установлено, что первоначальное пламенное горение возникло на асфальтированном покрытии автодороги, на которой было скопление разлитой нефти.

В результате пожара произошедшего на дороге огнем уничтожено два жилых дома, грузовой автомобиль КАМАЗ, также огнем повреждено 36 жилых домов, а/м «Renault Duster», дорожное покрытие на площади 392 кв.м, электропровода марки «АС» 315 м и 20 изоляторов линии электропередач населенного пункта.

При установлении причины пожара рассматривались две версии:

1. Соприкосновения устройств (механизмов) автомобиля «Renault Duster» с нефтепродуктами;
2. Глеющее табачное изделие, источник открытого пламени (искра, спичка, зажигалка).

Пожарную опасность в автомобиле представляют нагретые детали выхлопной системы, которые могут вызывать воспламенение паровоздушной смеси. В проведенных исследованиях проведен анализ пожарной опасности нагретых деталей выхлопного тракта автомобиля с бензиновыми двигателями с рабочим объёмом до двух литров.

Перед исследованиями двигатель автомобиля работал на холостом ходу в течение десяти минут, после чего был заглушен. До проведения измерений исследуемые поверхности очищались от грязи.

Исследования температурного режима проводилось на автомобиле марок «Renault Duster», ВАЗ 2121, VW Polo с использованием тепловизора и пирометра, имеющего диапазон измерения температур -30 ... +500 °С.

Выхлопные тракты исследуемых автомобилей были условно поделены на участки. На каждом участке проводились измерения в течение тридцати минут с интервалом в пять минут.

Анализ результатов измерений показывает, что наиболее опасный участок находится в районе двигателя, в месте расположения коллектора выхлопного тракта. Проведённые исследования показали то, что в процессе эксплуатации поверхность нагретых элементов выхлопной системы автомобиля достигает 300 °С, а при попадании ЛВЖ и ГЖ на эти поверхности могут привести к возникновению пожара, даже при заглушенном двигателе (до 15 минут).

Следующим этапом работы явилось определение температуры самовоспламенения нефти. Согласно литературных данных температура вспышки различных видов нефти составляет от -35 до 130 °С, а температура самовоспламенения для различных видов нефти составляет от 222 до 375 °С.

Практическая же температура самовоспламенения исследуемой нефти составляет 275 °С.

Учитывая вышеуказанные температурные показатели нефти, при её попадании на указанные поверхности она гарантированно загорится. При следовании транспортного средства по дорожному полотну происходит быстрое вращение его колес, а при наличии на дороге нефти вращение колес приводит к ее разбрызгиванию вследствие действия центробежной силы, попадая на элементы кузова и днища. В пользу данного вывода свидетельствует наличие наслоений нефти на элементах днища и кузова, описываемого выше автомобиля. То есть возникновение данного пожара было связано с попаданием нефти на высоко нагретые элементы системы выпуска отработавших газов автомобиля «Renault Duster».

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что технической причиной исследуемого пожара являлось загорание нефти в результате её попадания на высоко нагретые элементы системы выпуска отработавших газов автомобиля «Renault Duster», произошедшее в ходе его движения по автодороге в Саратовской области.

Глеющие табачные изделия, источники открытого пламени и иные источники зажигания, кроме источников, указанных (ранее) в проведенных исследования, причастности к данному пожару не имели.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был проведен экспертный анализ последствий пожара по факту возгорания нефти.

Полученные результаты позволили утверждать, что в представленной выпускной квалификационной работе рассмотрен порядок проведения проверки по факту возгорания нефти, происшедшего на дороге Саратовской области. Особенностью данной проверки, является то, что в данном случае отсутствуют и умысел, и неосторожность как формы вины – элемента состава преступления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зернов С.И.* Задачи пожарно-технической экспертизы методы их решения: учеб. пособие. М.: ЭКЦ МВД РФ, 2001. 200 с

УДК 614.84

М. М. Огнева, Н. А. Таратанов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИНФРАКРАСНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

В работе изучены наиболее распространенные органические строительные материалы, такие как поликарбонат, полипропиленовая труба, труба из полиэтиленовой пены, линолеум, труба из сшитого полиэтилена методом инфракрасной спектроскопии. Дополнена база данных инфракрасных спектров в судебно-экспертную деятельность ИПЛ по Ивановской области.

Ключевые слова: инфракрасная спектроскопия, условия пожара, пожарно-техническая экспертиза, расследование пожара, органические строительные материалы.

М. М. Ogneva, N. A. Taratanov

INFRARED SPECTROSCOPY IN THE STUDY OF ORGANIC MATERIALS

The most common organic building materials such as polycarbonate, polypropylene pipe, polyethylene foam pipe, linoleum, and cross-linked polyethylene pipe were studied by infrared spectroscopy. Updated the database of infrared spectra in the forensic activities of the IPL in the Ivanovo region.

Key words: infrared spectroscopy, fire conditions, fire technical expertise, fire investigation, organic building materials.

Задачей выпускной квалификационной работы является исследование органических строительных материалов методом инфракрасной спектроскопии с целью установления очага пожара, а также дополнить базу данных инфракрасных спектров органических материалов, что бы в последующем применять данную базу данных для дальнейших исследований при написании заключения экспертами пожарной лаборатории. Следовательно, были поставлены задачи по сбору данных по теме дипломной работы, проведение термообработки строительных материалов, исследование данных материалов методом инфракрасной спектроскопии и уже впоследствии составление базы данных инфракрасных спектров. Для проведения исследований были отобраны строительные материалы, применяемые, в большинстве случаев, для строительства зданий и сооружений.

1. Поликарбонат – это прозрачный полимерный пластик, который хранится в виде гранул до самого момента переработки. В состав данного вещества входит: двухатомный фенол, вода, угольная кислота, растворители и красители. При высоких температурах не теряет своих свойств, способен к самовосстановлению, а потому и экологически безопасен [2].

2. Полипропиленовая труба используется для водоснабжения, отопления, водоотведения, вентиляции, не только в промышленности, но и в домашнем хозяйстве. Самым важным плюсом таких труб является стойкость к коррозии и соответственно долговечность. В среднем срок эксплуатации таких труб достигает 50 лет. Монтаж полипропиленовых труб удобен и быстр, что позволяет в ближайшие сроки выполнить установку систем водоснабжения, отопления и т.д. Немаловажным достоинством данных труб является стойкость к внутренним налетам и отложениям. Потери давления в системах полипропиленовых труб минимальны. Стойкость к отрицательным температурам высокая, это означает что вероятность того, что труба треснет при заморозке минимальна [3]. Основным достоинством полипропиленовой трубы является низкая стоимость, высокая прочность при относительно небольшом весе, а также она не вредна для организма человека.

3. Трубки из полиэтиленовой пены с закрытой ячеистой структурой Energoflex™ Super идеально подходят для тепло- и шумоизоляции внутренних инженерных систем. Материал изделий стоек к агрессивным средам, обладает повышенной прочностью, влагостойкостью и долговечностью. Гибкие теплоизоляционные трубки просты в монтаже, эффективно снижают тепловые потери и структурные шумы, защищают поверхность оборудования от конденсата и коррозии, препятствуют замерзанию теплоносителя в течение заданного времени. Экологически чистый материал, безопасен при работе, не требует средств персональной защиты. На сегодняшний день он является одним из наиболее часто используемых при строительстве материалов, т.к. имеет оптимальное соотношение теплоизоляционных свойств и более чем умеренную цену. Утеплитель Энергофлекс – это эластичный и гибкий материал, которым за пару минут можно изолировать трубы системы отопления, водопроводные и прочие, для которых важна температурная стабильность рабочей среды. Он без труда изгибается, принимает любую форму, что обеспечивает прочность и более плотный контакт с поверхностью трубопровода, и максимальное сокращение утечек воздуха. В состав полиэтилена производитель добавляет специальные присадки, которые дают утеплителю Энергофлекс способность к самозатуханию, при отсутствии прямого воздействия огня [4].

4. Описание линолеума полностью соответствует его названию, которое происходит от двух латинских слов: «линум» — полотно и «олеум» – масло. Подложка искусственного линолеума выполнена из материала, напоминающего по структуре стеклоткань. Этот материал несет основную прочностную нагрузку, которой подвергается покрытие при эксплуатации. Подложка этого напольного покрытия пропитывается специальным синтетическим составом и с лицевой стороны покрывается поливинилхлоридом (ПВХ). На него накатывается рисунок, а затем наносится защитный слой прозрачного поливинилхлорида. После этого линолеум подвергается тепловой обработке. По прочности линолеум можно разделить на коммерческий (наиболее прочный) и бытовой, рассчитанный на эксплуатацию в жилых помещениях [5].

5. Трубы из сшитого полиэтилена обладают высокими прочностными показателями. Благодаря свойствам материала они обладают отличными показателями растяжения на разрыв, а также износостойкости (к стиранию). Хотя материал и устойчив к изменениям условий эксплуатации, лучше не допускать резких и частых перепадов температур в системе. Наличие внутренней гладкой поверхности не допускает образование различных отложений. Поэтому на протяжении всего срока эксплуатации труб их пропускная способность, а значит и эффективность, снижаться не будет. Стоит отметить высокую стойкость к коррозии, химическую и биологическую устойчивость (какие-либо действия на трубы могут оказывать лишь сильные растворители и тяжелолетучие соединения). Наличие малого линейного расширения достойно компенсируется эластичностью трубы. Особенностью труб из сшитого полиэтилена является эффект памяти. Он восстанавливает форму сам после незначительных деформаций. При сильных с помощью строительного фена: необходимо прогревать место излома. При этом после восстановления труба не теряет свои свойства. Необходимо отметить хороший уровень шумоизоляции, благодаря которому максимально снижается шумность проходящего по трубам теплоносителя. Трубы из сшитого полиэтилена применяются в широком температурном диапазоне, сохраняя ударопрочность при -50 °С, и прекрасно себя чувствуют в системах отопления с температурой до 95 °С, и, в зависимости от производителя, выдерживая кратковременные нагрузки до 100-120 °С. К тому же, трубы обладают не большим весом, что позволяет их легко транспортировать и монтировать. Для защиты от ультрафиолета и проникновения кислорода и воздуха имеют специальные защищающие слои [6].

Впоследствии, данные материалы были подвержены термообработке под различными температурами и одним промежутком времени. Температурный нагрев проводился до 900 °С с шагом 100 °С. Данный шаг необходим для того, чтобы получить более наглядную картину, а именно как ведут себя полимерные строительные материалы при повышенных температурах. Выдержка образцов при тепловом воздействии составляла около 10 минут. Для проведения исследований инфракрасным спектрометром необходимо было лишь 0,001 грамма данных образцов и 0,299 грамм бромистого калия, поэтому проводился отбор необходимого количества образца для исследований. Бромистый калий – это бесцветное кристаллическое вещество, калиевая соль бром водородной кислоты. Данное вещество необходимо для изготовления таблеток, а также для изучения инфракрасных спектров. Впоследствии образцы были подвержены исследованию с помощью инфракрасного спектрометра «ИК – Фурье 1201». ИК-спектроскопия позволяет наиболее однозначно интерпретировать результаты, полученные в ходе судебных экспертиз. Данный метод довольно часто используется на практике при работе с различными объектами. Данный метод является качественным методом исследования, а также используется для определения количественного анализа вещества. ИК-спектр содержит полосы поглощения, которые соответствуют колебаниям определенных групп атомов, функциональных групп и молекул. На выходе получили спектры всех образцов. В дальнейшем был проведен анализ по каждому материалу для построения критериальной кривой спектров. Таким образом, всесторонне рассмотрены физические закономерности и преимущества инфракрасного метода, применяемого для исследования в области судебной пожарно-технической экспертизы. Полученные спектры исследуемых объектов пополнили базу данных СЭУ ФПС ИПЛ по Ивановской области, база данных помогает в расшифровке состава и изложении результата в заключении правильными профессио-

нальными терминами. Конечно, база данных и её аппарат поиска не заменяют собой эксперта. Это вспомогательное средство при классификации полимерных остатков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поликарбонат – что это за материал и где его используют: <https://www.stroy-krov.ru/articles/polikarbonat-chto-eto>. (Дата обращения 07.05.2020).
2. Полипропиленовые трубы. Технические характеристики. <https://mechanicinfo.ru/polipropilenovye-truby-texnicheskie-karakteristiki/> (Дата обращения 07.05.2020).
3. Теплоизоляционная труба Энергофлекс Супер - описание. <https://www.isolux.ru/teploizolyaciya-trubnaya-energofleks-super-110h13.html?description> (Дата обращения 07.05.2020).
4. Как правильно приклеить линолеум к полу. <https://www.stroy-dom.net/?p=5051> (Дата обращения 07.05.2020).
5. Трубы из сшитого полиэтилена: свойства и область применения. <https://xn---8sbw2bcijd.xn--plai/services/articles/truby-iz-sshitogo-polietilena-svoystva-i-oblast-primeneniya.html> (Дата обращения 07.05.2020).
6. *Б.Н. Тарасевич*. Основы ИК спектроскопии с преобразованием Фурье. Подготовка проб в ИК спектроскопии.
7. *А. Крос*. Введение в практическую инфракрасную спектроскопию. Москва. 1961 год.
8. *Е.Д. Андреева, И.Д. Чешко*. Применение ИК-спектроскопии при исследовании объектов, изъятых с места пожара. Методическое пособие. Москва. 2010 год.

УДК 62-762.649

Д. Ю. Палин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ

В статье рассмотрены перспективы применения уплотняющих устройств, содержащих набивку из магнитных нитей, выступающих в роли уплотнителя и магнитной жидкости, являющейся уплотняющим элементом.

Ключевые слова: сальниковое уплотнение, магнитная нить, магнитная жидкость, уплотняющее устройство.

D. Y. Palin

IMPROVING THE SAFETY OF PROCESS EQUIPMENT BY USING MAGNETIC MATERIALS IN SEALING DEVICES

The article discusses the prospects for the use of sealing devices containing a packing of magnetic filaments that act as a seal and a magnetic fluid that is a sealing element.

Key words: oil seal, magnetic thread, magnetic fluid, sealing device.

В настоящее время большое внимание уделяется герметизации движущихся деталей в оборудовании, строгому соблюдению технологического процесса и исключению аварийных ситуаций. В процессе эксплуатации технологического оборудования уплотнительные устройства подвижных деталей работают в сложных условиях. Поэтому через некоторое время уплотнения изнашиваются и становятся принципиально не герметичными. На износ герметизаторов влияют разные факторы, такие как трение сопряженных элементов, шероховатость поверхности вала, механическое стеклование и т.д. Вследствие перечисленных факторов возможна разгерметизация технологического оборудования, которая может привести к взрыву и обрушению конструкций [1].

Исходя из этого, разработка новых уплотнительных устройств, работающих в непосредственном контакте с движущимися поверхностями технологического оборудования, является перспективным направлением.

Основным примером для проведения теоретического исследования герметизации оборудования послужила авария на установке гидроочистки дизельных и керосиновых фракций ЛГ-24/7-1200 (Рис. 1), случившаяся в г. Кириши Ленинградской области 29 мая 2008 года [2].

Технической причиной аварии являлся сверхнормативный износ штока поршневого компрессора, что привело к разрушению сальникового уплотнения, разгерметизации компрессора, выбросу большого количества водородосодержащего газа (далее ВСГ) в компрессорное помещение и образованию взрывоопасной смеси ВСГ с кислородом воздуха (Рис. 2) [2].

В результате взрыва полностью разрушено здание компрессорной, частично разрушены конструкции, оборудование установки и здание операторной (Рис. 3 а, б). Погибли 5 человек. Материальный экономический ущерб от аварии составил 107 млн. руб [2].

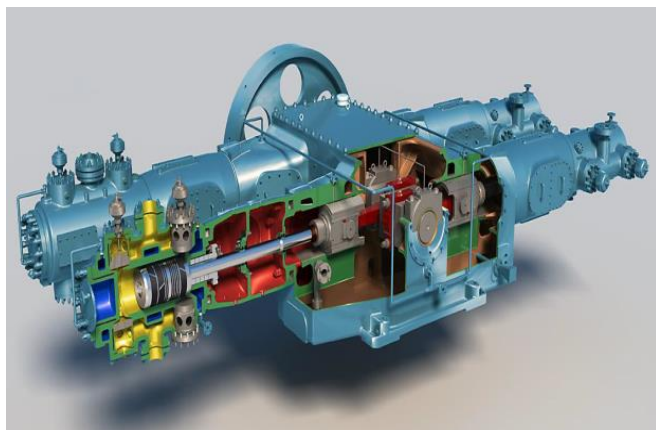


Рис. 1. Установка гидроочистки дизельных и керосиновых фракций ЛГ-24/7-1200

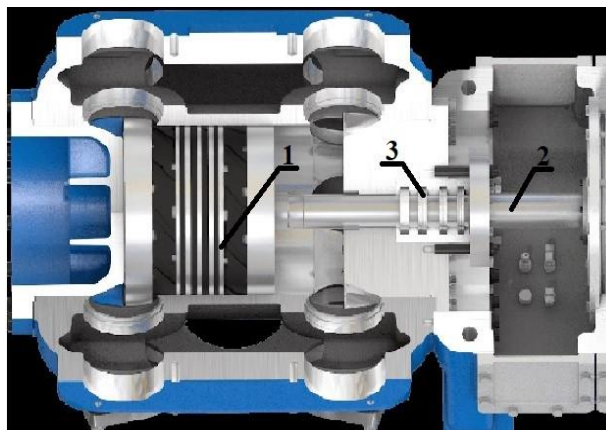


Рис. 2. Расположение сальникового уплотнения: 1 – поршень; 2 – шток; 3 – сальниковое уплотнение



а

б

Рис. 3. Последствия аварии в ООО ПО «Киришинефтеоргсинтез»
а – разрушенное здание компрессорной; б – здание операторной установки ЛГ-24/7-1200

На сегодняшний день в конструкции сальниковых уплотнений в качестве уплотнителя применяются различные виды набивок, плетенные из разных нитей и волокон и пропитанные специальными веществами.

Одним из способов повышения герметичности подвижных частей оборудования является применение набивок, состоящих из магнитных нитей, пропитанных магнитной жидкостью, которая выступает в роли уплотняющего элемента. Исследования под руководством Н. А. Дудченко, А. Б. Брик, В. Л. Карбовский, Н. Н. Багмут, Ю. В. Карданец показали, что магнитное поле магнитных нитей варьируется от 0,2 до 0,4 Тл в зависимости от угла расположения (Рис. 4) [3].

Представленные данные магнитного поля магнитных нитей характеризуют способность удерживать магнитную жидкость на углах магнитных нитей. Помимо низкого коэффициента трения, магнитная жидкость обладает некой вязкостью в присутствии магнитного поля, тем самым затягивает шероховатости уплотняемого рабочего органа.

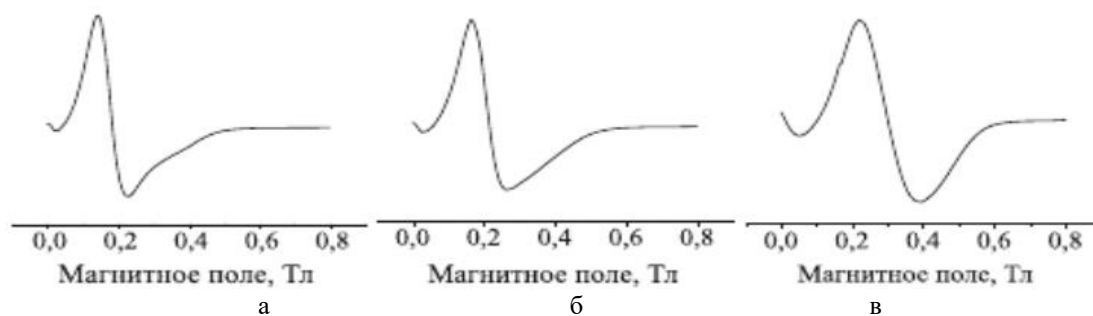


Рис. 4. Спектры ферромагнитного резонанса образца магнитных нитей с концентрацией 0,5 мг/мл, зарегистрированные при углах: а – $\varphi = 0^\circ$; б – $\varphi = 40^\circ$; в – $\varphi = 90^\circ$

Таким образом, повысить герметичность движущихся деталей оборудования возможно за счет разработки уплотнительных устройств, содержащих набивку из магнитных нитей и пропитанных магнитной жидкостью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Палин Д.Ю., Топоров А.В. Анализ конструкций магнитожидкостных уплотнений, применяемых в технологическом оборудовании на объектах промышленности // Пожарная и аварийная безопасность. – 2018. – С. 452-455.
2. Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. Информация об авариях, происшедших на нефтехимических и нефтеперерабатывающих объектах за 8 мес. 2008 // [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: http://ib.safety.ru/assets/pdf/Bull_38/Bull_38_5-19.pdf – Дата доступа: 25.09.2020.
3. Дудченко Н. А., Брик А. Б., Карбовский В. Л., Багмут Н. Н., Карданец Ю. В. Магнитные нити из наночастиц магнетита и их свойства по данным ферромагнитного резонанса // Nanosystems, Nanomaterials, Nanotechnologies. – 2013, Т. 11. – № 1. – С. 119-130.

УДК 614.8

Н. М. Панёв, А. Л. Никифоров

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНТИПИРЕНОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Проведён анализ справочной и патентной литературы. Выявлены вещества, наиболее часто применяемые при производстве огнезащитных составов для древесины. Разработан метод и устройство экспресс-контроля наличия антипиренов на деревянных строительных изделиях.

Ключевые слова: древесина, строительный материал, пожарная опасность, огнезащитный состав, экспресс-контроль.

N. M. Panyov, A. L. Nikiforov

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF USING FLAME RETARDANTS TO REDUCE THE FIRE HAZARD OF WOOD PRODUCTS

The analysis of reference and patent literature is carried out. The substances that are most often used in the production of wood flame retardants are identified. A method and device for express-checking of the availability of flame retardants on wooden construction products have been developed.

Key words: wood, building material, fire hazard, flame retardant, express-checking.

Основным недостатком древесины как строительного материала является её высокая пожарная опасность. Требуемый уровень пожарной безопасности древесины и строительных изделий на её основе можно обеспечить с помощью применения огнезащитных средств (далее – ОЗС) [1, 2] в виде вспучивающихся красок, а также ОЗС, предназначенных для пропитки древесины. Несмотря на большое количество разработок в данной области, стоит отметить, что влияние индивидуальных антипиренов на пожарную опасность древесины практически не изучено. Это не позволяет реализовать научный подход при разработке и оптимизации составов, предназначенных для снижения пожароопасных характеристик древесины и строительных материалов на её основе.

Также актуальным вопросом, связанным огнезащитой древесины, является определение наличия ОЗС на деревянных строительных изделиях. Существующие методики [3] сложны, требуют больших затрат времени и ручного труда, а более простые устройства не отвечают требованиям высокой производительности, надёжности и простоты использования.

Цель работы – оценка эффективности веществ, входящих в состав ОЗС, на основе показателей пожарной опасности, а также разработке метода оценки наличия антипиренов на строительных конструкциях из древесины.

В качестве объектов исследования были выбраны:

1. Сосновая древесина;
2. Вещества, применяемые при производстве ОЗС: жидкое стекло, диаммонийфосфат, мочевины, сода пищевая, бишофит.

Первым этапом исследования стала оценка эффективности водным раствором индивидуальных веществ в качестве средств для огнезащитной пропитки образцов древесины, а также определение оптимальных концентраций действующих веществ в пропиточном растворе. Влияние химических соединений на пожарную опасность образцов сосновой древесины оценивалось путём определения кислородного индекса (далее – КИ) материала согласно [4].

Сначала были определены значения КИ для древесины, пропитанной водными растворами отдельных компонентов, входящих в состав ОЗС. Затем на основании полученных экспериментальных значений КИ были выделены такие концентрации каждого из веществ, которые были бы оптимальны с точки зрения огнезащитной эффективности и стоимости смесового состава: для мочевины, диаммонийфосфата, бишофита, пищевой соды – 200 г/л (20%), для жидкого стекла – 100 г/л (10%),

После этого были определены показатели КИ для древесины, обработанной бинарным составом, включающим в себя жидкое стекло в качестве ингредиента, одновременно выполняющего функции закрепителя и антипирена, воду и одно из неорганических соединений – мочевины, диаммонийфосфат, бишофит или пищевую соду. Затем, после испытания образцов, обработанных вышеуказанными составами, на вымываемость, были вновь проведены испытания по определению КИ. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1. Значения КИ по результатам проведённых испытаний

КИ нативных образцов древесины, % об.	18,5			
	Карбамид (мочевина)	Диаммонийфосфат	Бишофит	Пищевая сода
КИ образцов, обработанных водным раствором вещества, % об.	24,4	29,5	42,4	27,8
КИ образцов, обработанных трёхкомпонентным бинарным ОЗС с жидким стеклом, водой и одним из неорганических соединений, полученные в результате вычислений по ГОСТ 12.1.044-89, % об.	32,5	39,5	44,7	37,5
КИ образцов, обработанных трёхкомпонентным бинарным ОЗС с жидким стеклом, водой и одним из неорганических соединений, а также подвергнутых испытанию на вымываемость, полученные в результате вычислений по ГОСТ 12.1.044-89, % об.	29,4	37,3	43,5	34,7

Из данных, представленных в таблице 1, видно, что с введением в материал 10% жидкого стекла возрастает минимальная концентрация кислорода в воздухе, необходимая для возникновения и поддержания самостоятельного горения древесины, что может говорить об эффективности огнезащитных композиций. Также можно отметить, что добавление жидкого стекла в рецептуру малокомпонентного ОЗС для древесины позволяет сохранить показатели КИ древесины после испытания на вымываемость, что позволяет говорить о стойкости предлагаемых композиционных составов к атмосферным воздействиям.

Таким образом, на основании оценки КИ образцов древесины, прошедшей обработку ОЗС, можно сделать вывод, что наиболее эффективным из испытанных ОЗС является состав, включающий в себя 20% бишофита, 10% жидкого стекла и воду. КИ пропитанных этим составом образцов составил 44,7% об.

Огнезащитные пропитки содержат в своём составе неорганические соли, которые сохраняются на конструкциях из древесины и после пожара. В ходе расследования пожаров перед экспертами зачастую встаёт вопрос определения факта наличия ОЗС на строительных конструкциях.

В связи с этим был предложен метод по определению наличия антипиренов, основанный на определении проводимости поверхностного слоя древесины, а также устройство, позволяющее реализовать данный метод. Прибор состоит из корпуса, игольчатых электродов, соединительных проводов и измерительного блока, имеет компактные размеры и удобен для использования в лабораторных условиях и непосредственно на объектах.

После сборки прибора были проведены эксперименты по оценке проводимости поверхности образца древесины до и после огнезащитной обработки, а также по определению аналогичного показателя для деревянных строительных изделий на поверхности эксплуатируемых на объектах защиты. Объекты, на которых проводилась оценка проводимости поверхности изделий из древесины, были выбраны авторами для исследования в связи с тем, что на данных объектах за год до эксперимента проводились огнезащитные работы.

Результаты проведённых исследований представлены в работе [5]. На основании полученных результатов можно сделать вывод о том, что предлагаемое в данной работе устройство и методика его применения при оценке наличия ОЗС могут быть применимы в дальнейшем.

Таким образом, по итогам исследований были сделаны следующие выводы:

1. Установлены наиболее распространённые вещества, применяемые при разработке рецептур ОЗС для поверхностной пропитки древесины – жидкое стекло, бишофит, сода, мочевины и диаммонийфосфат.
2. Экспериментальным путём установлены значения кислородного индекса образцов древесины, прошедших пропитку различными малокомпонентными ОЗС.
3. Разработано устройство и метод экспресс-контроля, позволяющие оперативно определить наличие ОЗС на строительных конструкциях из древесины без нарушения поверхностного слоя древесины, пропитанного ОЗС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ способов и средств огнезащиты для снижения пожарной опасности и повышения огнестойкости деревянных конструкций / О.В. Арцыбашева и др. // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. -2014. -№ 3.
2. White R. H. Analytical methods for determining fire resistance of timber members [Текст]. In: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, New York, Springer, 2016.
3. ГОСТ Р 53292-2009. Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на её основе. Общие требования. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2009. – 17 с.
4. ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения (введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 12.12.89 № 3683).
5. Применение метода оценки наличия огнезащитной обработки древесины на действующих объектах защиты / Илесхаджиев Р.И., Панев Н.М., Никифоров А.Л. [и др.] // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК-2018): сб. материалов межвузовской (с международным участием) молодёжной научно-технической конференции. – Иваново: ИВГПУ, 2018. – 364 с. – С. 49-51.

УДК 614.841.2.001.5

М. Ю. Принцева, С. Ф. Лобова

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ РАСЧЕТА КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ ПОЛИМЕРОВ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОЖАРА

На примере полиметилметакрилата и поливинилхлорида показано как при помощи термического анализа можно проводить расчеты кинетических параметров термодеструкции (энергия активации, порядок реакции и предэкспоненциальный множитель). Проведено сравнение двух методов расчета энергии активации процесса термодеструкции ПММА и ПВХ. Показано, что полученные в результате расчетов кинетические пара-

метры термодеструкции полимерных материалов могут использоваться при проведении компьютерного моделирования пожаров, а результаты данных исследований могут найти применение в экспертной практике.

Ключевые слова: термический анализ, кинетические параметры, энергия активации, термодеструкция полимеров, моделирование пожара, пожарно-техническая экспертиза, реконструкция пожара.

M. Yu. Printseva, S. F. Lobova

APPLICATION OF THERMAL ANALYSIS FOR CALCULATION OF KINETIC PARAMETERS OF THERMODESTRUCTION OF POLYMERS FOR FIRE RECONSTRUCTION

The example of polymethylmethacrylate and polyvinyl chloride shows how thermal analysis can use for calculate the kinetic parameters of thermal degradation (activation energy, reaction order and pre-exponential factor). Two calculation methods for predict the activation energy of thermodestruction process of PMMA and PVC were compared. It was shown that the kinetic parameters of polymer materials thermodestruction can be used for computer fires simulation, and the results of these studies can be used in expert practice.

Keywords: thermal analysis, kinetic parameters, activation energy, thermodestruction of polymers, fire simulation, thermal analysis, kinetic parameters, activation energy, polymers thermodestruction, fire simulation, fire-technical expertise, fire reconstruction.

При производстве пожарно-технических экспертиз часто необходимо произвести реконструкцию возникновения и развития пожара. Проведение численного эксперимента, выражающегося в полевом моделировании динамики пожара, является одним из современных и наиболее информативных методов реконструкции пожара.

В настоящее время широко распространено использование изделий из полимерных материалов. Большая часть вещей, окружающая современного человека, выполнена именно из этих материалов. Следовательно, информация о данных веществах необходима при проведении исследований по большинству пожаров.

При проведении полевого моделирования динамики пожара одним из ключевых моментов является задание параметров реакции горения. Чем точнее будет описана начальная стадия пожара, тем точнее будет смоделировано распространение опасных факторов пожара. А значит повысится уровень достоверности делаемых на основании результатов расчета выводов.

Существует несколько способов моделирования очага пожара. Наиболее широкое распространение получил способ задания очага как увеличивающейся со временем зоны горения с заданной постоянной линейной скоростью распространения фронта пламени. Однако данный способ имеет ряд допущений, в основном связанных с усреднением кинетических параметров реакции горения. Наиболее точным способом задания реакции горения пожарной нагрузки является описание процесса пиролиза. Однако данный способ сопряжен с некоторыми трудностями, в основном выражающимися в нехватке справочной информации по параметрам реакции горения конкретных веществ.

С помощью термического анализа, одного из наиболее известных методов, можно получить достоверные физико-химические данные для полимеров: температуру плавления, температуру разложения, скорость потери массы материала при нагреве, теплосодержание и другие параметры в зависимости от температуры нагрева. На основе анализа данных параметров можно получить ценную информацию о механизме и условиях термической деструкции полимерных материалов и, следовательно, об их поведении при пожаре. При помощи этих данных можно достаточно точно рассчитать кинетические параметры термодеструкции для полимерного материала и в дальнейшем использовать эти данные при моделировании пожара.

В данной работе проводилось сравнение двух разных методов расчета кинетических параметров термодеструкции полимеров. Полученные параметры, могут в дальнейшем применяться при проведении компьютерного моделирования пожаров.

Для достижения данной цели были проведены исследования двух наиболее распространённых в быту и строительстве полимерных материала полиметилметакрилата (ПММА) и поливинилхлорида (ПВХ). На основе термоаналитических кривых, полученных методом термического анализа, были рассчитаны кинетические параметры термодеструкции исследуемых полимерных материалов (энергия активации процесса термодеструкции, предэкспоненциальный множитель и порядок реакции) методами Бройдо и Флинна-Уолла-Озавы (ГОСТ 56722-2015). Указанные кинетические параметры могут применяться при теплофизических и физико-химических расчетах, проводимых в ходе пожарно-технической экспертизы, в частности, для расчетов условий самовозгорания [1].

Термический анализ образцов осуществлялся в окислительной атмосфере (воздух), в условиях программируемого нагрева от 25 до 600 °С с использованием керамических тиглей на приборе NETZSCH STA 449 F3 Jupiter. Скорость нагрева образцов для расчета по методу Флинна-Уолла-Озавы составляла 5, 10 и 20 °С/мин, для расчета по методу Бройдо 20 °С/мин.

С помощью термогравиметрической кривой (ТГ), кривой скорости изменения массы исследуемого образца (ДТГ), и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) были определены основные характеристики термодеструкции исследуемых полимерных материалов, а именно их температурные интервалы, убыль массы и скорость потери массы при нагреве. (рис.1, рис.2).

Значения энергии активации для ПММА и ПВХ, рассчитанные по методу Бройдо определялись расчетным путем по потере массы навески материала при нагревании с заданной скоростью в определенном температурном интервале [2].

Для ПММА энергия активации термической деструкции составила 103,6 кДж/моль.

Для ПВХ энергия активации термической деструкции составила 102,2 кДж/моль.

Порядок реакции определялся из кривых ТГ и ДТГ [3]. Для этого была построена логарифмическая зависимость скорости процесса разложения вещества ($\lg R$) от потери массы ($\lg \Delta m$). Порядок реакции для ПММА и ПВХ составил $n=1$.

Предэкспоненциальный множитель рассчитывался из уравнения Аррениуса:

$$k(T) = A \cdot e^{-EA/RT}$$

Предэкспоненциальный множитель для ПММА составил $7,05 \cdot 10^6 \text{ с}^{-1}$, для ПВХ $8,80 \cdot 10^5 \text{ с}^{-1}$.

Подробно расчет кинетических параметров процесса термодеструкции полимерных материалов по методу Бройдо показан в работах [1,4].

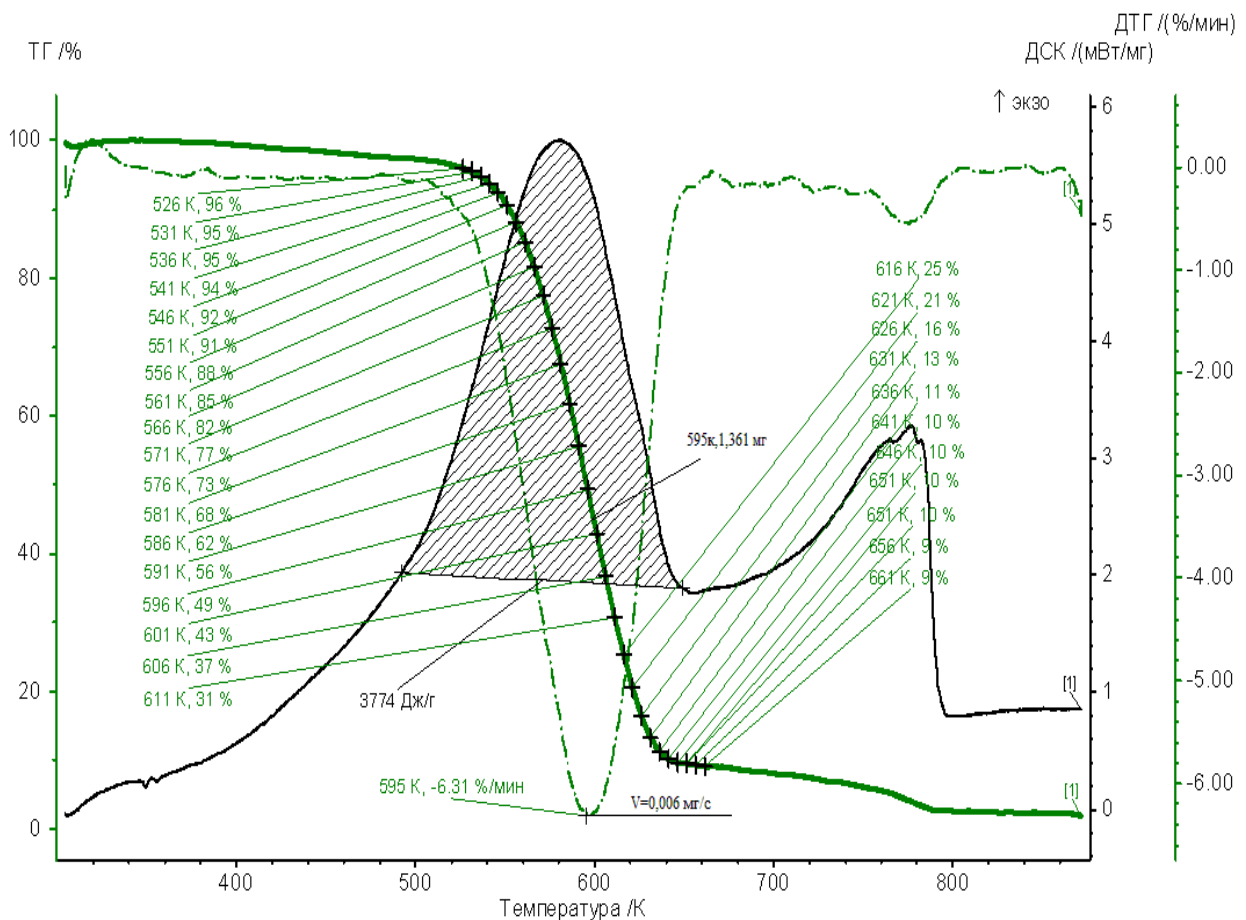


Рис. 1. ТГ, ДТГ и ДСК кривые образца ПММА при скорости нагрева 20 °С/мин.

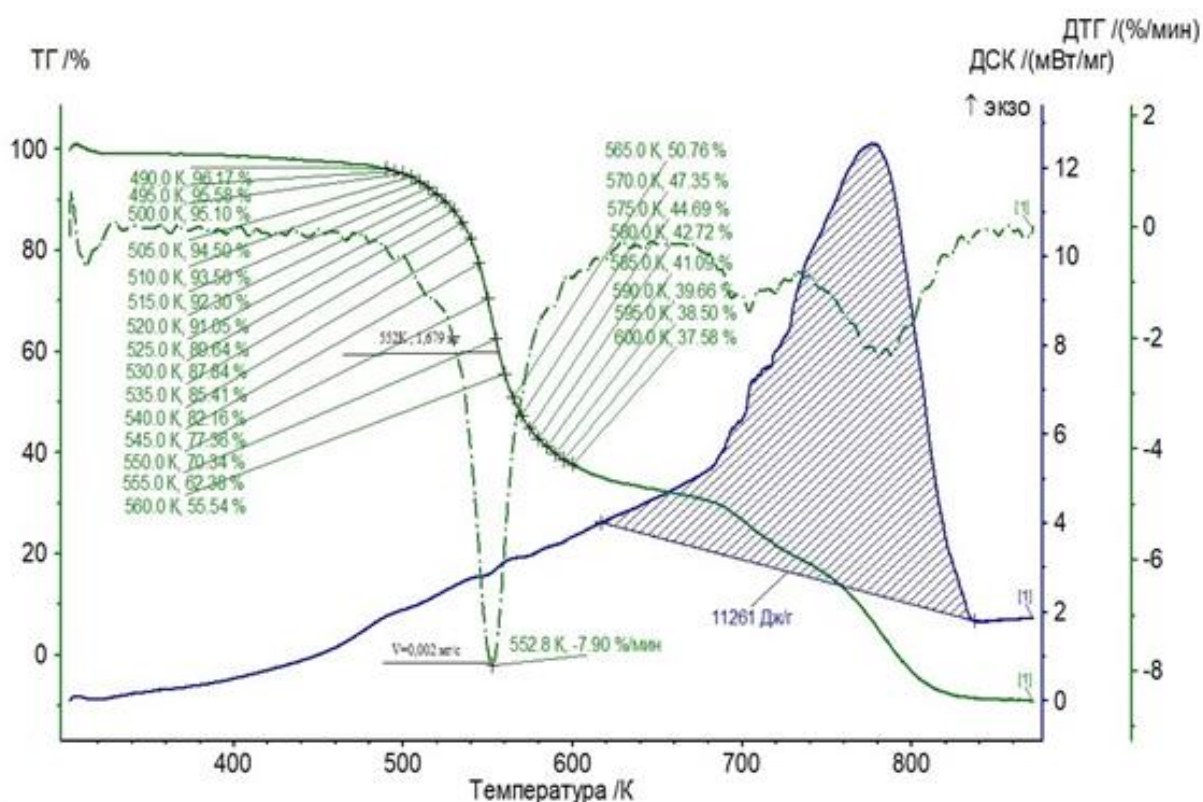


Рис. 2. ТГ, ДТГ и ДСК кривые образца ПВХ при скорости нагрева 20 °С/мин

Для расчета энергии активации термической деструкции ПММА и ПВХ методом Флинна-Уолла-Озавы [5] образцы для исследования нагревали при трех скоростях 5, 10, 20 °С/мин и определяли изменение массы образцов в зависимости от температуры. Кроме того, определяли температуры, соответствующие заданным степеням превращения для каждой скорости нагревания.

Для ПММА энергия активации термической деструкции составила 120 кДж/моль.

Для ПВХ энергия активации термической деструкции составила 113 кДж/моль.

В таблице представлены значения энергий активации ПММА и ПВХ, рассчитанные методом Бройдо и Флинна-Уолла-Озавы.

Таблица. Сравнение энергий активации ПММА и ПВХ, рассчитанных разными методами

Объект исследования	Метод Бройдо	Метод Флинна-Уолла-Озавы (ГОСТ 56722-2015)
ПММА	103,6	120
ПВХ	102,2	113

Сравнивая результаты рассмотренных в статье двух методов расчета энергии активации процесса термодеструкции ПММА и ПВХ, можно заключить, что значения энергии активации отличаются незначительно. Полученные в результате расчетов термоаналитических кривых кинетические параметры термодеструкции полимерных материалов в дальнейшем были использованы при реконструкции начальной стадии пожара в жилом доме (рис. 3). Сопоставляя результаты расчетов нескольких сценариев пожара и информацию, содержащуюся в материалах уголовного дела, было определено наиболее вероятное расположение очага пожара.

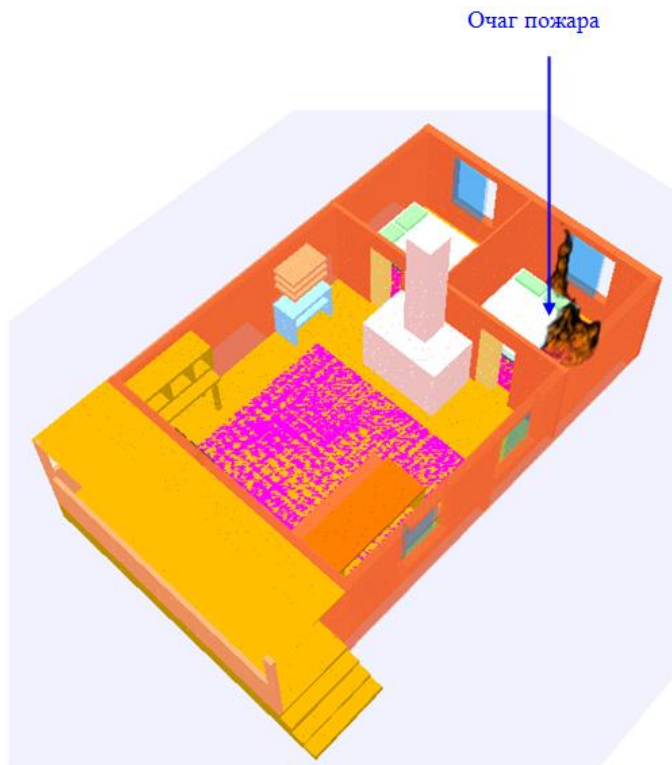


Рис. 3. 3-D модель жилого дома с очагом пожара в спальне

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С.Ф. Лобова, М.Ю. Принцева. Оценка влияния исходных данных на результаты моделирования распространения горения при оценке эффективности работы автоматической установки пожарной сигнализации // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. 2019. №3. С.70-80.
2. Broido A. A Simple. // J. Polym. Sci. 1969. Pt A-2. Vol. 7, № 10. P. 1761—1773.
3. Шульгина Э.С., Виноградов М.В. Термические свойства полимеров. Методические указания. Л.: ЛТИ, 1988. 44 с.
4. Принцева М. Ю., Чешко И. Д. Применение термического анализа в экспертных исследованиях по делам о пожарах: Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций». Железногорск, 26 апреля 2019 г.: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. С.260-271.
5. ГОСТ Р 56722-2015. Пластмассы. Термогравиметрия полимеров. Часть 2. Определение энергии активации. М.: Стандартинформ, 2016. 6 с.

УДК 629.7.024

Н. Л. Сафонова

ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ ДЛЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье рассматриваются вопросы изменения пожарной безопасности авиационной техники при замене наружных контурных обшивок из алюминиевых сплавов на обшивки из полимерно-композиционных материалов. Проанализированы методы оценки пожарной безопасности конструкционных материалов.

Ключевые слова: полимерные композиционные материалы, арамидные волокна, углепластик, огнестойкость полимерных композиционных материалов.

N. L. Safonova

THE USE OF POLYMER COMPOSITE MATERIALS IN AIRCRAFT FOR FIRE SAFETY

The article discusses the issues of changing the fire safety of aviation equipment when replacing the outer contoured skins made of aluminum alloys with skins made of polymer-composite materials. Methods for assessing the fire safety of structural materials are analyzed.

Key words: polymer composite materials, aramid fibers, carbon fiber, fire resistance of polymer composite materials.

Увеличение пассажиропотока самолетов диктует необходимость повышения требований по обеспечению безопасности пассажиров при летных происшествиях. Наиболее сложными ситуациями для обеспечения выживания пассажиров являются ситуации, связанные с разливом и возгоранием топлива, возникновением и

развитием внешнего пожара. Алюминиевые сплавы, которые сейчас широко используются для изготовления внешнего контура авиационной техники, не способны обеспечить длительную огнестойкость конструкции, в результате чего пламя и горячие продукты сгорания быстро проникают во внутренние отсеки. Одним из возможных путей решения этой проблемы может быть использование полимерных композиционных материалов или гибридных металлополимерных материалов.

Авиационная техника имеет длительный срок службы (20 и более лет) и эксплуатируется в различных климатических условиях. Алюминиевые сплавы подвержены коррозии, распространению трещин и усталостному разрушению при циклических нагрузках. Эти проблемы также можно решить с помощью полимерных композиционных материалов (ПКМ).

При создании самолетов военно-оборонного назначения необходимо решить задачу снижения заметности и обеспечения высокой маневренности. Решение этих проблем также невозможно без широкого использования высокомодульных полимерных конструкционных материалов и полимерных материалов специального назначения.

Вся сила удара в композите поглощается волокнами; они напрямую мешают разрушению материала. В этом случае волокна, образующие матрицу, соединяются между собой, что позволяет равномерно распределять нагрузку. Стекла из композитных материалов также используются в авиации. Стекловолокно имеет толщину в пределах от 8 до 15 мкм, а это в 10 раз тоньше человеческого волоса. В самолетостроении также применяются арамидные волокна. Такие волокна отличаются рекордной прочностью. Арамидные волокна незаменимы при производстве конструкций для авиационных двигателей. При разрушении двигателя обломки не покидают конструкцию, в которой он находится, и не повреждают другие части самолета, и все благодаря матрице из волокон. Большой плюс углепластика – это его удельная жесткость. Другими словами, при аналогичной жесткости деталь из углепластика будет в 8 раз легче стальной. А масса является очень важным параметром для любого летательного аппарата. Ведь это сказывается на расходе топлива.

Это можно увидеть на реальных примерах: так, у Airbus A350 расход топлива составляет 5800 кг/час, а у Boeing 777 того же размера - 6700 кг/час. А все дело в используемых материалах: Airbus создается из «волоконной» синтетики, а Boeing 777 - в основном из металла. Дальность полета Airbus A350 превышает 15 000 километров, что больше, чем у любой модификации знаменитого Boeing 747. Конечно, Boeing 747 надежен и вместителен, но на фоне A350 и 787 его использование становится невыгодным. Появление на мировом рынке облегченных современных самолетов может привести к прекращению производства четырехмоторных гигантов.

Помимо атомов углерода, кислорода и водорода многие полимеры также содержат атомы азота, серы; соединения, содержащие фосфор, мышьяк, сурьму и галогены, вводятся в полимерную матрицу в качестве антипиренов. В качестве наполнителя используются углеродные, стеклянные, органические и другие волокна. Следовательно, при горении ПКМ могут образовываться вещества с токсическими свойствами или представляющие другую опасность. В результате основным условием широкого использования ПКМ в конструкциях самолетов является отсутствие снижения эксплуатационных характеристик и безопасности перевозимых людей. Растущее использование полимерных материалов в авиационной технике подчеркивает растущее значения понимания их огнестойкости и огнестойкости для безопасности пассажиров.

Анализируя условия внешних возгораний авиационной техники, выясняется, что большинство аварийных ситуаций возникает во время руления, взлета, захода на посадку и совершения самой посадки. В то же время велика вероятность разрушения топливных баков и разлива топлива. Большинство (около 70%) таких аварий сопровождается возникновением пожара. Процент же возникновения пожаров в воздухе ничтожен.

Термостойкость материала определяется исключительно свойствами матрицы - все известные полимеры могут выдерживать значительно более низкие температуры, чем углеродные или стеклянные волокна. Стекловолокно плавится при температуре около 600 °С, а авиационные эпоксидные смолы - до 180 °С, максимальная температура стеклования эпоксидных матриц, описанная в научной литературе, составляет около 240 °С, но этот материал не находится в массовом производстве.

Композиты, которые выдерживают высокие температуры, необходимы для деталей двигателей, выхлопных труб, для высокотемпературной электроизоляции - там, где очень сложно потушить пожар.

Основным аргументом, характеризующим преимущества использования ПКМ перед алюминиевыми сплавами, является показатель огнестойкости. ПКМ на основе эпоксидных смол и углеродного или стеклянного наполнителя толщиной более 2 мм выдерживают воздействие пламени с температурой 1000-1100° С в течение более 15 мин без наличия сквозного прогорания и проникновения пламени на тыльную поверхность. Улучшение показателей пожарной безопасности материалов наружного контура в настоящее время ведется по нескольким направлениям:

- использование металло-гибридных полимерных материалов,
- разработка огнезащитных покрытий,
- разработка высокотемпературных полимерных связующих для производства ПКМ.

Гибридные металлополимерные материалы, которые представляют собой чередование тонких слоев металла (алюминий, титан) и стекла, углерода или органополимера, обладают более высокой огнестойкостью, чем пластмассы, армированные стекловолокном или углеродным волокном, лучше сопротивляются росту трещин, более устойчивы к удару и взрывным волнам, плохо распространяют пламя по поверхности. Данная группа материалов сочетает в себе положительные стороны традиционных металлических и полимерных композиций.

Использование композитов позволяет уменьшить количество частей в детали, тем самым ускоряя сборку самолета, и получать изделия сложной формы. Крыло российского самолета МС-21 сделано, впервые для машин ближне- и среднемагистрального классов, из полимерных композитных материалов. На момент выпуска в мире существует три самолёта, у которых крыло изготовлено из подобного материала - Boeing 787, Airbus A350 и Bombardier CSeries. МС-21 имеет лучший показатель массовой доли углеродных композитов в структуре среди российских самолетов - 35%.

Постепенное накопление статистики по изучению поведения полимерных композиционных материалов в различных условиях дает возможность совершенствовать, расширять область их применения и прогнозировать изменение характеристик. Но на данный момент полимерные композиционные материалы ещё не обеспечивают значительного повышения пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колобков А. С. Полимерные композиционные материалы для различных конструкций авиационной техники (обзор) // Электронный научный журнал «Труды ВИАМ».- 2020.-№6-7- С.38-44. [Электронный ресурс] <http://viam-works.ru/ru/articles?year=2020&num=6-7> (дата обращения: 28.09.2020).
2. Композиты для отечественного авиастроения. Успехи, планы, проблемы // Военное обозрение [Электронный ресурс] <https://topwar.ru/164181-uspehi-plany-i-problemy-kompozitov-dlja-otechestvennogo-aviastroeniya.html> (дата обращения: 28.09.2020).

УДК 621.691

А. П. Сизов, В. А. Комельков, М. А. Колбашов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К РАЗРАБОТКЕ СТАТИЧЕСКИХ УПЛОТНЕНИЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ВЗРЫВООПАСНЫХ И ГОРЮЧИХ ВЕЩЕСТВ

В статье представлены материалы по конструированию и основам расчета статистических уплотнений, которые планируется использовать для повышения уровня пожаровзрывобезопасности потенциально опасных объектов, производств.

Ключевые слова: пожаровзрывобезопасность, магнитные жидкости, уплотнения, время разгерметизации.

A. P. Sizov, V. A. Komelkov, M. A. Kolbashov

TO DEVELOPMENT OF STATIC SEALS FOR OBJECTS DESIGNED FOR STORING AND TRANSPORTING EXPLOSIVE AND COMBUSTIBLE SUBSTANCES

The article presents materials on the design and basics of calculating statistical seals, which are planned to be used to increase the level of fire and explosion safety of potentially hazardous objects and industries.

Key words: fire and explosion safety, magnetic fluids, seals, depressurization time.

Надежная герметизация неподвижных соединений необходима при производстве, хранении и транспортировке пожароопасных, взрывоопасных веществ это исключает воздействие на человека взрывов и пожаров и материальный ущерб в случае взрыва, пожара, который может возникать в том случае если разгерметизация места хранения пожароопасных веществ происходит за время превышающее допустимое. Широко известное герметизирующее устройство, состоящее из герметизатора с целью предотвращения проникновения одной среды в другую, которая способна в случае их соединения вызвать взрыв, пожар и в результате вызвать челове-

ческие жертвы и определенный материальный ущерб. Широко известно использование для деформирования герметизатора силовых блоков в виде разъемных резьбовых соединений. Однако в случае быстрой разгерметизации [1] их применение не всегда дает желаемых результатов из-за большого времени по разгерметизации. Поэтому предлагается для сокращения времени разгерметизации использовать не механические силы обусловленные затяжкой резьбовых соединений, а магнитные силы.

В этом случае герметичность соединения может быть достигнута за счет деформации эластичного материала, жидкости или совместно жидкости и эластичного материала. К свойствам такого материала близка магнитная жидкость и магнитная резина, которая широко используется в бытовой технике. Однако для использования в уплотнительной технике магнитная резина вследствие процессов изменения ее свойств за время работы и низких остаточных магнитных свойств ее применение для целей герметизации затруднительно. Поэтому в данной работе предусмотрено рассмотрение для целей герметизации магнитной жидкости, которая за счет хорошей адгезии способна обеспечить достаточную герметичность между соприкасающимися поверхностями подвижной и неподвижной деталей, а для быстрой разгерметизации и герметизации возможно использовать магнитные силы возникающие между названными поверхностями. За счет изменения напряженности магнитного поля изменяют смачиваемость МЖ, а магнитное поле между деталями уплотнения следовательно в зазоре можно создавать намагничивающей катушкой или постоянным магнитом. Способ создания магнитного поля и требования технического задания определяют конструкцию такого уплотнения. Процесс срабатывания уплотнения с магнитной жидкостью в качестве уплотнителя является управление магнитным полем в рабочем зазоре и может быть представлен следующей характеристикой (рис. 1).

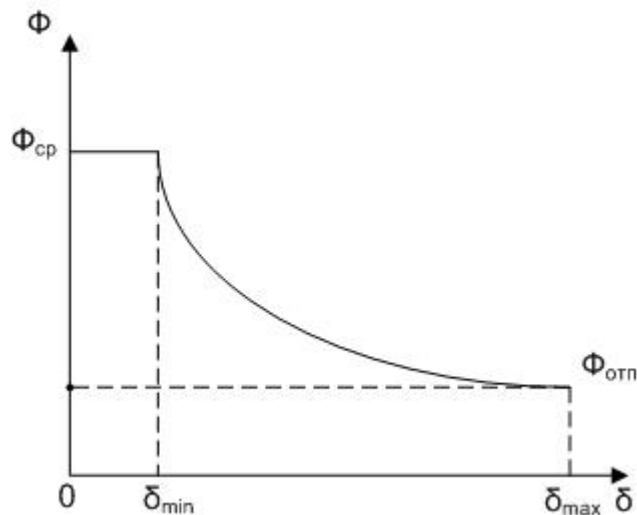


Рис. 1. Управление магнитным полем в рабочем зазоре

Φ – величина магнитного потока;
Φ_{ср} – величина магнитного потока, при которой подвижный элемент притянут к неподвижному;
Φ_{отп} – величина потока, при которой происходит отпадание подвижного элемента к неподвижному;
δ – величина зазора между подвижным и неподвижным элементами

В случае использования для работы постоянных магнитов сила магнита и их величина определяется как F_m , действующая на подвижный элемент и определяется как разность магнитных энергий соответственно в положениях 1 и 2 подвижного элемента

$$F_m = w_2 - w_1 = \frac{B_1 H_1}{2} - \frac{B_2 H_2}{2} \quad (1)$$

Для определения углов α_1 и α_2 определяют проводимость [3] магнитному потоку соответственно в положениях подвижного элемента 1 и 2. Предложенная методика расчета является инженерной и посвящена основам расчета усилия действующего на подвижный элемент неподвижного магнитножидкостного уплотнения. Эта методика может использоваться как предварительная при конструировании с целью проверки расчета величины усилия.

Для определения работоспособности неподвижного уплотнения необходимо разработать и изготовить экспериментальный образец и провести испытания этого образца при заданных условиях с целью определения основных рабочих характеристик этого образца:

1. Время разгерметизации уплотнения.
2. Долговечность.

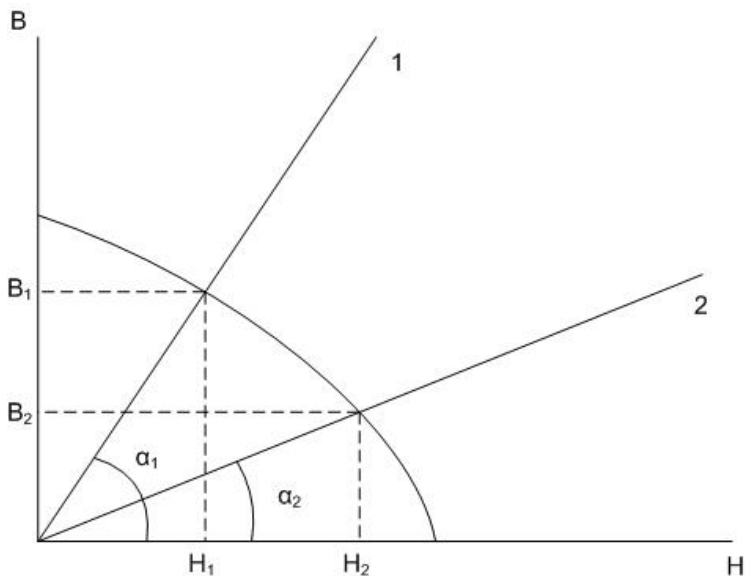


Рис. 2. Графическое изображение определения силы магнита

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уплотнения и уплотнительная техника: Справочник / Л. А. Кондаков, А. И. Голубев, В. Б. Овандер и др.; Под общ. ред. А. И. Голубева, Л. А. Кондакова.-М.: Машиностроение, 1986. 464 с., ил.
2. Орлов Д.В. и др. Магнитные жидкости в машиностроении, М.: Машиностроение 1993 272 с.

УДК 614.841

И. Л. Скрипник¹, Т. Т. Каверзнева²

¹ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,

²ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ВСПЕНИВАЮЩИХСЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ В НИХ ЦЕОЛИТОВ

Проведены исследования возможности использования природных цеолитов для повышения пожарной безопасности технологического оборудования и строительных конструкций на основе исследования рабочих и эксплуатационных характеристик вспенивающихся лакокрасочных материалов (ВЛКМ), имеющих в своем составе одним из компонентов – природный цеолит.

Ключевые слова: цеолит, ВЛКМ, тепловое воздействие, стойкость, прочность.

I. L. Skripnik, T. T. Kaverzneva

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF FOAMING PAINT MATERIALS WHEN ZEOLITES ARE INTRODUCED INTO THEM

Studies of the possibility of using natural zeolites to improve fire safety of technological equipment and building structures based on the study of the working and operational characteristics of foaming paint and varnish materials (VLCM), which contain one of the components – natural zeolite.

Key words: zeolite, VLCM, thermal impact, resistance, strength.

Важнейшей задачей обеспечения пожарной безопасности объектов остается разработка новых, совершенствование существующих средств, материалов (веществ) и способов защиты строительных конструкций и технологического оборудования [1-4]. Среди таких, общедоступных, дешевых веществ выделяют природные сорбенты - цеолиты.

Возможность их применения обусловлена физико-химическими свойствами. Они хорошо обрабатываются. В природе цеолиты везде широко распространены. Существуют крупные месторождения, позволяющие добывать цеолиты открытым способом. Поэтому их можно применять в качестве составляющих в средствах, обеспечивающих пожарную безопасность [5-9]:

- в виде наполнителя вспенивающихся лакокрасочных материалов (ВЛКМ), для которых является чрезвычайно актуальной механическая прочность, образующегося при термическом воздействии слоя пенококка;
- в огнетушащих порошковых комбинированных составах;
- в огнепреградителях, для повышения их огнестойкости.

На основе проведенного сравнительного анализа современных видов ВЛКМ по качественным характеристикам, которые необходимы для эффективной работы, показано, что помимо основных требований, предъявляемых к вспенивающимся композициям: достаточная адгезия к защищаемому материалу, кратность вспенивания, защитная способность, не маловажную роль играют стойкость пенококка к тепловому воздействию и его механическая устойчивость.

Проведены исследования возможности использования природных цеолитов для повышения пожарной безопасности технологического оборудования и строительных конструкций на основе исследования рабочих и эксплуатационных характеристик ВЛКМ, имеющих в своем составе одним из компонентов – природный цеолит (клиноптилолит).

Чтобы произвести оценку качественных характеристик вспенивающихся лакокрасочных составов при введении в их состав цеолита, производили подготовку образцов по стандартному методу для определения коэффициента вспенивания ($K_{вс}$) по ГОСТ 12.3.047-12, который рассчитывался по следующему выражению:

$$K_{вс} = \frac{h}{h_0} \quad (1)$$

где: h – толщина слоя пенококка;

h_0 – исходная толщина покрытия

Измерение толщины слоя h_0 проводилось в трех точках изделия. $K_{вс}$ находился как среднеарифметическое трех значений.

Огнезащитная эффективность определялась с использованием контрольного метода испытания огнезащитных составов.

После определения высоты и коэффициента вспенивания определялась стойкость пенококка к механическому воздействию. Для этого на поверхность вспененного покрытия равномерно нагружали пластины заданной площади. За результат измерения принималась масса нагруженной пластины, при которой происходила деформация поверхностного слоя пенококка. Величина механической стойкости пенококка определялась как среднеарифметическое трех замеров.

Проведены исследования качественных характеристик вспенивающегося лакокрасочного состава "Мороз" при замене его компонента гидроксида алюминия $Al(OH)_3$ на цеолит. Результаты исследования огнезащитной эффективности представлены на рисунке 1.

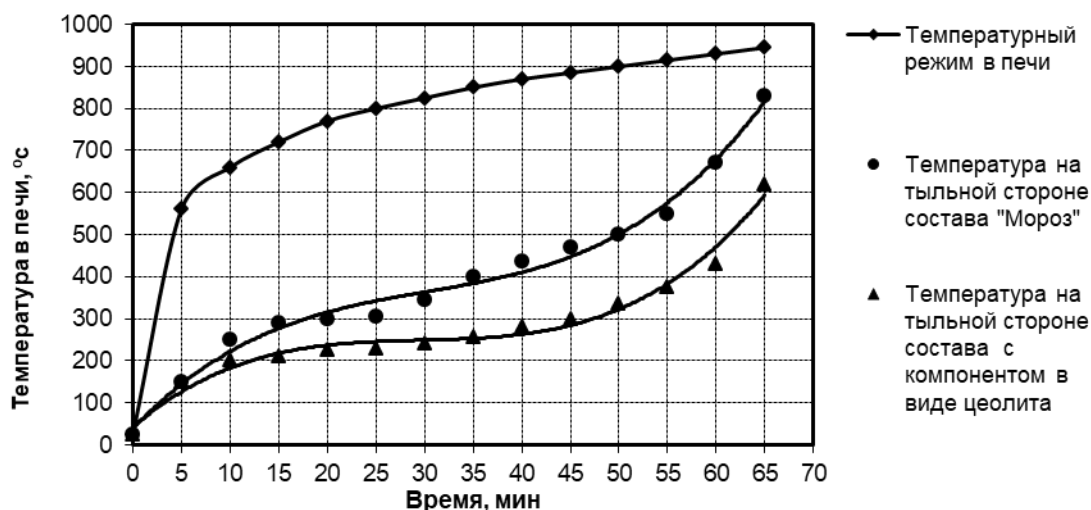


Рис. 1. Огнезащитная эффективность ВЛКМ

Определено, что замена $Al(OH)_3$ цеолитом, повышает огнетушащую эффективность покрытия до 62 мин., по сравнению с исходным составом (время защиты составляло 50 мин). Повышение времени теплоизолирующей способности экспериментальных составов связано с выделением адсорбированной воды из пор цеолита.

та при 200 °С. Однако, наличие цеолита в составе лакокрасочного покрытия, уменьшает высоту вспененного слоя на 10%. Выяснено, что введение цеолита в рецептуру ВЛКМ позволяет увеличить стойкость пенококса к механическим воздействиям в 10 раз. Установлено, что углеродный остаток исследуемого ВЛКМ представляет собой не кокс, а стеклоуглерод. Это и объясняет его улучшенную механическую характеристику.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *А.В. Иванов, И.Л. Скрипник, С.В. Воронин.* Исследование процессов электризации при обращении с модифицированными наножидкостями и лакокрасочными материалами // Научно-аналитический журнал. Проблемы управления рисками в техносфере, № 3 (47)-2018, С. 110-119.
2. *А.В. Иванов, И.Л. Скрипник, С.В. Воронин.* Уменьшение процесса коррозии металла при воздействии переменного частотно-модулированного сигнала // Научно-аналитический журнал. Проблемы управления рисками в техносфере, № 1 (49)-2019, С. 14-24.
3. *Иванов А.В., Скрипник И.Л., Воронин С.В.* Исследование возможности применения гидрогелей в качестве огнетушащего вещества на нефтебазах авиапредприятий // Научно-аналитический журнал. Проблемы управления рисками в техносфере, № 2 (50)-2019, С. 149-157.
4. *Столяров С.О., Скрипник И.Л.* Исследование процесса углеводородного горения и используемые при этом способы огнезащиты // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования: научный журнал. – Вып. 3(4).-Донецк: ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2019. – С. 183-188.
5. *Столяров С.О., Скрипник И.Л.* Применение синергизма для создания оптимального состава огнезащитных покрытий // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России, Иваново, 11 декабря 2019 г. - Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. – С. 216-221.
6. *Столяров С.О., Скрипник И.Л.* Повышение свойств огнезащитных покрытий, модифицированных микрокапсулированными цеолитами // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России, Иваново, 21 апреля 2020 г. - Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – С. 425-430.
7. *А.В. Иванов, И.Л. Скрипник, Е.Н. Кадочникова.* Характеристика модифицированных огнезащитных вспучивающихся составов // XIV Международная научно-практическая конференция “Комплексная безопасность и физическая защита. Труды VII Мемориального семинара профессора Б.Е. Гельфанда”. 2018.– С. 285-293.
8. *Иванов А.В., Скрипник И.Л., Дементьев Ф.А., Ловчиков В.А.* Исследование модифицированных полимерных композиций для улучшения их свойств // Научный электронный журнал. Вестник Уральского института государственной противопожарной службы МЧС России. 2019. № 1 (22), С. 89-97.
9. *Пустовалов И.А., Скрипник И.Л.* Влияние агрессивных факторов окружающей среды на надежность металлических конструкций с нанесенным на них тонкослойным вспучивающимся огнезащитным покрытием // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 16 апреля 2020 г. - Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – С. 76-80.

УДК 614.841.1

Г. А. Соколик, С. Л. Лейнова, С. Ф. Свирщевский, С. Я. Рубинчик, Д. И. Клевченя
Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКСИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Выявлены основные факторы, оказывающие влияние на токсическую опасность продуктов горения лакокрасочных материалов (красок, лаков, эмалей). Разработанный метод позволяет оценить токсическую опасность продуктов их горения в исходном состоянии и в условиях эксплуатации.

Ключевые слова: токсичность продуктов горения, метод определения, пожарная безопасность, лакокрасочные материалы

G. Sokolik, S. Leinova, S. Svirshevsky, S. Rubinchik, D. Klevchenya

DETERMINATION OF TOXIC HAZARDS OF COMBUSTION PRODUCTS OF PAINTWORK MATERIALS

The main factors influencing the toxic hazard of combustion products of paintwork materials (paints, varnishes, enamels) has been studied. The developed method is possible to assess the toxic hazard of their combustion products in the initial state and under operating conditions.

Key words: toxicity of combustion products, fire safety, paintwork materials

Лакокрасочные материалы используются в помещениях различного назначения для защиты и отделки пола, стен, потолков, для обработки поверхностей при изготовлении разнообразной продукции, поэтому вопросы, связанные с контролем токсичности продуктов горения этих материалов в случае возгорания, являются важными и актуальными. Применение лакокрасочных материалов, характеристики которых соответствуют требованиям пожарной безопасности, позволяет снизить риски воздействия на человека опасных факторов пожара до допустимого уровня.

Лакокрасочные материалы (краски, лаки, эмали) содержат в своем составе плёнкообразующие вещества, пигменты, растворители, отвердители, наполнители, и различные добавки (пластификаторы, сиккативы, разбавители, ускорители, и специфические соединения, улучшающие качественные характеристики лакокрасочных материалов). Все эти компоненты при возгорании образуют газообразные продукты, обладающие различным токсическим воздействием на человека и окружающую среду.

В связи с этим, контроль токсичности продуктов горения лакокрасочных материалов является обязательным и регламентирован следующими нормативными документами, действующими на территории Республики Беларусь: СТБ 1843-2008, СТБ 1507-2004, ТКП 45-2.02-315-2018.

Целью настоящей работы являлось выявление основных факторов, оказывающих влияние на токсическую опасность продуктов горения лакокрасочных материалов, и разработка метода ее контроля.

При проведении работы использовалось оборудование, соответствующее требованиям [1,2], обеспечивающее возможность определения токсичности продуктов горения биологическим методом и анализировать состав образующейся газовой смеси. Состав продуктов горения определялся в соответствии с [3].

Исследовано 214 красок, 43 лака и 49 эмалей, которые были классифицированы по составу, а именно, по типу связующего, и по назначению.

Было проанализировано влияние температуры воздействия, типа и массы используемого материала, а также свойств обрабатываемой поверхности на токсическую опасность газообразных продуктов, образующихся при возгорании красок, лаков и эмалей (в исходном состоянии и в условиях эксплуатации).

Токсическая опасность продуктов горения оценивалась по показателю токсичности и по содержанию основных токсичных газов в образующейся газовой среде.

Прежде всего, была установлена зависимость токсичности продуктов горения лакокрасочных материалов от температуры, и выявлен режим термического разложения, при котором токсичность образующихся газов максимальна. Было показано, что наибольшая токсичность образующихся газообразных продуктов наблюдалась для всех образцов при температуре воздействия 500 °С. В качестве критериев для выявления такого режима служили данные по содержанию в ней оксида углерода (СО), т его удельному выходу и по величине, отражающей соотношение концентраций СО₂ и СО (чем меньше величина СО₂/СО, тем выше токсичность образующейся при горении газовой смеси).

Содержание карбоксигемоглобина в крови погибших подопытных животных составляло более 50 % от общего содержания гемоглобина. Это свидетельствует о том, что для всех исследованных лакокрасочных материалов основным токсичным газом является оксид углерода (II).

Далее в выявленном режиме было исследовано влияние типа и массы анализируемого образца, а также свойств материала обрабатываемой подложки на токсичность образующихся продуктов горения. Определены состав продуктов горения и их токсичность.

Рассмотрены этапы пробоподготовки и оценено влияние различных методологических подходов к расчету показателей токсичности продуктов горения красок, лаков, эмалей.

Исследование влияния массы анализируемых образцов лакокрасочных материалов на токсичность образующихся при возгорании продуктов горения было проведено без использования подложки и при нанесении образцов на подложки из разных материалов: металла, гипсокартона (огнестойкого, влагостойкого, стандартного), дерева (лиственных и хвойных пород).

При исследовании образцов без подложки удельные выходы токсичных газов рассчитывались по формуле (1):

$$\text{Выход } C_{гази} = \frac{C_{гази}}{M_{обр.}}, \quad (1)$$

где $C_{гази}$ – содержание анализируемого газа в замкнутом объеме, мг;

$M_{обр.}$ – масса образца, г.

В том случае, когда исследуемые образцы материала были нанесены на определенную подложку, выходы рассчитывались по формуле (2).

$$\text{Выход } C_{гази} = \frac{C_{гази}}{M_{обр.} + M_{п.}}, \quad (2)$$

где $C_{гази}$ – содержание анализируемого газа в замкнутом объеме, мг;

$M_{обр.}$ – масса образца, г;

$M_{п.}$ – масса подложки, г.

Результаты, полученные в ходе проведения исследований, свидетельствуют, что токсичность продуктов горения зависит от массы образца и от свойств обрабатываемой поверхности.

Установлено, что с уменьшением массы исследуемого образца:

- токсичность образующейся при термическом разложении газовой фазы увеличивается при исследовании образцов без подложки или при нанесении на негорючие подложки;
- токсичность образующейся газовой фазы у красок уменьшается, а у лаков и эмалей может как уменьшаться, так и увеличиваться при нанесении их на горючие подложки..

Установлено, что при нанесении одной и той же массы образца на горючие подложки с различными свойствами:

- токсичность образующейся при термическом разложении газовой фазы, уменьшается в тех случаях, если токсичность продуктов горения лакокрасочного материала больше токсичности продуктов горения подложки;
- токсичность образующейся при термическом разложении газовой фазы увеличивается, если токсичность продуктов лакокрасочного материала меньше токсичности продуктов горения подложки;
- токсичность образующейся при термическом разложении газовой фазы, может как уменьшаться, так и увеличиваться, если токсичность продуктов горения лакокрасочного материала и материала подложки соизмеримы.

Так, например, алкидный и алкидно-уретановый лаки, акриловая и полиуретановая эмали при их исследовании без использования подложки, были отнесены к высокоопасным материалам (группа токсичности Т3). При проведении испытаний после нанесения на подложки, изготовленные из различных видов гипсокартона (Т1), во всех проанализированных случаях они становились менее опасными. После нанесения на некоторые подложки из дерева (Т2) они становились менее опасными (группа токсичности Т2). Акриловая краска при исследовании без использования подложки была отнесена к умеренноопасным материалам (Т2). При проведении испытаний после нанесения на подложки из гипсокартона (Т1) она становилась малоопасной (Т1), а нанесенная на подложки из деревьев хвойных пород, становилась высокоопасной (Т3).

Полученные результаты свидетельствуют, что оценка токсичности газовой среды, образующейся при термическом разложении лакокрасочных материалов, нанесенных на подложки с различными показателями токсичности продуктов горения, дает информацию о токсичности системы «лакокрасочный материал – подложка». Для получения достоверных результатов необходимо анализировать каждую конкретную систему «лакокрасочный материал – подложка», указывая не только марку материала, который испытывается, но и марку материала основания, на которое наносится лак, эмаль или краска.

Таким образом, установлено, что существенное влияние на токсичность продуктов горения лакокрасочных материалов, наряду с их массой и составом, может оказывать и обрабатываемая при их практическом использовании поверхность. Токсичность продуктов горения одного и того же материала в условиях эксплуатации после нанесения на поверхности с различными показателями пожарной опасности будет различаться.

Определение токсичности продуктов горения лаков, эмалей и красок при их исследовании без подложки позволяет определять токсичность продуктов горения лакокрасочного материала, с любым исходным составом. Полученные таким образом результаты могут быть использованы для сравнения этих материалов между собой при принятии решений о возможности их безопасного использования. При этом влияние подложки не учитывается.

Токсичность и состав газовой фазы, образующейся при термическом разложении лакокрасочных материалов, определяется, в первую очередь, природой пленкообразующего вещества и другими органическими составляющими. С учетом этого, при разработке расчетного метода необходимо учитывать, какие вещества

могут присутствовать в газовой фазе при термическом разложении таких материалов и, по возможности, математически описать их комбинированное токсическое воздействие в виде модели для оценки FED (фракционной эффективной дозы). Для выявления зависимости токсичности продуктов горения лакокрасочных материалов от состава образующихся газов и разработки расчетной модели были использованы полученные авторами данные о токсичности и составе продуктов горения лакокрасочных материалов с учетом особенностей пробоподготовки образцов. Показано, что в расчетной модели при оценке токсичности продуктов горения лакокрасочных материалов необходимо (и достаточно) учитывать в газовой смеси содержание CO , CO_2 , $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$ (акролеина) и CH_2O (формальдегида), а также содержание кислорода (при его недостатке). Также необходимо учитывать тот факт, что токсический эффект CO изменяется при изменении концентрации CO_2 , как было показано нами в работе [4].

На основании данной модели разработан метод контроля токсической опасности продуктов горения лакокрасочных материалов при различных условиях их использования.

При разработке усовершенствованного метода оценки токсичности продуктов горения для лакокрасочных материалов возникает необходимость в оценке влияния различных методологических подходов к расчету показателей токсичности исследованных материалов. Полученные данные свидетельствуют, что при использовании в расчетной формуле значения исходной массы лакокрасочного материала показатель токсичности продуктов горения будет иметь более высокие значения, что в некоторых случаях приводит к получению результатов, характеризующих их как менее токсичные.

Так, например, у акрилового лака в исходном (жидком) состоянии значение показателя токсичности составило $65 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$ (группа токсичности T2), а для образовавшегося после высыхания покрытия оно составило $33 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$ (T3). У алкидно-уретановой эмали в исходном (жидком) состоянии значение показателя токсичности составило $44 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$ (T2), а для образовавшегося после высыхания покрытия – $31 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$ (T3). У силиконовой краски (жидкое исходное состояние) значение показателя токсичности составило $155 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$ (T1), а для образовавшегося покрытия – $107 \text{ г}\cdot\text{м}^{-3}$ (T2).

Это свидетельствует о том, при оценке токсичности продуктов горения лакокрасочного материала целесообразно указывать две цифры: показатель токсичности продуктов горения исходной продукции и показатель токсичности продуктов горения покрытия после высыхания.

Данные о показателе токсичности продуктов горения, полученные для исходных образцов, необходимы для информации об их пожарной опасности при хранении и при выборе материалов, и позволяют уже на этом этапе оценить их безопасность.

Сопоставление результатов, полученных с помощью данного метода, с результатами, полученными биологическим методом, показывает, что доля совпадений установленных значений групп токсичности продуктов горения составляет: для красок – 98,1 %, для лаков и эмалей – 100 %.

Кроме того, при проведении испытаний необходимо учитывать, как будут использоваться материалы: на негорючем или на горючем основании.

При оценке токсичности продуктов горения по расчетным моделям необходимо иметь в виду, что вещества, входящие в состав многокомпонентных смесей лакокрасочных материалов по типу действия и степени токсичности часто весьма отличаются друг от друга. Учитывая многообразие таких материалов, при оценке токсичности продуктов их горения необходимо обязательно проводить контрольный эксперимент с использованием подопытных животных и, при необходимости, определять показатель токсичности биологическим методом.

Метод определения токсичности продуктов горения лакокрасочных материалов разработан с учетом особенностей пробоподготовки этой продукции. Он учитывает особенности использования данных материалов и обеспечивает получение результатов, отражающих максимальную токсичность продуктов их горения при различных условиях эксплуатации.

В методе приведены рекомендуемые значения исходной массы лакокрасочных материалов, позволяющие получить концентрации контролируемых газов, обеспечивающие требуемые значения FED (от 0,5 до 1,5) [2].

Метод позволяет оценивать значение показателя токсичности продуктов горения лакокрасочных материалов:

- для исходного материала,
- для покрытия, образовавшегося после высыхания,
- для системы «лакокрасочный материал-подложка» в случае нанесения материала на какое-либо горючее или негорючее основание.

Предлагаемая в методе расчетная модель для оценки показателя токсичности продуктов горения позволяет сократить время проведения эксперимента и время обработки полученных результатов.

В ходе выполнения работы создана база данных «Токсичность продуктов горения. Лакокрасочные материалы», которая содержит 4295 записей (строк), 83 позиции (столбцов) и занимает объем 2,50 МБ. Регистра-

ционное свидетельство № 1311919505 от 29.08.2019 г. в Государственном регистре информационного ресурса Республики Беларусь.

Применение разработанного метода позволит оптимизировать контроль токсичности продуктов горения красок, лаков и эмалей и обеспечит возможность осуществлять выбор материалов, использование которых минимизирует риски воздействия на человека опасных факторов пожара.

Результаты, полученные в ходе проведения исследований, могут быть использованы при расчете значений критической продолжительности пожара по условию достижения рассматриваемым воздействующим фактором предельно допустимого значения в зоне пребывания людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84): Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения: – Введ. 01.01.91. – Переиздание ноябрь 2011 г. с Изменением № 1, утвержденным в июле 2000 г. – 104 с.
2. ГОСТ 12.1.044-2018: Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – Введ. 01.12.19. – 208 с.
3. Методика определения содержания CO, CO₂, O₂, NO, NO₂, SO₂, HCN, формальдегида, акролеина, HCl, HBr, HF в газовой смеси, образующейся при горении веществ и материалов: МВИ 3763-2011. – Введ. 30.03.11. – Минск: Белорусский государственный институт метрологии, 2011. – 161 с.
4. Соколик Г.А., Лейнова С.Л., Свищевский С.Ф., Рубинчик С.Я., Клевченя Д.И., Гулевич А.Л. Разработка и апробация моделей для расчета показателя токсичности продуктов горения, образующихся при термическом разложении материалов различного типа. // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь – 2011. №1 (13). – С. 45-52.

УДК 614.841.343:539.097

С. О. Столяров, А. А. Мифтахутдинова, И. Л. Скрипник
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕРМИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ПРИМЕРЕ ОГНЕЗАЩИТНОГО АТМОСФЕРОСТОЙКОГО СОСТАВА «ТЕРМОБАРЬЕР» 2

Установлена взаимосвязь протекания химических реакций процесса интумесценции с температурными участками нагрева огнезащитных покрытий на основе эпоксидных смол. Выявлены этапы протекания реакций термического разложения. Установлена способность эпоксидных смол к образованию обогащенного углеродом зольного остатка.

Ключевые слова: огнезащита, термический анализ, эпоксидные смолы, рецептуры, разложение.

S. O. Stolyarov, A. A. Miftakhutdinova, I. L. Skripnik

INVESTIGATION OF THE PROCESSES OF THERMAL DECOMPOSITION OF FIRE-RETARDANT COATINGS BY THE EXAMPLE OF THE FIRE-RETARDANT WEATHER-RESISTANT COMPOSITION «THERMOBARRIER» 2

The relationship between the course of chemical reactions of the intumescence process with the temperature areas of heating of fire-retardant coatings based on epoxy resins has been established. The stages of the thermal decomposition reactions are revealed. The ability of epoxy resins to form carbon-enriched ash residue has been established.

Key words: fire protection, thermal analysis, epoxy resins, formulations, decomposition.

Одним из основных требований к пленкообразователям, которые используются в качестве огнезащитных покрытий является их способность к карбонизации [1]. Выявить данную способность представляется возможным, используя метод термического анализа [2]. Способность к карбонизации полимера можно выявить, с помощью высокотемпературного воздействия и образованию обогащенного углеродом зольного остатка.

Рассматривается возможность установления температурных участков отдельных химических реакций огнезащитных покрытий вспучивающегося типа и установление последовательности протекания процесса интумесценции в результате высокотемпературного воздействия [3].

Не менее важными в огнезащитных покрытиях выступают компоненты способные образовывать защитный теплоизолирующий слой в случае высокотемпературного термического воздействия. При этом необходимо протекание конкретных химических реакций в определенной последовательности [4].

На первоначальном этапе должно произойти разложение катализатора – источника кислоты, которыми чаще всего выступают соли сложных кислот. Кислота должна вступить в реакцию с полиолом. Данная реакция образует сложные эфиры многоатомного спирта и образует кокс. Затем происходит разложение пенообразователя с выделением газов. Газообразующие продукты способствуют увеличению объема теплоизолирующего слоя.

Для примера протекания термического разложения выступает огнезащитный состав на основе эпоксидных смол и отвердителя холодного отверждения – полиэтиленполиамин (ПЭПА) – «Термобарьер»2 [5].

Исследование термического разложения проводилось методом синхронного термического анализа в инертной среде, со скоростью нагрева 10°C/мин (рис. 1).

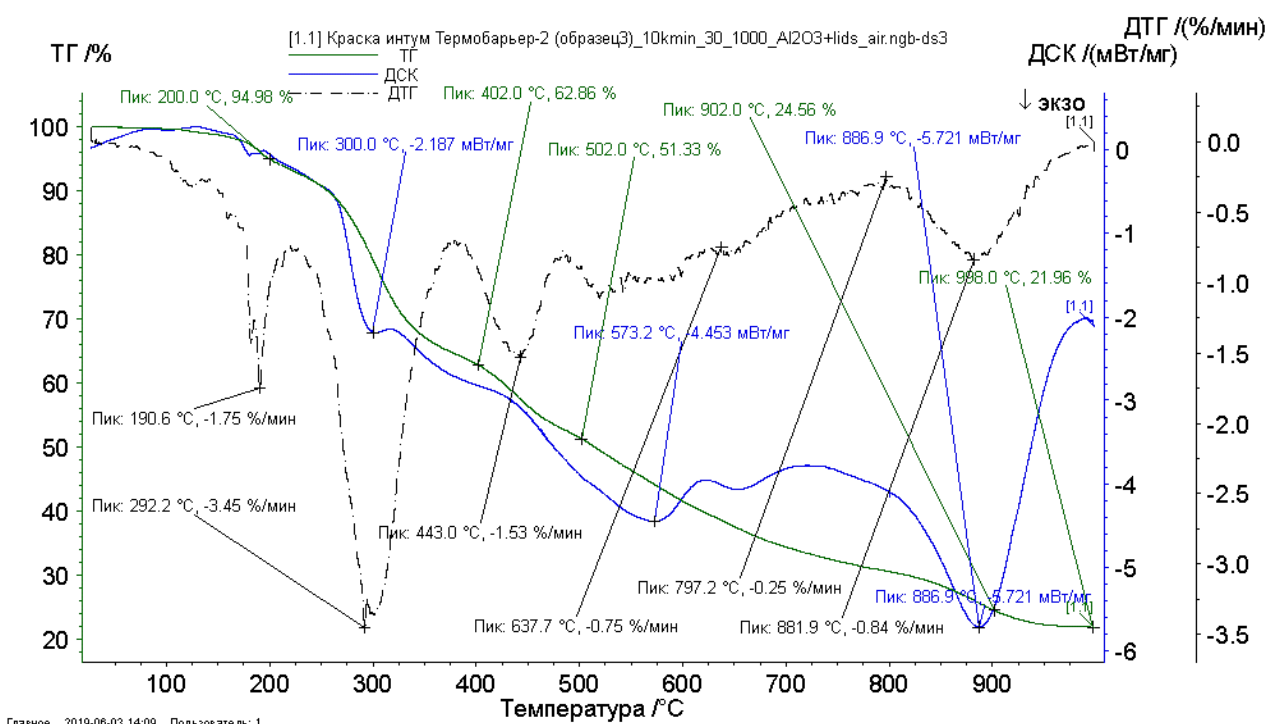


Рис. 1. Термограмма с использованием метода синхронного термического анализа (СТА) огнезащитного покрытия «Термобарьер» 2 (среда испытания – воздух, скорость нагрева 10°C/мин)

На представленной термограмме прослеживается 5 этапов термического разложения. Плавление самого композита происходит на участке температур 150-190 °С, на этом же участке происходит и разложение катализатора с выделением борной кислоты, о чем говорит характерный пик дифференциально-термогравиметрического метода исследования на участке 190,6 °С. Пик на участке 292,2 °С сопровождается этерификацией полиола, амины которые входят в состав отвердителя промотируют данную реакцию. Образовавшиеся эфиры многоатомного спирта реагируют с кислотой вследствие дегидротации в результате чего образовывается углеродно-неорганические структуры, которые участвуют в процессе коксования, все эти реакции сопровождаются интенсивной потерей массы на участке температур 300-390 °С. После образования углеродно-неорганических структур происходит разложение газообразователей и пенообразователей, выделяющие негорючие газы (NH₃, CO₂, H₂O, N₂). Газообразующие продукты устремляясь к поверхности вспучивают смоленную массу, образуя защитный теплоизолирующий слой. Данная реакция протекает на температурных участках 400-500 °С. После вспенивания вспучивающегося агента происходит желатинизация и отверждение образовавшегося субстрата (стеклование) и постепенное выгорание защитного теплоизолирующего слоя. На конец обра-

зования кокса 500 °С исследуемый образец теряет около 50 % массы. До полного выгорания защитного слоя от начальной массы остается около 20% от первоначальной массы исходного материала.

Данные полученные в результате СТА, говорят о полноценном протекании всех механизмов огнезащитного действия, при этом исследуемый состав имеет достаточно большой коксовый остаток.

В связи с вышеизложенным материалом представляется эффективным применение огнезащитных покрытий на основе эпоксидных смол.

Полимеры на основе данного пленкообразователя характеризуются большими значениями адгезионной прочности к металлу, высокой химической стойкостью, атмосферостойкостью и долговечностью [6-8].

Таким образом установлена взаимосвязь протекания химических реакций процесса интумесценции с температурными участками нагрева огнезащитных покрытий на основе эпоксидных смол. Выявлены этапы протекания реакций термического разложения. Установлена способность эпоксидных смол к образованию обогашенного углеродом зольного остатка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Столяров С.О., Скрипник И.Л.* Применение синергизма для создания оптимального состава огнезащитных покрытий // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России, Иваново, 11 декабря 2019 г. - Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. – С. 216-221.

2. *Иванов А.В., Скрипник И.Л., Дементьев Ф.А., Ловчиков В.А.* Исследование модифицированных полимерных композиций для улучшения их свойств // Научный электронный журнал. Вестник Уральского института государственной противопожарной службы МЧС России. 2019. № 1 (22), С. 89-97.

3. *Столяров С.О., Скрипник И.Л.* Исследование процесса углеводородного горения и используемые при этом способы огнезащиты // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования: научный журнал. – Вып. 3(4).-Донецк: ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, 2019. – С. 183-188.

4. *А.В. Иванов, И.Л. Скрипник, Е.Н. Кадочникова.* Характеристика модифицированных огнезащитных вспучивающихся составов // XIV Международная научно-практическая конференция “Комплексная безопасность и физическая защита. Труды VII Мемориального семинара профессора Б.Е. Гельфанда”. 2018.– С. 285-293.

5. *Столяров С.О., Скрипник И.Л.* Повышение свойств огнезащитных покрытий, модифицированных микрокапсулированными цеолитами // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России, Иваново, 21 апреля 2020 г. - Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – С. 425-430.

6. *Пустовалов И.А., Скрипник И.Л.* Влияние агрессивных факторов окружающей среды на надежность металлических конструкций с нанесенным на них тонкослойным вспучивающимся огнезащитным покрытием // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 16 апреля 2020 г. - Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – С. 76-80.

7. *И.Л. Скрипник, С.В. Воронин.* Способ расчета показателя надежности образца пожарной техники // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2017 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – С. 215-218.

8. *А.В. Иванов, И.Л. Скрипник, С.В. Воронин.* Уменьшение процесса коррозии металла при воздействии переменного частотно-модулированного сигнала // Научно-аналитический журнал. Проблемы управления рисками в техносфере, № 1 (49)-2019, С. 14-24.

УДК691:614

И. В. Сусоева, Т. Н. Вахнина, А. А. Титунин
ФГБОУ ВО Костромской государственной университет

СНИЖЕНИЕ ГОРЮЧЕСТИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

В работе исследованы термические свойства дисперсных растительных отходов древесины и льна. Для оценки термических свойств наполнителя и композита на его основе использован термогравиметрический анализ. Для снижения горючести теплоизоляционного композита на основе наполнителя из мягких древесных отходов и отходов прядения льняного волокна использован замедлитель горения жидкое натриевоестекло. Представлены результаты определения степени повреждения по массе при горении композитов.

Ключевые слова: отходы, древесина, лен, наполнитель, термогравиметрический анализ, композит, снижение горючести.

I. V. Susoeva, T. N. Vahnina, A. A. Titunin

REDUCING THE COMBUSTIBILITY OF THERMAL INSULATION COMPOSITES BASED ON PLANT WASTE FILLER

The work investigates the thermal properties of dispersed plant waste of wood and flax. Thermogravimetric analysis was used to evaluate the thermal properties of the filler and the composite based on it. To reduce the combustibility of a heat-insulating composite based on a filler made from soft wood waste and waste from spinning flax fiber, a combustion retardant liquid sodium glass is used. The results of determining the degree of damage by weight during combustion of composites are presented.

Key words: waste, wood, flax, filler, thermogravimetric analysis, composite, reduction of combustibility.

Растительные отходы, включая мягкие древесные и отходы прядения льняных и хлопковых волокон, чаще всего утилизируются путем сжигания или захоронения на свалке. Вовлечение в производство растительных отходов является одним из способов снижения негативного воздействия на окружающую среду. Мелкодисперсные растительные отходы могут использоваться в качестве наполнителя композиционных материалов, используемых в строительстве [1].

Разработки теплоизоляционных композиционных материалов, основанных на древесных материалах и отходах сельскохозяйственных культур известны с начала XX в. [2, 3, 4]. Намного реже встречаются в мировой практике научных исследований работы, направленные на переработку отходов промышленных волокон (хлопка, льна, конопли, кенафа и др.) [5].

К преимуществу отходов прядильных производств и мягких отходов деревообработки можно отнести то, что они являются нетоксичным материалом, имеющим малую плотность и стоимость. Однако наряду с положительными характеристиками мелкодисперсные целлюлозосодержащие отходы имеют недостатки, основным из которых является повышенная горючесть. Для использования в строительстве материалов из растительного сырья необходимо обеспечить соответствие нормативным требованиям показателей горючестикомпозитов.

В исследовании были изготовлены композиционные плиты теплоизоляционного назначения из мягких древесных отходов и отходов прядения льняного волокна. Композиционный материал теплоизоляционного назначения изготавливался по технологии древесноволокнистых плит мокрого способа производства. В качестве связующего использовалось жидкое стекло $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$, (модуль $n = 1,6 \dots 3,75$). Плиты изготавливались средней плотности 275 кг/м^3 , расход связующего 30 % от массы наполнителя. Образцы материала сушились при $100 \text{ }^\circ\text{C}$ до влажности $8 \pm 1 \%$. Для образцов плитных материалов определялась потеря массы при горении.

Исследования проводились на установке синхронного термического анализа NETZSCH STA 449 F3 Jupiter, совмещенной с приставкой ИК-Фурье, позволяющей одновременно проводить два метода анализа – термогравиметрический (ТГА) и дифференциально-сканирующий (ДСК).

Для образцов плитных материалов определялись физико-механические показатели и потеря массы при горении. В соответствии с нормативными требованиями (ГОСТ 30244-94 Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть [6]), испытания проводились в установке «керамический короб» по ГОСТ Р 53292-2009.

Результаты термического анализа наполнителя из мягких древесных отходов и отходов прядения льняного волокна – кривые термогравиметрии и дифференциальной сканирующей калориметрии представлены на рис. 1.

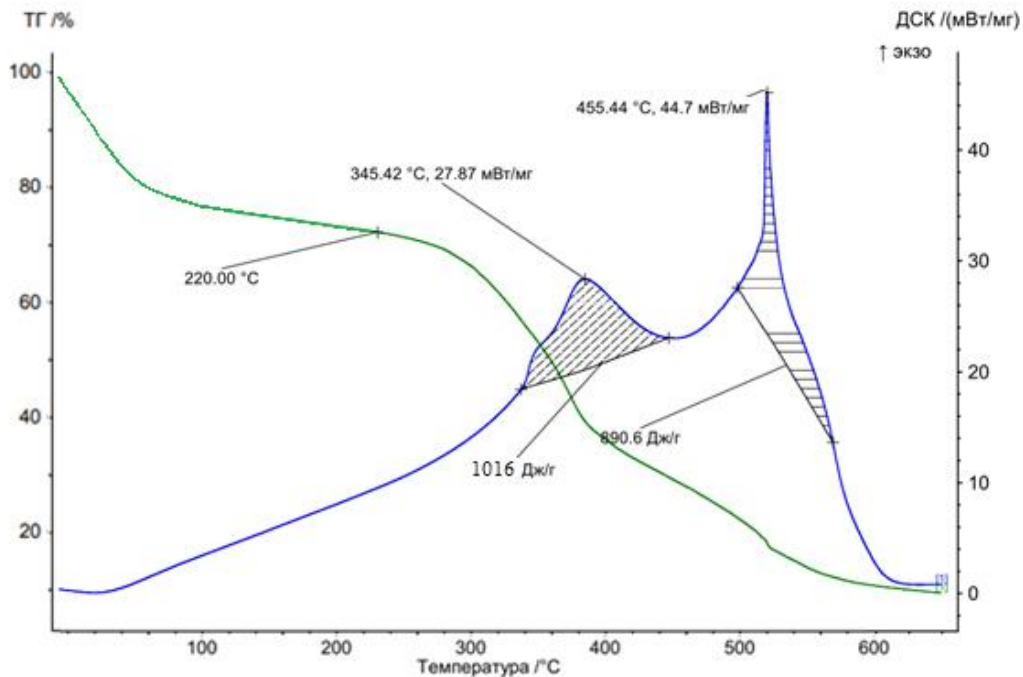


Рис. 1. Кривые продуктов термолитиза ТГ и ДСК наполнителя из мягких древесных отходов и отходов прядения льняного волокна

При температуре 50...220 °C происходит потеря материалом растительного наполнителя сорбционной влаги. Часть потери массы, составляющей 19 %, обусловлена начинающейся деструкцией аморфной части целлюлозы компонентов растительного наполнителя. При температуре 390 °C отмечается начало экзотермического пика 1016 Дж/г, пик характеризует поверхностное горение материала. При продвижении фронта термолитиза вглубь материала возникает второй пик термического разложения 890,9 Дж/г. При температуре 650 °C резко снижается энтальпия и система переходит в новое равновесное положение. Потеря массы при этом составляет 80 %. Процесс характеризуется полной деструкцией растительного наполнителя.

Высокая горючесть материала наполнителя требует при производстве композита на основе данного наполнителя применения мер по огнезащите. В качестве замедлителя горения было использовано связующее на основе жидкого стекла. Результаты термического анализа композита из растительного наполнителя (мягкие древесные отходы + отходы прядения льна) представлены на рис. 2.

Использование в качестве замедлителя горения натриевого жидкого стекла позволило снизить удельную теплоту пиролиза с 1906,6 Дж/г (суммарный эффект 1016 Дж/г+ 890,6) до 950 Дж/г. При этом в процессе термического воздействия не формируется второй пик, обусловленный продвижением фронта пиролиза вглубь материала. Введение замедлителя горения позволяет повысить термостойкость материала.

Для определения соответствия композита требованиям к огнезащитности были изготовлены и испытаны три партии образцов, число дублированных опытов в каждой партии n= 10.:

- 1 – на карбамидоформальдегидном связующем;
- 2 – на фенолоформальдегидном связующем;
- 3 – на связующем на основе жидкого стекла.

В соответствии с нормативными требованиями, испытания проводились в установке «керамический короб» по ГОСТ Р 53292-2009.

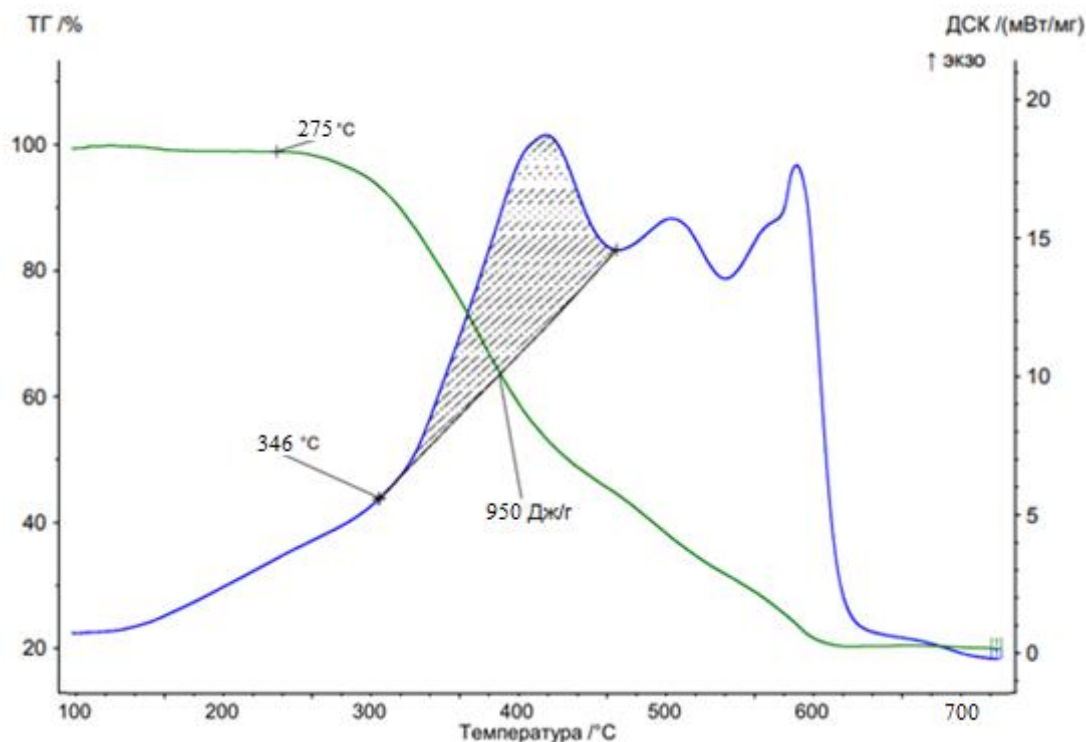


Рис. 2. Кривые продуктов термоллиза ТГ и ДСК композита из отходов древесины и льняного волокна на основе жидкого стекла

Результаты определения показателей приведены в таблице 1. Результаты определения соответствия образцов композита группе горючести по показателю степень повреждения по массе, % выделены цветом в таблице: нормальногорючие (Г3), сильногорючие (Г4).

Таблица 1. Средние значения результатов испытаний образцов

Показатель горючести	Партия композитов		
	1	2	3
Степень повреждения образцов по массе при горении, % (температура дымовых газов, °С)	89,4(634)	80,4(549)	63,2(370)

Испытание показало, что композиционный плитный материал из мягких древесных отходов и отходов прядения льняного волокна по показателю «степень повреждения по массе при горении» относится к группе горючести Г4, на основе жидкого стекла с расходом 30% – к группе Г3 (согласно статье 13 Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»).

Таким образом, для изготовления теплоизоляционных композиционных плитных материалов из мягких древесных отходов и отходов прядения льняного волокна рационально использовать жидкое стекло с расходом связующего 30%; значения показателей отвечают группе горючести материалов Г3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сусоева И.В., Вахнина Т.Н., Титунин А.А. [Исследование свойств лигноцеллюлозных волокон и отходов их переработки](#) // [Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности](#) – 2016. – № 6 (366). – С. 221–226.
2. Кислый В.В., Данилов В.В., Савченко Г.Т. Деревянные дома и применение новых строительных материалов в их производстве. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1987. – 48 с.
3. Ходжаев Ш.А. Модифицированный арболит на основе отходов сельского хозяйства и промышленности: автореф. дисс. канд. техн. наук ... – Алма-Ата: Алма-атинский архитектур.-строит. ин-т, 1990. – 22 с.

4. Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко А.А. Технология теплоизоляционных материалов. – М.: Стройиздат, 1980. – 399 с.
5. Yao F, Wu Q, Lei Y. Thermal decomposition kinetics of natural fibers: Activation energy with dynamic thermogravimetric analysis // Polymer Degradation and Stability.–2008. – Vol. 93(1). – Pp. 90–98.
6. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть. – М.: Издательство стандартов, 2006. – 16 с.

УДК 620

А. В. Топоров

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТРЕНИЯ РАБОЧИХ МАГНИТОЭЛАСТМЕРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МАГНИТОЖИДКОСТНОГО УПЛОТНЕНИЯ

В данной статье рассматривается вопрос трения рабочего элемента магнитоэластического уплотнения, изготовленного из магнитоэластического материала, описана конструкция уплотнения, приведены экспериментальные данные.

Ключевые слова: магнитная жидкость, магнитоэластомерный материал, уплотнение, момент трения.

А. V. Toporov

STUDY OF THE FRICTION PROCESS WORKING MAGNETOELASTIC DIMENSIONAL ELEMENTS, FERROFLUID-BASED SEALS

This article discusses the issue of friction of the working element of a magnetofluidic seal made of a magnetoelastic material, describes the design of the seal, and provides experimental data.

Key words: magnetic fluid, the magnet on the elastomeric material, the seal friction torque.

Уплотнительные устройства различных типов широко применяются в пожарной технике для герметизации вращающихся валов и вводов возвратно-поступательного движения. Традиционно применяемые для этих целей уплотнения, как и уплотнение различного технологического оборудования имеют ряд недостатков [1].

С целью их устранения предложена конструкция магнитоэластического уплотнения вала [2] в которой в качестве источника магнитного поля и элементов контактного уплотнения используется магнитоэластомерный материал (рисунок 1).

Рабочие элементы такого уплотнения выполняются в виде шайб, размеры и конфигурация которых выбирается на основе магнитных расчетов [3].

Одной из важных характеристик подобных уплотнений является момент при различных режимах работы. Исследование процесса трения разработанных уплотнительных устройств проводилось на специальной лабораторной установке, позволяющей контролировать величину момента трения в зависимости от частоты вращения и удерживаемого перепада давлений. На рисунке 2 представлен график зависимости момента трения исследуемого уплотнения.

Как видим из приведенных зависимостей, момент трения уплотнения возрастает с увеличением удерживаемого перепада давлений для всех частот вращения. Такое увеличение может быть обусловлено гидродинамическим или граничным характером трения рабочих кромок магнитоэластомерных шайб в слое магнитной жидкости.

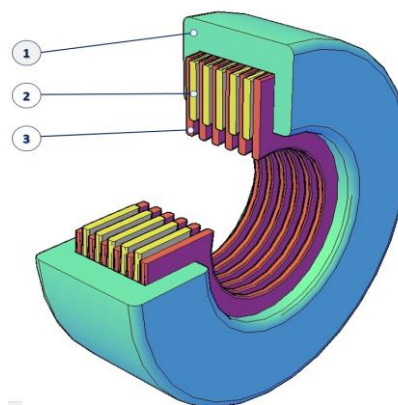


Рис. 1. Трехмерная модель комбинированного магнитоэластического уплотнения:

- 1 – корпус, 2 – магнитоэластомерные шайбы,
3 – шайбы из немагнитного материала

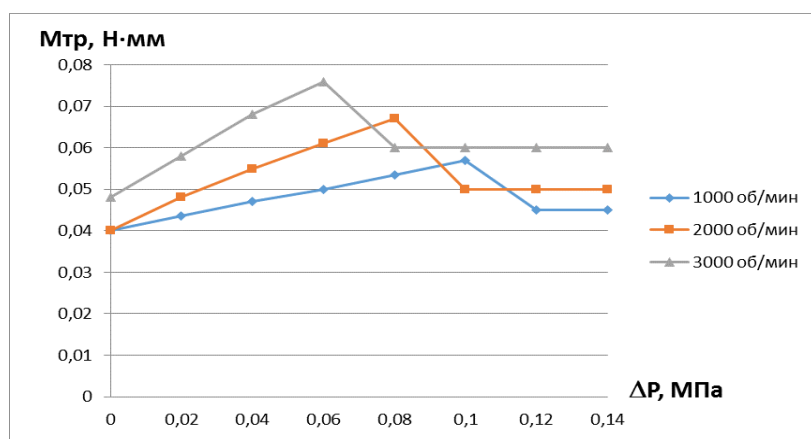


Рис. 2. Зависимость момента трения магнитожидкостного уплотнения от удерживаемого перепада давлений и частоты вращения вала

Интерес представляет возрастание и дальнейшее скачкообразное снижение величины момента трения в зависимости от удерживаемого перепада давлений. Подобный характер кривых наблюдается при всех частотах вращения, со смещением области излома в сторону меньших перепадов давлений при возрастании частоты вращения. Этот эффект может быть вызван тем, что, с увеличением перепада давлений на торцевую поверхность шайбы начинают действовать силы, стремящиеся выгнуть шайбу в осевом направлении, следствием чего является увеличение контактного усилия в зоне трения и возрастание момента трения. При достижении критического перепада давлений рабочая кромка шайбы выворачивается по направлению действия перепада давлений, происходит пробой уплотнения. Пробой уплотнения сопровождается резким снижением момента трения (рисунок 2) который в дальнейшем стабилизируется. Пробой уплотнения и скачек величины момента трения наступает при меньших значениях перепада давлений при увеличении частоты вращения вала, что может быть обусловлено возникновением гидродинамического клина и появлением зазора между рабочей кромкой магнитоэластомерной шайбы и валом.

Таким образом установлено, что с увеличением удерживаемого перепада давлений происходит увеличение момента трения рабочих элементов уплотнения и вала с последующим скачкообразным его падением и появлением утечки уплотняемой среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сизов А.П., Топоров А.В., Палин Д.Ю., Топорова Е.А. Разработка конструкции комбинированного магнитожидкостного уплотнения для подшипниковых узлов текстильных машин // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2019. № 6 (384). С 208-212.
2. Палин Д.Ю., Топоров А.В., Пучков П.В. Магнитожидкостное уплотнение вала Патент на полезную модель 197088 22.11.2019
3. Топоров А.В., Палин Д.Ю., Колобов М.Ю. Анализ влияния конфигурации магнитной системы на характеристики магнитожидкостного уплотнения с магнитным эластомерным материалом // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2020. № 2 (62). С. 130-137.

УДК 678.067.5

Д. В. Флегонтов, М. В. Акулова, Е. В. Карасев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОСЛЕ ОГНЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Авторами представлены современные подходы к установлению очага пожара, которые в настоящее время достаточно неоднозначны и выбор той или иной методики осуществляется непосредственно экспертом. В данной статье рассмотрены проблемы обнаружения повреждений конструкций в результате огневого воздействия. Проанализированы методологии их обнаружения. Выявлена и обоснована необходимость разработки методики, которая применима для установления очага пожара, в том числе и скрытого, а так же применима для оценки возможности дальнейшего применения строительной конструкции.

Основной целью данной работы является применение методики термического анализа для изучения бетонных композитов с целью дальнейшей идентификации очага пожара и определения мест наиболее поврежденных конструктивных элементов строительной конструкции. В работе анализируются показатели бетонов, полученные методом термического анализа, с показателями бетона заранее подверженному термическому воздействию в муфельной печи. Сравнивая показатели авторами установлены параметры температурного воздействия на исследуемый образец, что приводит к установлению очага пожара.

Параметры полученные авторами, с помощью применения синхронного термического анализа применимы для оценки возможности дальнейшего применения строительных конструкций.

Ключевые слова: методология, повреждения конструкций, пожар.

D. V. Flegontov, M. V. Akulova, E. V. Karasev

DETERMINATION OF THE DEGREE OF DAMAGE TO REINFORCED CONCRETE STRUCTURES AFTER FIRE IMPACT

The authors present modern approaches to the establishment of a hotbed of fire, which are currently rather ambiguous and the choice of this or that technique is carried out directly by the expert. This article deals with the problems of detecting damage to structures as a result of fire impact. The methodologies for their detection are analyzed. The need to develop a methodology that is applicable to the establishment of a fire site, hidden and hidden, and also applicable to the assessment of the possibility of further use of the building structure, has been identified and justified.

The main purpose of this work is to use the thermal analysis technique to study concrete composites in order to further identify the fire site and identify the places of the most damaged structural elements of the building structure. The work analyzes the concrete values obtained by the thermal analysis method, with the concrete indices pre-exposed to thermal effects in the muffle furnace. Comparing the indices, the authors established the parameters of the temperature effect on the sample under study, which leads to the establishment of a fire site.

The parameters obtained by the authors, using synchronous thermal analysis, are applicable to assess the possibility of further use of building structures

Keywords: methodology, damaged structures, fire.

Пожар как один из вариантов воздействия, нередко приводит к гибели людей и наносит финансовый ущерб. Пожар характеризуется нагревом конструкций от высокотемпературного воздействия. Длительность и интенсивность огневого воздействия в каждом случае пожара носят индивидуальный характер и зависят, в основном, от количества и качества пожарной нагрузки [4]. Указание первопричины пожара разрешает дать высококачественную оценку испорченным строительным конструкциям и определить вероятность их дальнейшего использования, помимо этого имеются и скрытые пожары. Фундаментальный вопрос, предопределяемый при расследовании пожаров -первопричина происхождения пожара. Установлению первопричины пожара обязательно предшествовать установление начального места происхождения горения или очага пожара, которое может быть перекрыто при проведении ремонтно-восстановительных работ. Некоторые скрытые пожары происходят внутри строительной конструкции и выявляются исключительно при их сильном повреждении.

Распределение источника пожара и повреждение конструкций в первую очередь зависит от вида строительного материала конструкции [4]. В настоящее время ради изготовления несущих конструкций применяются как правило неорганические строительные материалы на базе цементного связующего. При высокотемпературном нагреве бетон утрачивает гидратную воду и разрушается. Для теплозащиты зданий часто применяется пенополистирол, который имеет высокие теплотехнические характеристики, однако про возникновении пожара может не только приводить к его распространению, но и увеличивая прогрев строительных конструкций усиливать их разрушение. Решение комплексной задачи по своевременному обнаружению скрытых очагов пожара и увеличению огнестойкости конструкций является актуальным.

В данной статье рассмотрена методика по обнаружению очагов пожара, в том числе и скрытых.

Для получения выводов в части установления источника пожара в практике используются разные методы. Предварительную оценку крепости бетонных конструкций в тех или иных участках пожара в работах [3-5] рекомендуют проводить посредством эталонного молотка Кашкарова, приборов типа ХПС и КМ с шариковым наконечником.

Более правильными представляются аналитические технологии (ИК-спектроскопия, газовая и тонкослойная хроматография, ультразвуковая дефектоскопия) установления источника пожара, впрочем они не дают провести исследования в полном размере вследствие ограниченной возможности работы с местом пожара, однако могут дать всеобщую картину места предположительного источника пожара. Преимущественно полную картину дает совокупный метод, охватывающий получение изначальных физических, физико-механических характеристик технологиями неразрушающего контроля и отбор проб вещества для исследования с поддержкой способа синхронного термического анализа (далее СТА).

Исследование материалов с применением СТА позволяет определять их структуру и химический состав [1]. Оценка термической и химической устойчивости, динамики процессов разложения, дает возможность, как спрогнозировать поведение различных конструкционных материалов в условиях пожара, так и выявить температурные зоны пожара или преимущественное направление воздействия теплового потока.

В данной работе для исследования материалов использовался прибор SDT-Q600 [2], термогравиметрическую зависимость в составе синхронного термического анализа (ТГ) - регистрируется изменение массы образца в зависимости от температуры или времени при нагревании в заданной среде с регулируемой скоростью;

Исследования образцов термически поврежденных бетонов методом термического анализа Плотникова Г.В., Дашко Л.В. др. [2] предлагают проводить при следующих условиях: в воздушной среде в интервале температур 30 – 1000°C со скоростью подъема температуры 5 – 20 °С/мин, линейная скорость продувочного газа составляет 100 см³/мин, количество проводимых параллельных испытаний от трех до пяти в зависимости от специфики исследуемого объекта.

В ходе изучения полученных данных установлено, что на первом и втором этапах происходит испарение воды. Так до 100°C происходит значительное высвобождение несвязанной воды, от 100 до 200°C отщепляются молекулы воды находящийся в виде гидратов неорганических солей, большей частью карбонатов.

На третьем этапе, в интервале 200 – 400°C потеря массы и как следствие постепенное снижение прочности цементного камня (бетона) происходит большей частью из-за процессов дегидратации гидроалюминатов, а также распада и перекристаллизации гидросульфалюминатов кальция.

На четвертом этапе, начинается с 410°C происходит дегидратация гидроксида кальция Ca(OH)₂.

На пятом этапе при 500 – 600°C преимущественно идет разложение трехкальциевого силиката, что способствует дальнейшему снижению прочности цементного камня. Так как трехкальциевый силикат является одним из веществ придающий прочность цементного камня. На шестом этапе при температуре 650 – 700°C начинается разложение карбонатов.

Стоит отметить, наличие на термограмме эндотермического пика (T=568,73°C), характеризующего структурный переход оксида кремния ($\alpha \rightarrow \beta$). Сравнение термограмм образцов бетона марок М200 и М400 показывает схожую картину, но существуют определенные различия, которые характеризуются изначальными прочностными качествами бетонов. Для оценки температурного воздействия в зависимости от температуры и продолжительности температурного воздействия проведены исследования образцов бетона М200 искусственно подвергшихся тепловому воздействию.

Образцы нагревались в муфельной печи при различных температурах (200, 300, 400, 500, 600, 700, 800 и 1000°C) в течении 30 мин.

В образцах, отожженных при 200°C и 300°C, потеря массы происходит за счет разрушения гидроалюминатов и силикатов, гидроксидов, карбонатов, вклад гидратов солей незначительный.

В образцах, нагретых при температурах 400 – 600°C, основная потеря массы происходит из-за разложения неорганических солей, и в меньшей степени из-за гидроксидов и дегидратацией гидроалюминатов.

В образцах отожженных при 800°C и 1000°C потеря массы сопряжена с разложением карбонатов.

В бетонах, подвергнутые термическому воздействию в течении 30 минут, наименьшую потерю массы имеют образцы, отожженные при 1000°C. Наибольшая потеря массы наблюдается у образцов, подвергавшихся температурному воздействию при 300°C в течении 30 минут. Сравнив результаты исследования методом термогравиметрии, можно сделать вывод о том, что этот метод подходит для определения температуры и времени температурного воздействия на образцы бетона.

Для подтверждения выводов дополнительно нагретые в муфельной печи образцы бетонов М200 и М400 были при 600°C в течении 30 минут и исследован на вышеуказанном приборе при 600°C в течении 15,30 и 60 минут.

Полученные показатели соответствуют образцу бетона М200, подвергавшийся температурному воздействию при 600°C в течении 30 минут.

На основании вышеизложенного, можно сделать выводы о том, что параметры, полученные с помощью термического анализа применимы для оценки возможности дальнейшего использования строительных конструкций. Так, например, зная показатели цементных композитов по потере несущей способности можно определить при сравнительном анализе и степень повреждения той или иной конструкции

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Специальные инструментальные методы и средства обеспечения предварительного и экспертного исследования объектов пожарно-технической экспертизы: Пособие. - М.: ЭКЦ МВД России, 2005. -112 с.
2. Плотникова Г. В., Дашко Л. В., Ключников В. Ю., Синюк В. Д. Применение методов термического анализа при исследовании цементного камня // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. 2015. №2 (73). С.1-5.

3. Чешко И.Д., Соколова А.Н. Выявление очаговых признаков и путей распространения горения методом исследования слоёв копоти на месте пожара. Метод. рекомендации. М. ВНИИПО, 2008 -49с.

4. Кузнецова И.С. Прочность и деформативность железобетонных конструкций, поврежденных пожаром: дисс. на соиск. ст. к.т.н. Государственный Орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона им. А. А. Гвоздева (НИИЖБ), 1999. -140 с.

5. Методические рекомендации по оценке свойств бетона после пожара. - М.: НИИЖБ ИТБ. 1985. 20 с.

6. Ключников В.Ю., Дашко Л.В., Довбня А.В., Пеньков В.В. Информационное письмо. Применение синхронного термического анализа при производстве пожарно-технических экспертиз М.:ЭКЦ МВД России, 2011. – 4 с.

УДК 614.841.1

Р. В. Халиков

ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБЪЕМНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ГАЗОКОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

В работе проведен анализ пожаров на территории газокomppressorных станций и существующих систем пожаротушения, используемых на них. Предложено теоретическое обоснование повышения эффективности объемного пожаротушения газокomppressorных станций, используя электромагнитную обработку водных растворов ингибиторов.

Ключевые слова: электромагнитная обработка, водяные растворы, эффективность, объемное пожаротушение, газокomppressorные станции.

R. V. Khalikov

USE OF ELECTROMAGNETIC TREATMENT OF WATER SOLUTIONS TO INCREASE THE EFFICIENCY OF VOLUMETRIC FIRE EXTINGUISHING OF GAS COMPRESSOR STATIONS

The paper analyzes fires on the territory of gas compressor stations and existing fire extinguishing systems used in them. A theoretical justification for increasing the efficiency of volumetric fire extinguishing of gas compressor stations using electromagnetic treatment of water solutions of inhibitors is proposed.

Keywords: electromagnetic treatment, water solutions, efficiency, volumetric fire extinguishing, gas compressor stations.

Безопасность газокomppressorных станций во многом определяется пожарной безопасностью, находящихся на ней объектов. Согласно [1-3] на территории газокomppressorных станций происходило от 15 до 18 пожаров и аварий ежегодно. Более 70 % всех пожаров газокomppressorных станций происходило в замкнутых объемах. Это обуславливает необходимость рассмотрения процессов объемного тушения данных объектов. Необходимо отметить, что эффективность тушения пожаров в замкнутых объемах газокomppressorных станций существующими средствами пожаротушения составляет не более 57 % [4]. Для детального решения данной проблемы необходимо проанализировать основные огнетушащие вещества, используемые для объемного пожаротушения (рис. 1).

Анализ рисунка 1 показал, что наибольшей эффективностью обладают вещества в основе которых лежат воздействия на химические процессы, происходящие в пламени, то есть обладают ингибирующими свойствами, либо высокой дисперсностью, однако анализ работ [5-7] показал, что повысить эффективность пожаротушения возможно, проводя электромагнитную обработку водных растворов ингибиторов.

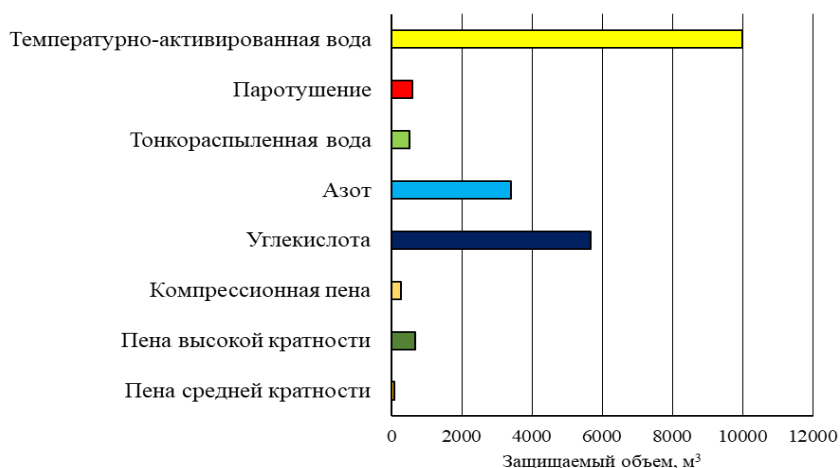


Рис. 1. Диаграмма зависимости величины защищаемого объема от вида огнетушащего вещества

Теоретические аспекты воздействия электромагнитной обработки на водные растворы ингибиторов

Электромагнитная обработка водных растворов ингибиторов позволяет достичь образования в водном растворе ингибитора ионных кластеров, которые формируются при переориентации существующего в молекуле ингибитора дипольного момента [5, 7, 8]. Ионные кластеры позволяют не только прекратить разветвленно-цепные процессы газофазного горения, но и благодаря запасенной энергии дипольного момента блокируют электрохимические процессы в пламени. Схематично процесс образования ионных кластеров представлен на рисунке 2.

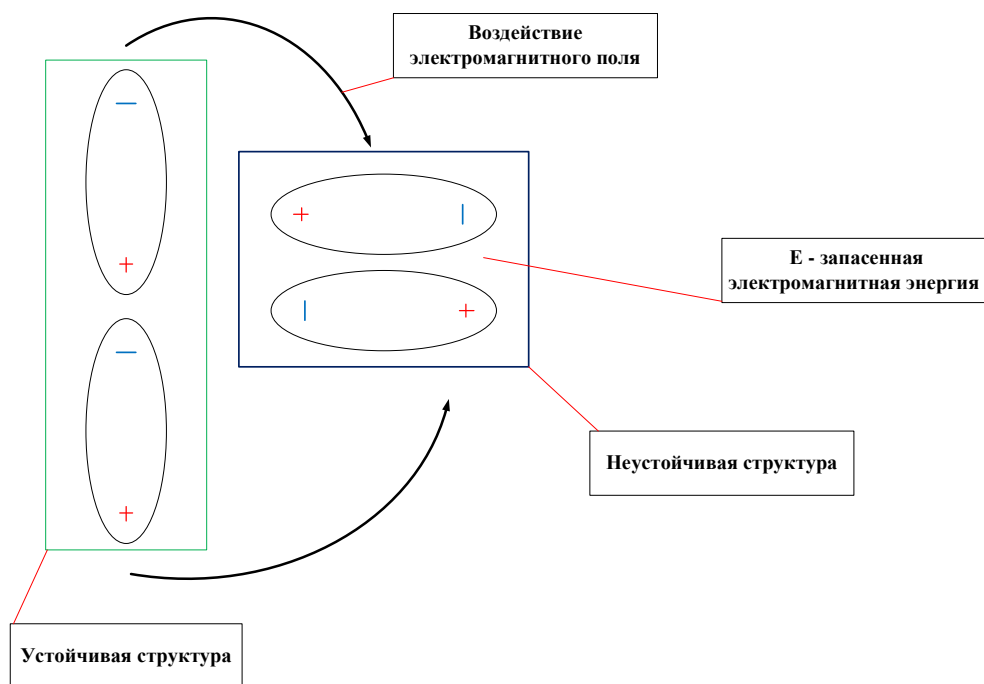


Рис. 2. Схема образования ионных кластеров в водной среде

Таким образом разрушение ионных кластеров молекул ингибирующей соли в пламени приводит к выпрямлению диполей и как следствие блокированию электрохимических процессов, происходящих в пламени. Поэтому эффективность объемного пожаротушения будет повышаться, однако для доказательства справедливости данного утверждения необходимо проведение серии натуральных экспериментов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2019, - 125 с.: ил. 42.
2. *Быков А.И.* Методика оценки массы природного газа, участвующего в образовании огненного факела при разрыве магистрального газопровода / А.И. Быков // Пожаровзрывобезопасность – 2015. – Т. 24, № 9. – с. 48-54.
3. *Р.В. Халиков* Объемное тушение пожаров твердых углеводородов. [Электронный ресурс] // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2019. № 3 (4). С. 201-203. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41579070> (дата обращения 13.07.2020)
4. *В.В. Роевко, Р.В. Халиков* Пожаровзрывобезопасность замкнутых пространств объектов газоконпрессорных станций. [Электронный ресурс] // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2020. № 1. С. 30-35. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42722653> (дата обращения 13.07.2020).
5. *Р.В. Халиков* Способы подавления процессов ионного обмена при горении жидких углеводородов [Электронный ресурс] // Материалы ежегодной международной научно-технической конференции Системы безопасности. 2019. № 28. С. 223-227. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42756850> (дата обращения 11.07.2020)
6. *Пожаркова И.Н., Елфимова М.В., Лагунов А.Н.* Моделирование пожаров в машинных отделениях объектов теплоэнергетического комплекса [Электронный ресурс] // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2019. № 1. С. 39-45. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37421054> (дата обращения 11.06.2020).
7. *Storesund K.L.* Fire incidents and potential fire incidents on Norwegian oil and gas installations. [Электронный ресурс] // SPFR Report, 2015. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/325869491_Fire_incidents_and_potential_fire_incidents_on_Norwegian_oil_and_gas_installations (дата обращения 10.06.2020)
8. *В.В. Азатян, И.А. Болодьян., В.Ю. Навеценья, Ю.Н. Шебеко., А.Ю. Шебеко* Роль реакционных цепей в критических условиях распространения пламени в разгах [Электронный ресурс] // Горение и взрыв. 2012. № 5 Т.5 С. 53-60. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21796931> (дата обращения 11.07.2020)

Исследование проводится при поддержке Фонда содействия инновациям по договору №15204ГУ/2020 от 05.06.2020

УДК 614.841

И. Р. Хасанов, А. А. Варламкин
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ОГНЕЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ КАБЕЛЬНЫХ ПРОХОДОВ

Рассмотрено влияние пространственной ориентации электрического кабеля (вертикально вверх и горизонтально) в конструкции кабельной проходки на величину вспучивания слоя огнезащитного покрытия. Экспериментальные исследования позволили получить новые данные о механизме образования пенококса и влияния на этот процесс пространственной ориентации кабельной проходки.

Ключевые слова: огнезащитное покрытие, кабельная проходка, кабель, эффективность огнезащитного покрытия, огнестойкость.

I. R. Khasanov, A. A. Varlamkin

FIRE-RESISTANT COATINGS IN VARIOUS CONDITIONS OF SPATIAL ORIENTATION OF CABLE PENETRATIONS

The influence of the spatial orientation of the electric cable (vertically up and horizontally) in the design of the cable passage on the amount of swelling of the fire-resistant coating layer is considered. Experimental studies have allowed us to obtain new data on the mechanism of foam coke formation and the influence of the spatial orientation of cable sinking on this process.

Key words: fire-resistant coating, cable penetration, cable, effectiveness of fire-resistant coating, fire resistance.

При определении значений пределов огнестойкости кабельных проходок с применением огнезащитных покрытий (ОП) не учитываются особенности пространственной ориентации кабельной проходки [1-3].

В целях оценки влияния пространственной ориентации электрического кабеля (вертикально вверх и горизонтально) в конструкции кабельной проходки на величину вспучивания слоя ОП (пенококка) проведены экспериментальные исследования в условиях теплового воздействия.

При оценке влияния геометрической ориентации кабеля использовался фрагмент фасадной части кабельной проходки размером 250x250x100 мм, в центральной части которой на расстоянии 115 мм от краев располагается силовой кабель марки ВВГнг(А) 1x120 мм², длиной 200 мм. Испытания проводились в камере лабораторного шкафа с установленным в ее центре образцом, при линейном росте температуры от 30 до 300 °С и с удерживанием в течении 30 мин этого значения.

На рисунке 1 показана используемая схема расположения точек замера при определении значений высоты (толщины) вспучивания слоя пенококка при вертикально направленном кабеля в конструкции кабельной проходки. При оценке влияния горизонтально ориентированного отрезка кабеля использовалась показанная на рисунке 2 схема расположения точек замера.

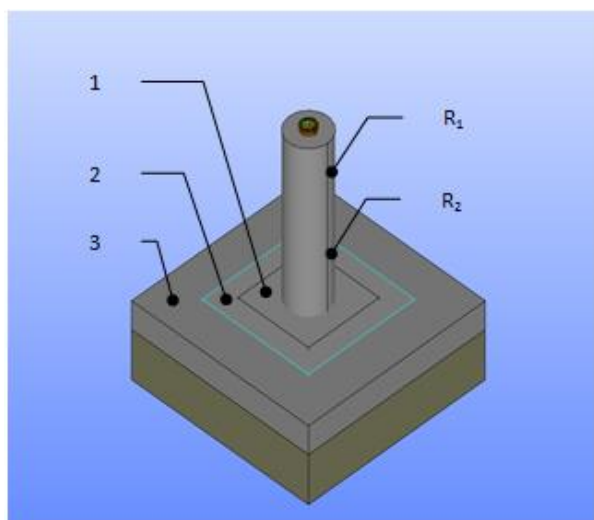


Рис. 1. Схема расположения точек замера значений высоты слоя пенококка при вертикально вверх ориентированном кабеле: 1, 2, 3 – точки замера на фасадной части кабельной проходки; R₁, R₂ - точки замера на кабеле

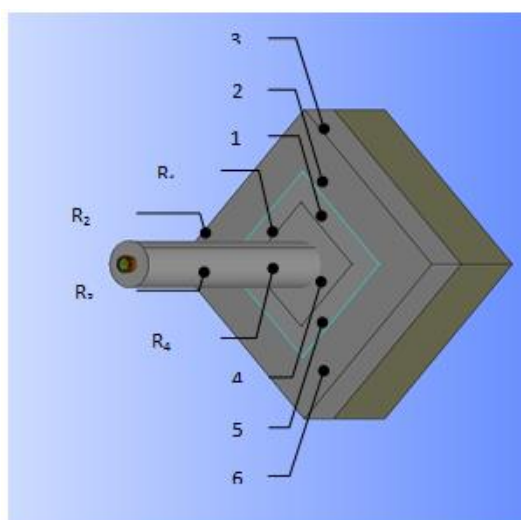


Рис. 2. Схема расположения точек замера значений высоты слоя пенококка при горизонтально ориентированном отрезке кабеля: 1-6 – точки замера на фасадной части кабельной проходки; R₁, R₂, R₃ и R₄- точки замера на кабеле

Результаты испытаний по определению высоты слоя пенококка при вертикально вверх ориентированном кабеле в точках замера представлены в таблице 1. Значения высоты слоя пенококка при горизонтально ориентированном отрезке кабеля показаны в таблице 2.

Таблица 1. Значение высоты слоя пенококка при ориентированном вертикально вверх отрезке кабеля

Точки замера	Значение высоты слоя пенококка, мм
R ₁	17,7
R ₂	19,5
1	32,0
2	30,5
3	28,8

Таблица 2. Значение высоты слоя пенококка при горизонтально ориентированном отрезке кабеля

Точки замера	Значение высоты слоя пенококка, мм
R ₁	20
R ₂	26
R ₃	0
R ₄	0
1	40
2	40
3	38
4	5
5	8
6	5

Полученные результаты показали, что геометрическая ориентация кабеля приводит к неравномерному вспучиванию ОП. Так, при вертикально направленном кабеле происходит вспучивание ОП в вертикальном направлении от фасадной части проходки и в горизонтальном от кабеля, что приводит к наплыву пенококса в месте их пересечения. Толщина слоя пенококса в этой части проходки достигает 32 мм (таблица 1). При наблюдается оголившийся участок кабеля, что свидетельствует о размягчении и деформации ПВХ-пластиката, повлекшее за собой разрушение сформировавшегося слоя пенококса.

При оценке влияния горизонтального направления кабеля на образование пенококса установлено, что при нагреве ОП происходит вспучивание в горизонтальном направлении от фасадной части проходки и в вертикальном от кабеля, что приводит к наплыву пенококса в месте их пересечения. В нижней части кабеля толщина слоя пенококса достигает 40 мм (таблица 2).

Проведенные экспериментальные исследования позволили получить новые данные о механизме образовании пенококса и влияния на этот процесс пространственной ориентации кабельной проходки.

Для обоих случаев пространственной ориентации кабеля тепловое воздействие приводит к неравномерному вспучиванию огнезащитного покрытия и может приводить к стеканию пенококса в верхней части кабеля при вертикальном расположении кабеля, а при горизонтальном расположении кабеля – в месте пересечения кабеля и фасадной части кабельной проходки. При этом наблюдается образование открытых участков кабеля без пенококса, что приводит к возможности аварийного повреждения кабеля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 53310-2009 Проходки кабельные, вводы герметичные и проходы шинопроводов. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний на огнестойкость. – М.: Стандартинформ, 2009. – 11 с.
2. Хасанов И.Р., Варламкин А.А. Влияние конструкции кабельных проходок на их огнестойкость // Пожарная безопасность. 2019. - № 3. – С. 57-63.
3. Варламкин А.А. Оценка огнезащитной эффективности кабельных покрытий в конструкции кабельных проходок // Пожарная безопасность. – 2019. – № 1. – С. 43–47.

УДК 699.812.3

С. А. Шабунин, Е. В. Барина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ОГНЕЗАЩИТЫ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Статья посвящена обзору опубликованных российских патентов в области огнезащиты древесины за последние 5 лет. Состав большинства огнезащитных средств многокомпонентный и включает неорганические вещества (фосфаты, соединения аммония, силикаты).

Ключевые слова: огнезащита, антипирен, древесина

S. A. Shabunin, E. V. Barinova

MODERN METHODS AND SUBSTANCES FOR FIRE PROTECTION OF WOODEN CONSTRUCTIONS

The article is devoted to the review of published Russian patents in the field of wood fire protection over the past 5 years. Most fire retardants are multicomponent and include inorganic substances (phosphates, ammonium compounds, silicates).

Key words: fireprotection, fire retardent, wood

Древесина является распространенным строительным материалом естественного происхождения. Доля строительства с применением продукции деревянного домостроения (клееный, оцилиндрованный, профилированный брус, деревянные сэндвич-панели) в 2017 году в общем объеме строительства составила 12%, а в общем объеме малоэтажного строительства – 25%. В зарубежных странах доля древесины в общем объеме строительства достигает 25% (Великобритания, Германия, Япония) и 80% (Канада, Финляндия, США) – в общем объеме малоэтажного строительства. Структура применения древесины включает в себя 5 основных областей:

– вспомогательный материал при производстве строительного-монтажных работ;

- несущие деревянные конструкции;
- малоэтажное домостроение;
- кровельные настилы и обрешетка;
- столярные изделия.

Такое разнообразие областей использования обусловлено специфическими качествами этого материала: экологичность, доступность, возобновляемость материала. Одним из основных недостатков, ограничивающих применение древесины является её горючесть.

С давних времен человечество ищет способы снизить пожарную опасность материала. Первыми средствами огнезащиты являлись гипсовые, известковые глиняные обмазки. В настоящее время в составе огнезащитных средств для древесины используются минеральные соли, соединения аммония (сульфаты, фосфаты, карбонаты аммония), мочевины, силикаты (например, силикат натрия), галогенсодержащие и фосфорсодержащие органические соединения.

В настоящее время на отечественном рынке представлено несколько сотен наименований огнезащитных средств. Несмотря на разнообразие средств, постоянно разрабатываются всё новые и новые составы. Целью разработок в этой области является разработка новых средств и способов обработки материала, обладающих более высокой огнезащитной эффективностью. Особое внимание уделяется экологической безопасности разрабатываемых составов.

Целью данной работы являлся аналитический обзор патентов, опубликованных в российской базе ФИПС за последнее 5 лет.

В [1] приводится способ снижения пожарной опасности древесины путем нанесения лакокрасочного материала, содержащего в своем составе антипирен, на поверхность материала, предварительно обработанного огнезащитным средством (соль аммония и фосфорной кислоты). Авторами предложено использовать в качестве антипирена полифосфаты или смесь полифосфата аммония, пентаэритрита и меламин в соотношении компонентов 3:1:1. Огнезащитная эффективность определялась на основании индекса распространения пламени.

Авторами [2] предложен способ снижения пожарной опасности путем нанесения аэрозольной краски, содержащей водную суспензию мелкоизмельченных частиц вспененного вермикулита. Частицы вспененного вермикулита представляют собой смесь частиц химически вспученного (75-99 масс. %) и термически вспученного вермикулита (1-25 масс. %). Вермикулит, как известно, в мелкодисперсном состоянии обладает низкой теплопроводностью, следовательно проявляет теплоизолирующие свойства.

Авторами [3] предложена полимерная композиция для огнезащитного вспенивающегося материала на основе хлорсодержащего полимера, пластификатора (хлорпарафин или трихлорпропилфосфат), интеркалированный графит и соли аммония (взяты в качестве вспенивающих агентов).

В патенте [4] приводится рецептура огнезащитного покрытия, содержащего жидкое стекло, черные сланцы (как минеральный наполнитель), микрокремнезем, пенообразователь ПО-6. Черные сланцы являются сопутствующей породой, получаемой при добыче золота. Данный материал способен вспучиваться при нагреве, увеличиваясь в объеме, и, тем самым, проявляет свойства теплоизолятора. Полученная композиция обеспечивает I группу по огнезащитной эффективности.

Огнебиозащитный пропиточный состав [5] включает диаммонийфосфат, аммоний серноокислый, натрий фтористый, сульфанола, пара-фенилендиамин. В зависимости от соотношения компонентов, состав имеет II или I группу огнезащитной эффективности.

Огнезащитный лак [6] на органической основе содержит биоцидно-реологическую добавку, полифосфат аммония (ПФА) (в качестве антипирена), бентонитовую глину, трис(2-хлорэтил)фосфат.

Авторами [7] предложен огнезащитный состав на основе муки древесных хвойных пород и дробленого зерна риса. Антипирен получается в результате их совместного окисления в присутствии щелочи и соли двухвалентного металла. Указывается, что данный антипирен можно использовать как для поверхностной обработки, так и для пропитки изделий из древесины. Группа огнезащитной эффективности I-II в зависимости от соотношения компонентов и способа пропитки древесины.

Состав на основе бромированного 4-винилциклогексена [8] снижает пожарную опасность древесины, предотвращает распространение пламени по поверхности.

Таким образом, в последнее время разработка новых огнезащитных средств осуществлялась путем подбора оптимальных концентраций известных молекул антипиренов (фосфаты, соединения аммония, силикаты) [1,3,5,6]. Проведенные испытания огнезащитной эффективности показали, что используя оптимальную комбинацию этих хорошо изученных веществ в огнезащитных средствах позволяет получить средство I группы по огнезащитной эффективности. Необходимо отметить, что в составах [4,7] может использоваться вещества, являющиеся побочным продуктом других производств.

Необходимо отметить, что наряду с разработкой новых огнезащитных составов, ведутся работы по совершенствованию методов огнезащиты. Так, авторами [1] предлагается подход, по использованию нанесению предварительно обработанной древесины молекулами антипиренов лакокрасочного покрытия, содержащего антипирен. Авторами не оговариваются, но теоретически возможно комбинация молекул антипиренов с разным

механизмом огнезащиты. Особый интерес представляет способ нанесения на поверхность древесины вспененного вермикулита [2], который широко используется как теплоизолирующий материал. Таким способом возможно создание окрашенного тонкого покрытия на древесине, которое обладает теплоизолирующими свойствами, что позволяет обеспечить эффективную огнезащиту древесины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сивенков А.Б., Альменбаев М.М. Способ снижения пожарной опасности древесины, материалов на её основе с лакокрасочными материалами // патент России № 2602611. 2016. Бюл. № 32.
2. Гудвин Р.С., Бэйлэй Э.Д., Стонье Д.Д., Уайтхёрст Д.П. Огнестойкие краски // патент России № 2642793. 2018. Бюл. № 3.
3. Константинов А.А., Москалев Е.В. Огнезащитная полимерная композиция // патент России № 2612720. 2017. Бюл. № 8
4. Белых С.А., Новоселова Ю.В. Сырьевая смесь для получения огнезащитного покрытия // патент России № 2613515. 2017. Бюл. № 8.
5. Анохин Е.А., Сивенков А.Б., Емельянов Р.А., Третьяков А.В., Полищук Е.Ю., Нигматуллина Д.М., Альменбаев М.М., Макишев Ж.К., Максимов П.В., Кенжехан С.К. Огнезащитный пропиточный состав для древесины // патент России № 2640959. 2018. Бюл. № 2
6. Еремينا Т.Ю., Николаева Е.А. Огнезащитный лак на органической основе // патент России № 2642792. 2018. Бюл. № 3.
7. Сахаров П.А., Ломакин С.М., Хватов А.В., Коверзанова Е.В., Луканина Ю.К., Шилкина Н.Г., Усачев С.В., Варфоломеев С.Д., Миних А.А. Антипирен, способ его получения и способ огнезащитной обработки // патент России № 2674208. 2018. Бюл. № 34
8. Никулина Н.С. Огнезащитный состав для древесных конструкций и изделий // патент России № 2689741. 2019. Бюл. № 16.

УДК 614.841.4

Е. В. Ширяев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ГОРЕНИЕ Н-ГЕКСАНА НА ПРЕДЕЛЕ ГАШЕНИЯ ПЛАМЕНИ В ЕМКОСТИ С ПОРИСТОЙ СРЕДОЙ

Определена высота «сухого» слоя гранулированного пеностекла фракции 5-7 мм, при которой происходит гашение пламени после воспламенения паров н-гексана. Проведена сравнительная оценка скорости горения н-гексана на пределе гашения пламени при высоте «сухого» слоя пеностекла 6 см со скоростью испарения н-гексана. Определены временные параметры сгорания н-гексановой паровоздушной смеси над поверхностью гранулированного слоя пеностекла.

Ключевые слова: пожарная опасность, горение, гашение пламени, н-гексан

E. V. Shiryayev

COMBUSTION OF N-HEXANE AT THE LIMIT OF EXTINGUISHING THE FLAME IN A CONTAINER WITH A POROUS MEDIUM

The height of the "dry" layer of granulated foam glass with a fraction of 5-7 mm, at which the flame is extinguished after the ignition of n-hexane vapor, has been determined. A comparative assessment of the rate of combustion of n-hexane at the limit of extinguishing the flame at a height of the "dry" foam glass layer of 6 cm with the rate of evaporation of n-hexane is carried out. The time parameters of the combustion of the n-hexane vapor-air mixture over the surface of the granular layer of foam glass have been determined.

Key words: main pipelines, oil pipelines, accident, scenarios.

Пожарная опасность аварийных проливов легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) характеризуется пожароопасными свойствами горючих веществ, температурными показателями, объемом веществ, площадью пролива и временем испарения. При заданных граничных условиях, например, расчетной температуры, площа-

ди пролива, времени испарения, влияние на критерии пожарной опасности (интенсивность испарения, высоту пламени и др.) в значительной мере будет оказывать пожароопасные свойства вещества.

В работах [1, 2] рассматриваются вопросы ограничения растекания локальных проливов горючих жидкостей и предотвращение развития пожара за счет снижения характеристик пламени на основе применения гранулированных материалов, вплоть до полного его затухания.

В качестве экранирующего материала для снижения испарения ЛВЖ, ГЖ предлагается использовать гранулированное пеностекло, которое представляет пористую среду. Данный материал обладает свойствами, которые, преимущественно, оказывают значительное влияние на гашение пламени при проливе горючих жидкостей. Так, например, низкая насыпная плотность, позволяет гранулированной подложке из пеностекла находиться неограниченное количество времени на поверхности пролива под действием архимедовой силы, образуя свободный «сухой» слой над поверхностью жидкости, низкая теплопроводность препятствует увеличению зоны нагрева смежных областей вблизи пламени, пористость гранулированного слоя увеличивает сопротивление движению горючих паров жидкости и т.д.

Цель эксперимента – определить параметры горения н-гексана на пределе гашения пламени при высоте «сухого» слоя гранулированной подложки из пеностекла (далее – ГПП), при которой значительно снижается пожарная опасность н-гексана.

Методика исследования и средства измерения

Метод исследования – гравиметрический с использованием видеокамеры Apple iPhone 11 с замедленной съемкой (24 к/с) и секундомером с шкалой деления (0,01 с). Для измерения массы использовались лабораторные весы GX-4000 с высоким классом точности по ГОСТ 24104-01 [3], дискретность отсчета 0,01 г. Стакан стеклянный 2400 ТС диаметром 150 мм и объемом 2400 мл. Гранулы из пеностекла «Термоизол» фракции 5-7 мм [4]. Жидкость н-гексан по ГОСТ 14198-78 [5]. Измерения проводились при температуре воздуха $20,0 \pm 0,2$ °С при относительной влажности воздуха 50 %, при атмосферном давлении 101 кПа.

В стеклянном стакане размещалась ГПП толщиной 13 см в центр емкости через трубку ПВХ ТВ40 диаметром 5 мм наливалась вода до всплытия ГПП на 5 мм от уровня дна емкости (нулевой отметки), затем поверх уровня воды наливался н-гексан объемом 70 мл (± 2 мл), при этом высота «сухого» слоя ГПП H_c составляла 70 мм (± 2 мм). При отсутствии продолжительного горения уровень «сухого» слоя изменялся в сторону уменьшения на 10 мм путем налива н-гексана объемом 175 мл (± 2 мл). Время испарения н-гексана составляло 60 секунд, после чего с помощью лучины производилось зажигание паров над поверхностью ГПП. Фиксировалась продолжительность сгорания паровоздушной смеси в открытом пространстве (вспышка), время последующего горения, а также изменение показаний лабораторных весов.

Обсуждение результатов эксперимента

1 серия, высота «сухого» слоя $H_c = 7$ см. Продолжительность сгорания паровоздушной смеси в открытом пространстве по результатам повторения до трех раз опыта составила 0,10 с. В двух опытах после вспышки последующего горения не наблюдалось, в одном опыте продолжительность горения после вспышки составила 3 секунды при максимальной высоте пламени 3 см.

2 серия, высота «сухого» слоя $H_c = 6$ см. Продолжительность сгорания паровоздушной смеси в открытом пространстве по результатам повторения до трех раз опыта составила 0,10-0,11 с. Во всех опытах после вспышки наблюдалось последующее горение. Высота пламени после вспышки была максимальной 4 см и снижалась по мере выгорания н-гексана до 0,5 см, продолжительность горения превысила 15 минут. Радиус зоны сгорания паровоздушной смеси после ее воспламенения превысил радиус емкости не более, чем на 10 %.

На рисунке 1. представлена серия кадров с видеосъемки горения н-гексана на пределе гашения пламени в емкости с ГПП $H_c = 6$ см в различные промежутки времени.

Показания весов на рис. 1 сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Показания весов и времени

Параметр горения	Вспышка			
	Вес, г	1813,95	1813,95	1813,83
Время, с	0,01	0,05	0,10	0,50
Параметр горения	Горение			
	Вес, г	1813,71	1813,54	1813,41
Время, с	60	120	180	900

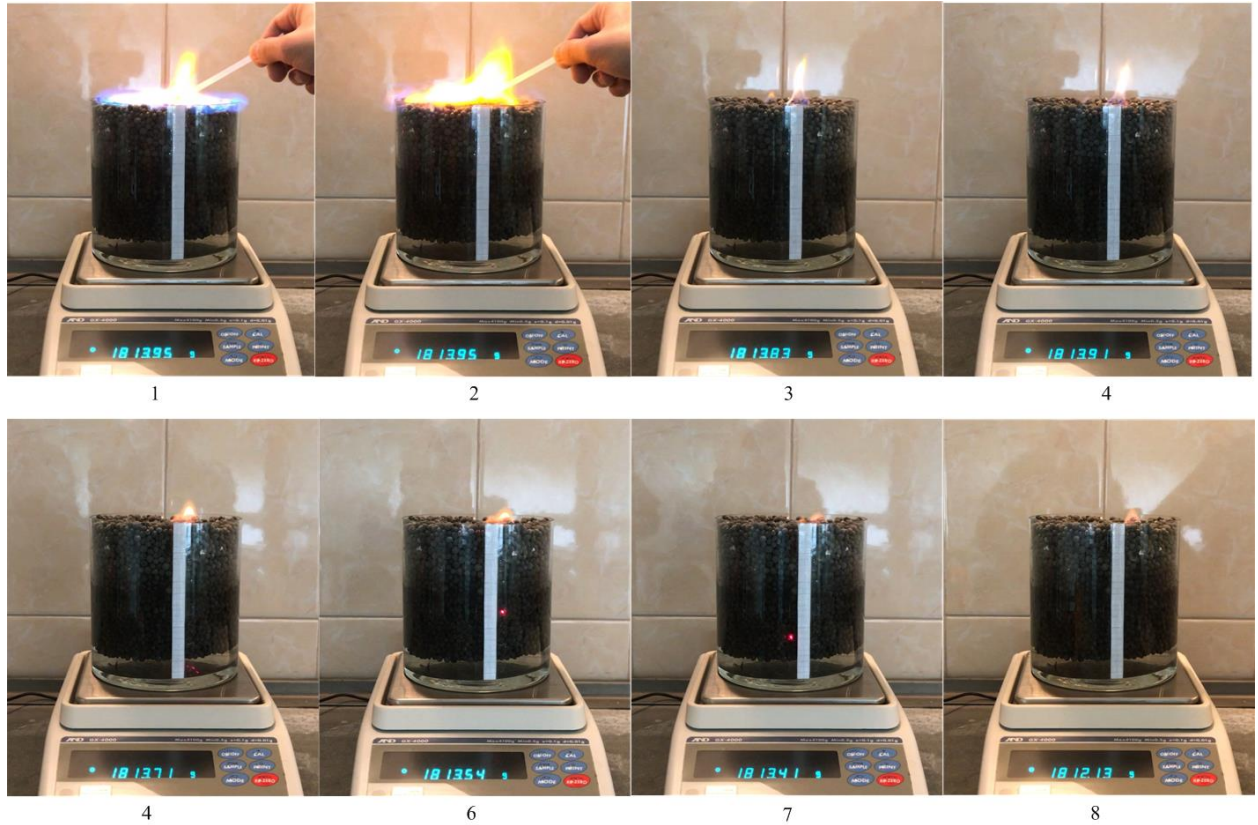


Рис. 1. Горение н-гексана на пределе гашения пламени в емкости с ГПП
верхний ряд 1-4 вспышка, нижний ряд – 5- 1 минута горения, 6 – 2 минута горения,
7 – 3 минута горения; 8 – 15 минута горения

В момент вспышки паров н-гексана на весах наблюдается резкое падение массы, а затем ее увеличение, что объяснимо падением давления над поверхностью жидкости. При последующем горении резкого изменения массы не происходит.

В работе [2] представлены результаты исследований параметров испарения ЛВЖ при экранировании ГПП с различной толщиной слоя. Для сравнения скорости горения и испарения н-гексана при высоте «сухого» слоя ГПП $H_c = 6$ см результаты экспериментов представлены на графике, рисунок 2.

При горении н-гексана через «сухой» слой ГПП 6 см наблюдается постепенное снижение массовой скорости горения, а при испарении происходит незначительное увеличение скорости испарения, связанное с постепенным смачиванием гранул над поверхностью жидкости. На начальном этапе скорость испарения н-гексана при высоте «сухого» слоя ГПП 6 см составляет $3,7 \cdot 10^{-4}$ г/с, а при высоте «сухого» слоя ГПП 7 см – $2,9 \cdot 10^{-4}$ г/с.

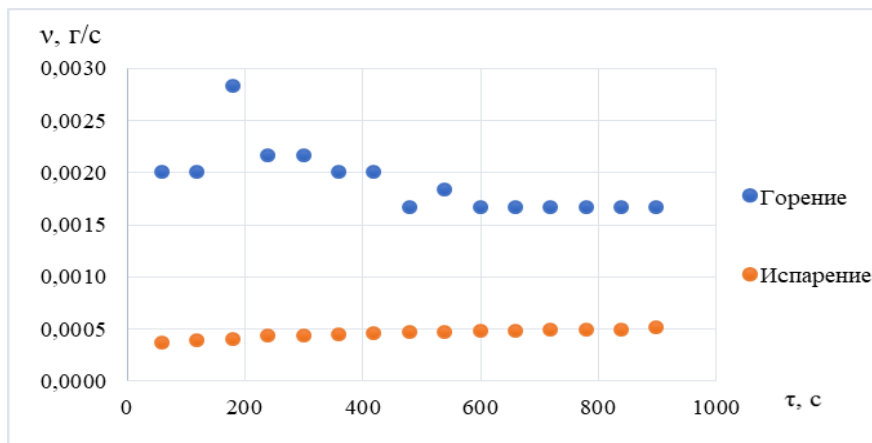


Рис. 2. Изменение скорости
Горения и испарения н-гексана
при высоте «сухого» слоя
ГПП 6 см

Результаты проведенного исследования позволяют сделать следующие выводы:

- увеличение высоты «сухого» слоя гранулированного пеностекла с 6 см до 7 см обеспечивает гашение пламени н-гексана;
- продолжительность сгорания смеси н-гексана с воздухом в открытом пространстве не превышала 0,11 с.
- резкое падение массы на весах в момент вспышки паровоздушной смеси объяснимо падением давления над поверхностью жидкости.
- при высоте «сухого» слоя ГПП 6 см массовый расход н-гексана в условиях горения выше в 3-4 раза, чем при испарении;
- площадь горения, значительно, снижается на пределе гашения пламени в емкости с пористой средой в виде ГПП (Hс=6 см).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ширяев Е.В. Оценка эффективности пламегашения пролива ЛВЖ в гранулированном слое подложки // «Современные проблемы гражданской защиты». Вып. 3. – 2019– С. 89-96.
2. Ширяев Е.В. Влияние гранулированного пеностекла «Термоизол» на параметры испарения и горения легковоспламеняющихся жидкостей // МНПК «Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения» - 2020, СпБУ ГПС МЧС России, 14 апреля 2020.
3. ГОСТ 24104-2001. Весы лабораторные. Общие технические требования.
4. ТУ 5914-001-15068529-2006 Универсальный пористый материал термоизоляционный УПМ «Термоизол».
5. ГОСТ 14198-78. Государственный стандарт. Циклогексан технический. Технические условия.

УДК: 699.814:620.1

*А. Г. Шмаков, О. П. Коробейничев, А. А. Чернов, Е. Ю. Полищук¹,
В. С. Хохолко¹, А. В. Кирилук¹, В. С. Шоя¹*

ФГБУН Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН
¹АО «ТехноНИКОЛЬ»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЯ ГОРЮЧЕСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Предложены принципиальные изменения в методику оценки горючести строительных материалов по ГОСТ 30244 (метод 2). Изменения предлагаются с учетом обеспечения одновременности выполнения условий выполнения требований системы единства измерений и возможностей лабораторий.

Ключевые слова: горючесть, пожарная опасность, материалы, исследование, единство измерений, стандартизация, фальсификация

A. G. Shmakov, O. P. Korobeinichev, A. A. Chernov, E. Yu. Polishchuk, V. S. Hoholko, A. V. Kirilyuk, V. S. Shoya

IMPROVEMENT OF METROLOGICAL SUPPORT OF THE CONFORMITY ASSESSMENT SYSTEM FOR DETERMINING THE COMBUSTIBILITY INDEX OF BUILDING MATERIALS

Fundamental changes to the methodology for assessing the combustibility of building materials according to GOST 30244 (method 2) are proposed. Changes are proposed to ensure that the conditions for meeting the requirements of the system of uniformity of measurements and the capabilities of laboratories are met simultaneously.

Key words: combustibility, fire hazard, products, investigation, uniformity of measurements, standardization, fabrication

Нормирование и стандартизация пожарной опасности строительных материалов является одной из важнейших функций системы пожарной безопасности. Нормативные ограничения, в зависимости от пожарно-технических характеристик, определяются главным образом в отношении материалов, образующих поверх-

ностные (отделочные) слои конструкций. Для материалов, используемых в объеме конструкций, как правило, они не имеют принципиального значения, тем не менее, их подтверждение требуется в обязательном порядке. В любом случае, независимо от области применения того или иного строительного материала, система стандартизации и нормирования должна обеспечивать однозначность и непротиворечивость предъявляемых к нему требований, что с одной стороны необходимо для потребителя, который должен иметь легитимный инструмент защиты своих прав, а с другой - для добросовестного производителя, который, в случае несовершенства системы контроля, несет значительные репутационные риски.

К одному из самых проблемных методов, в отношении стабильности получаемых результатов, в системе стандартизации в области пожарной безопасности в Российской Федерации, относится метод определения показателя горючести строительных материалов по ГОСТ 30244 (метод 2). В различных лабораториях для образцов одного и того же материала, отобранных из одной партии, могут быть подтверждены как группа горючести Г1, так и Г4, что зачастую приводит к возникновению конфликтных ситуаций, а также открывает возможности для фальсификации продукции недобросовестными производителями, а главное - снижает общую надежность системы обеспечения пожарной безопасности.

С помощью компьютерного моделирования и натурных испытаний, проведенных в Институте химической кинетики и горения СО РАН, установлено, что причинами сложившейся ситуации является то, что при проведении испытаний по ГОСТ 30244 (метод 2) при использовании в качестве источника горючего пропан-бутановой смеси из газовых баллонов невозможно получение стабильного температурного режима в испытательной установке.

В частности, при использовании нового баллона с такой газовой смесью, первоначально в горелку поступает обогащенная пропаном смесь, а по мере расходования доля пропана в этой смеси снижается и в конце идет практически чистый бутан. В результате от испытания к испытанию тепловая мощность такой горелки может возрастать более чем на 20%, с 0.64-0.66 до 0.83-0.85 кВт (таблица 1).

Таблица 1. Мощность горелки при использовании различных газов, кВт

Расход, л/мин	Пропан (C ₃ H ₈)	Смесь пропан/бутан 50/50	Бутан (C ₄ H ₁₀)
7	0.4	0.73	0.83
7.2	0.66	0.75	0.85

При мощности горелки более 0.73-0.75 кВт температурный режим в испытательной камере выходит за установленные стандартом пределы, что, в сочетании с высокой «хаотичностью» воздушных потоков в испытательной камере (рисунок 1), приводит к сильной неоднородности формируемых тепловых полей.

Учитывая, что основными критериями классификационного отнесения материала к определенной группе горючести являются температура дымовых газов и степень термического повреждения, любые отклонения от установленного температурного режима приводят к невозможности обеспечения метрологического единства и воспроизводимости получаемых в процессе испытаний результатов.

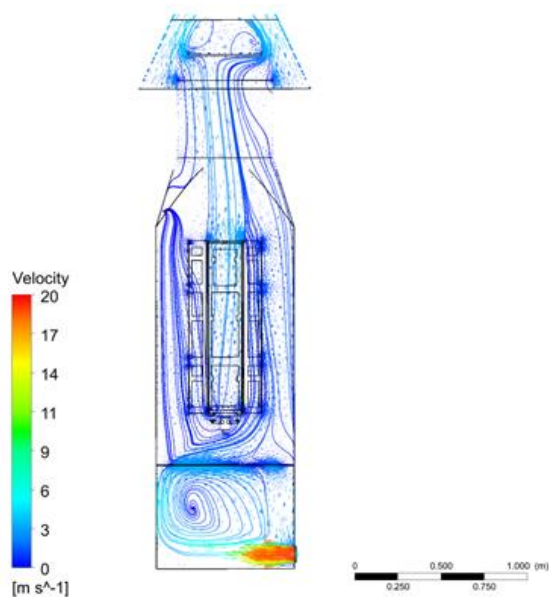


Рис. 1. Линии тока и поле скоростей воздуха в срединном сечении шахтной печи

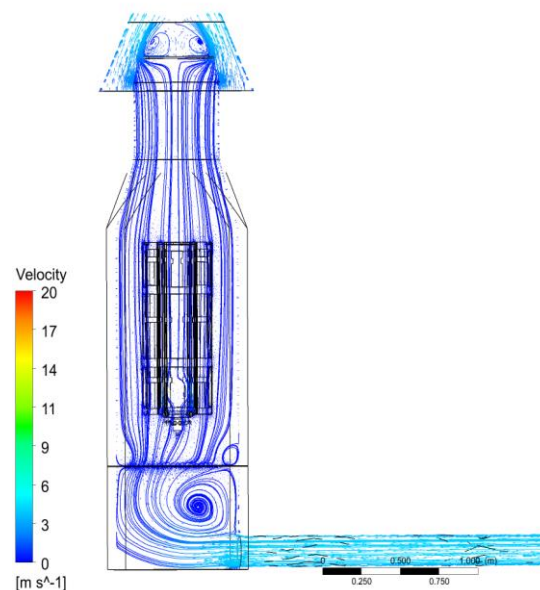


Рис. 2. Схема линий тока в модели с боковым вводом воздуха и трубой. Расход воздуха 6 м³/мин, расход метана 22 л/мин.

В немецком стандарте испытаний горючести строительных материалов DIN 4102, явившимся прототипом для отечественного стандарта, вопросы обеспечения стабильности воздушных потоков и температурных режимов достигаются использованием печи с испытательной камерой, имеющей высоту более чем в 2 раза превышающей размеры печи, предусмотренной требованиями межгосударственного стандарта ГОСТ 30244 и однокомпонентного топлива – метана.

Рассматривая вопрос совершенствования отечественной методики, очевидно, следует говорить о необходимости использования горючего с постоянным составом и теплотворной способностью, как это установлено в немецком стандарте. Оптимальным в этом плане является использование метана, причем данное изменение не повлечет за собой существенных изменений в существующей в нашей стране испытательной базе. Сложнее дела обстоят с обеспечением равномерности воздушных потоков в испытательной камере, в этом случае прямое приведение стандарта к требованиям DIN 4102 приведет к тому, что все, без исключения, испытательные лаборатории, работающие на территории России, окажутся не способными к проведению данного вида испытаний. Результаты проведенных исследований показали, что значительного улучшения картины распределения воздушных потоков удастся достичь при незначительной модификации системы подачи воздуха в камеру, заключающаяся в использовании круглого входного отверстия диаметром 180 мм, воздушного тракта от компрессора до входа в камеру длиной 2000 мм (рисунок 2) и одновременного снижения расхода воздуха с 10 до 6 м³/мин.

Внесение указанных выше изменений в ГОСТ 30244 позволит значительно повысить качество проводимых исследований и, в конечном счете, повысить ответственность испытательных лабораторий за выдачу сертификатов на материалы не отвечающие требованиям пожарной безопасности.

УДК 621.9

Т. В. Шмелева, Е. В. Зарубина¹

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

¹ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина*

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ СОЕДИНЕНИЙ В СИСТЕМЕ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА

Объектом исследования является труба со сварным соединением, внутри которой создается избыточное давление. Применяется экспериментальный, аналитический и численный методы исследования.

Ключевые слова: напряжения, прочность сварных соединений, аналитический и численный метод расчета, аварии, экспериментальная установка.

T. V. Shmeleva, E. V. Zarubina

INVESTIGATION OF THE RELIABILITY OF CONNECTIONS IN THE FIRE WATER SUPPLY SYSTEM

The object of research is a pipe with a welded connection, inside which an excess pressure is created. Experimental, analytical and numerical research methods are used.

Key words: stresses, strength of welded joints, analytical and numerical calculation method, accidents, experimental setup.

На пути трубопроводов, особенно большой протяженности, встречается много препятствий естественно и искусственного происхождения: водные преграды, транспортные магистрали, пересеченность местности (горная складчатость, холмы, овраги и т.д.), другие трубопроводы. Для их преодоления на трубопроводах делаются отводы, позволяющие повторять изгибы местности или возвышаться над препятствиями. Аварии, происходящие на трубопроводах, в этих местах имеют наиболее опасные последствия, так как в случае выброса или разлива транспортируемый продукт может покрыть собой большие площади, поразив их и вызвав вторичные последствия аварии (взрывы, пожары, нарушения экологии и др.).

Объектом исследования являлась сварная труба (рисунок 1), внутри которой создавалась избыточное давление. Исходные данные представлены в таблице 1.

Нами был проведен аналитический и численный метод расчета, который в последствии сравнивался с опытными данными, проводимыми на экспериментальной конструкции по методике, представленной в [1] и проведения эксперимента, представленного в [2]. Была создана модель сварной трубы в программном комплек-

се ANSYS (рисунок 2), программа для расчета на языке «Delfi», (рисунок 3) для определения зависимости прочности сварного соединения в трубопроводе от статических и усталостных напряжений.

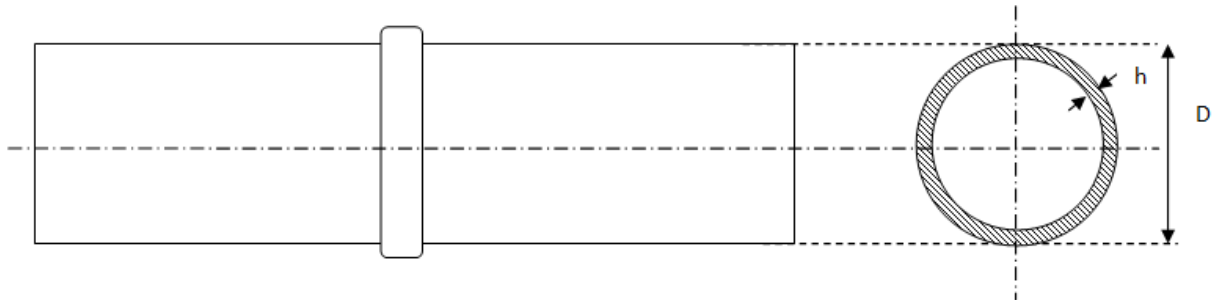


Рис. 1. Расчетная схема

Таблица 1. Исходные данные

Внешний диаметр трубы, D, мм	Толщина стенки трубы, h, мм	Материал трубы	Прикладываемая нагрузка, МПа
76	4	Сталь 20	1

Таблица 2. Характеристики материала

Материал	Модуль Юнга, E, МПа	Коэффициент Пуассона, ν
Сталь 20	$2 \cdot 10^5$	0,3

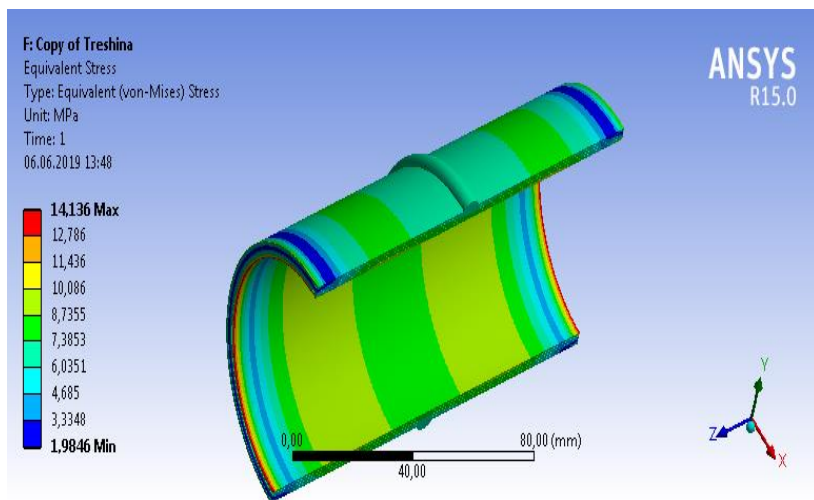


Рис. 2. Напряжения в трубе

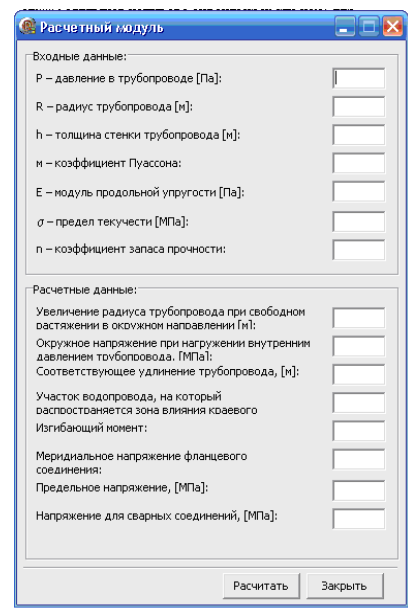


Рис. 3. Расчетный модуль программы

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородавкин П.П., Синюков А.М. Прочность магистральных трубопроводов. – М.: Недра, 1984. 245 с.
2. Е. В. Полякова, А.М. Полякова, В. А. Комельков, А. Г. Наумов, Д.С. Репин. Разработка экспериментальной установки и исследование напряженного деформированного состояния противопожарного водопрово-

да. Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции – Пожарная и аварийная безопасность. Иваново 2014, 48-53 сс.

З. Е. В. Полякова, В. А. Комельков, А.М. Полякова, С.Ю. Сайбель, М. А. Колбашов. Разработка компьютерной модели для исследования гидродинамических напряжений деформированных состояний в противопожарном трубопроводе. Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции – Пожарная и аварийная безопасность. Иваново 2014, 63-65 сс.

УДК 614.84

А. М. Шогенов, Н. А. Таратанов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВЛИЯНИЕ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА ЦЕМЕНТНЫЕ БЛОКИ

В данной статье проведено исследование влияния высоких температур на цементные блоки в целях судебной пожарно-технической экспертизы.

Ключевые слова: цементные блоки, пожарно-техническая экспертиза, высокие температуры.

А. М. Shogenov, N. A. Taratanov

EFFECT OF HIGH TEMPERATURES ON CEMENT BLOCKS

This article examines the effect of high temperatures on cement blocks for the purpose of forensic fire and technical expertise.

Key words: cement blocks, fire-technical expertise, high temperatures.

Реализация функции пожарной безопасности осуществляется через создание системы обеспечения пожарной безопасности - совокупности сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на борьбу с пожарами. Осуществление государственного пожарного надзора является одной из основных функций системы обеспечения пожарной безопасности. Данная функция неразрывно связана с проблемами установления обстоятельств пожаров.

Расследование же происшествий связанных с пожарами невозможно без применения специальных познаний и техники. Спектр применяемых методик и объектов исследований в целях пожарно-технической экспертизы расширяется с каждым годом, что позволяет говорить о развивающейся положительной тенденции в пожарной криминалистике. Однако, существует необходимость более глубокого исследования отдельных методик с целью максимально эффективного их применения на практике для установления обстоятельств пожара.

Целью работы является исследование влияния высоких температур на цементные блоки в целях судебной пожарно-технической экспертизы.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Проанализировать факторы, характеризующие состояние системы обеспечения пожарной безопасности в Кабардино-Балкарской Республике;
2. Осуществить исследование процесса образования дефектов в стеновых блочных конструкциях при нагреве в условиях пожара;
3. Разработать схему и методику проведения эксперимента для исследования стенового блока после термического воздействия в различных температурно-временных режимах;
4. Оценить эффективность применения данного метода в целях СПТЭ;
5. Обобщить полученные результаты.

Актуальность исследования обусловлена тем, что при пожарах в современных зданиях, основу которых составляют искусственные каменные материалы, имеется возможность получать информацию о пожаре, исследуя эти материалы. Так в последнее время все большую популярность в строительстве приобретают стеновые бетонные блоки, которые используются в малоэтажном домостроении, также при возведении хозяйственных построек и гаражей, а, как известно «львиная» доля пожаров в России происходит именно в жилье.

Установить причину пожара необходимо, как минимум по двум причинам: первое, найти виновного и наказать и, второе, определить причину, провести профилактические мероприятия, чтобы не допускать подобных причин.

Поэтому актуальным и практически значимым является установление возможности использования метода ультразвуковой дефектоскопии для определения очаговых признаков на объектах из цементных блоков.

На сегодняшний день, основными инструментальными методами исследования указанных материалов являются:

- ультразвуковая дефектоскопия (УЗД) – является полевым методом,
- инфракрасная спектроскопия (ИКС) – является лабораторным методом,
- термический анализ – является лабораторным методом,
- рентгеноструктурный анализ (РСА) – является лабораторным методом.

В своей работе хотелось бы подробнее рассмотреть преимущества ультразвуковой дефектоскопии на примере ультразвукового дефектоскопа УТ-01.

Ультразвуковой дефектоскоп УТ-01 предназначен для определения относительной степени термического поражения изделий из бетона и железобетона с целью выявления «скрытых» очаговых признаков пожара на основе измерения времени распространения ультразвука (УЗ) на установленной базе прозвучивания.

В рамках дипломной работы были проведены эксперименты по измерению времени распространения ультразвуковой волны в поверхностном слое цементного блока.

Для исследования были выбраны 22 образца стенового песчано-цементного блока, размерами 188×190×390 мм. Затем была подобрана печь муфельного типа ПМ-14, которая использовалась для проведения термообработки образцов бетона.

Начало были сделаны измерения значений скорости прохождения ультразвукового колебания в поверхностном слое цементного блока до термообработки. Измерение проводили в разных точках изделия, поворотом зондов на угол в 45°, при этом сохраняя одинаковое расстояние между передатчиком и приёмником (база). Результаты замеров времени распространения УЗ-колебаний через образцы цементного блока представлены на данном слайде.

Далее были проведены эксперименты по нагреву образцов в условиях различных температур (от 400 до 900°C) на протяжении различных периодов времени (1 и 2 часа).

Проанализировав результаты, полученные при ультразвуковых исследованиях, пришли к выводу, что чем больше степень прогрева стенового блока, тем меньше время прохождения через него ультразвуковых колебаний, это объясняется происходящими внутри структуры блока изменениями, связанными с уменьшением плотности. Эта зависимость графически представлена на рисунке.

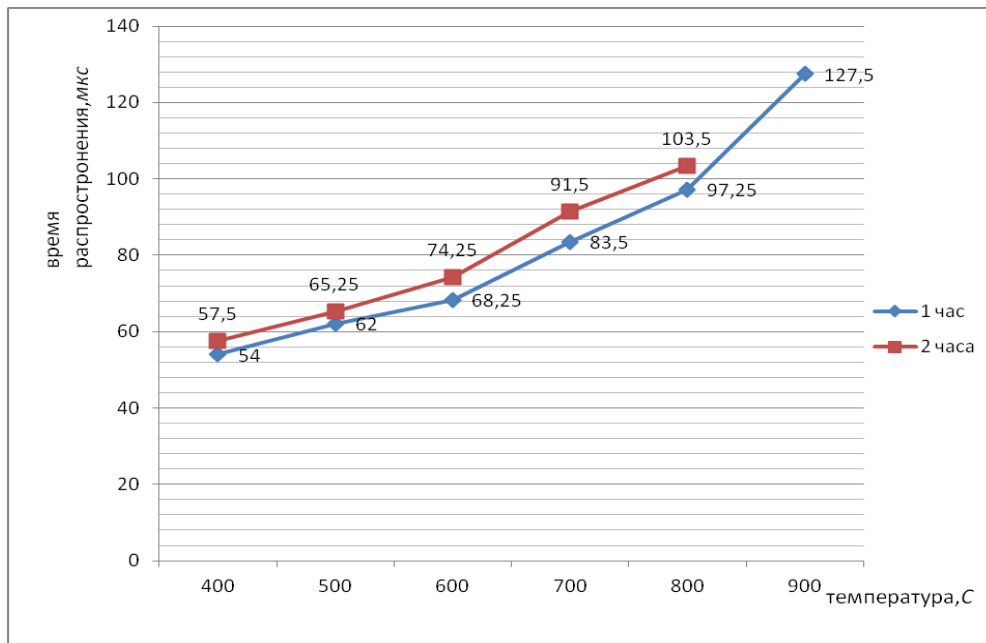


Рисунок. Время распространения УЗ-волны в зависимости от температуры нагрева

По результатам проведенных исследований были сформулированы рекомендации для проведения исследования, к ним относятся:

1) Ультразвуковые измерения следует проводить с использованием конических преобразователей. Приспособление для поверхностного прозвучивания следует устанавливать на контролируемый участок таким образом, чтобы визуально регистрируемые невооруженным глазом дефекты располагались параллельно траек-

тории распространения УЗ-колебания, и прижимать с усилием 3-4 кг. При этом выдерживать одинаковое усилие при проведении измерений в пределах зоны исследования.

2) Считывание результатов измерения времени прохождений УЗ-импульса через исследуемый объект необходимо производить при неподвижных преобразователях после работы прибора в таком состоянии не менее 10 секунд. Измерение проводить в разных точках изделия, при этом сохранять одинаковое расстояние между излучателем и приёмником.

3) В качестве проверки показаний, полученных с помощью применения прибора УТ-01 «Ультратерм» рекомендуется использовать молоток Кошкарова предназначенный для определения прочности бетона методом ударного воздействия.

В заключении хотелось отметить, что разработка и усовершенствование методик обнаружения очаговых зон на месте пожара является одной из наиболее приоритетных задач пожарно-технической экспертизы.

Выполненная работа проводилась в рамках исследований возможности обнаружения дефектов в искусственных каменных материалах, подвергшихся термическому воздействию, что в дальнейшем может способствовать обнаружению очаговых зон на месте пожара. Эксперименты, проводимые в рамках ВКР, являются вкладом в решение комплексной задачи создания методики по поиску очаговых зон на объектах различной природы, на месте пожара.

Расширение наших знаний о типах, свойствах, современных приборах неразрушающего контроля, несомненно, послужат решению проблемы повышения качества работы экспертов при проведении пожарно-технических экспертиз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Расследование пожаров: Учебник / В.С. Артамонов, В.П. Белобратова, Ю.Н. Бельшина и др. Под ред. Г.Н. Кирилова, М.А. Галишева, С.А. Кондратьева. СПб.: СПб Университет ГПС МЧС России, 2007. 544 с.

СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ, ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И СРЕДСТВ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СПАСЕНИЯ ЛЮДЕЙ, СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

УДК 614.84

А. В. Алексеев, Н. А. Таратанов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПОЖАРА

В данной статье исследован процесс возникновения и развития пожара с применением компьютерного моделирования, на примере пожара в многоквартирном доме, расположенном в Ивановской области.

Ключевые слова: моделирование, реконструкция пожара, экспертиза, пожар.

A. V. Alekseev, N. A. Taratanov

COMPUTER SIMULATION OF THE PROCESS OF FIRE OCCURRENCE AND DEVELOPMENT

This article examines the process of fire occurrence and development using computer modeling, using the example of a fire in an apartment building located in the Ivanovo region.

Keywords: modeling, fire reconstruction, expertise, fire.

Пожарно-техническая экспертиза представляет собой комплекс мероприятий, несущий в себе огромный объем информации, который эксперту необходимо обработать, проанализировать и свести в единое целое, что бы за счет найденных вещественных доказательств и имеющегося специального знания и умения, дать обоснованное заключение, что и как произошло на определенном пожаре. Одной из первоочередной специализацией предъявляемых к эксперту, является «Реконструкция процесса возникновения и развития пожара». Данная специализация объединяет в себе весь тот комплекс задач и вопросов, ставящихся перед сотрудником при проведении пожарно-технической экспертизы [1-2].

Целью работы является совершенствование средств реконструкции возникновения и развития пожара в целях пожарно-технической экспертизы.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Проанализировать область применения математических моделей пожара для целей пожарно-технической экспертизы;
2. Осуществить анализ программных комплексов возможных для применения в реконструкции возникновения и развития пожара;
3. Проанализировать алгоритм построения модели объекта пожара в программном комплексе FireGuide;
4. Осуществить моделирование по реконструкции процесса возникновения и развития пожара;
5. Обобщить полученные результаты.

Актуальность работы обусловлена применением комплексного подхода, приводящего к подготовке качественного технического (экспертного) заключения по выработке версии возникновения пожара, так как на сегодняшний день пожары остаются общественно опасным явлением. В настоящий момент уровень развития общества сопровождается появлением новых потенциальных источников зажигания, что приводит к усложнению процесса установления причин возникновения пожаров.

Главной трудность использования программных комплексов заключается в проблеме сбора исходных данных и установления обстоятельств пожара, от которых зависят результаты расчёта или эксперимента, так количество данной информации, которое может составлять от 2 и более томов по делу о пожаре.

На сегодняшний день, в ряде случаев возникают сложности проведения экспериментов в рамках судебной пожарно-технической экспертизы (СПТЭ). Главная трудность заключается в трудности сбора исходных данных и установления обстоятельств пожара, от которых решительным образом зависят результаты расчета или эксперимента.

Поэтому в рамках ВКР было осуществлено комплексное исследование пожара в многоквартирном доме (Ивановской области), которое включает в себя проведение компьютерного моделирования процесса возникновения и развития пожара и сопоставление полученных данных с практическими поражениями.

Описание объекта

Первая входная дверь металлическая, обтянута изнутри искусственной кожей. Утеплитель – поролон. Вторая дверь деревянная с 4-я фанерными вставками. По периметру обита уплотнителем из искусственной кожи. Расстояние между дверьми – 100 мм. Прихожая 1200×4000×2500 мм. Отделка стен – бумажные обои. В нижней части - декоративный бордюр высотой 1000 мм из ДВП с каркасом из деревянных брусьев. Сверху на высоте 2400 мм – фальш потолок – декоративная плитка, листовой ДВП, каркас из деревянного бруса. Покрытие пола – ориентировано-стружечная плита толщиной 10мм. Напротив входа вдоль стены расположена встроенная ниша с обивкой из ДСП, каркасом из деревянных брусьев. Размер – 1500×400 мм. Справа от дверного проема находится двухрядная подставка для обуви 600×300×500 мм. Из прихожей справа, слева на расстоянии 2500 мм находятся дверные проемы на кухню и комнату. Дверные проемы оборудованы деревянными дверями размером 800×2000 мм. Двери открыты. Прямо из прихожей на расстоянии 4000 мм от входа располагается дверной проем в комнату. Дверной проем оборудован деревянной дверью размером 800×2000 мм. Дверь открыта.

Собственник утверждает, что очаг пожара располагался между входными дверями, а причиной пожара явился поджог. Однако при осмотре места происшествия следов ЛВЖ или ГЖ не обнаружено.

Для подтверждения, либо опровержения данного вывода проводится численный эксперимент по моделированию пожара при помощи программного комплекса FireDynamicsSimulator (FDS). Часть исходных данных взята из материала проверки, осмотра места пожара, а также с помощью сравнительного метода.

Описание сценария

Пожар начинается с горения двухрядной подставки для обуви. Материал ДСП. Горение возникает с одного из краев прямоугольной площадки, следовательно, время развития (достижения максимальной площади горения по поверхности) согласно моделирования составит 15 с.

Затем загорается фальшпотолок на уровне 2400 мм от пола. Материал: декоративная плитка, листовой ДВП, каркас из деревянного бруса. Горение возникает с одного из краев прямоугольной площадки, следовательно, время развития (достижения максимальной площади горения по поверхности) составит 99 с.

Так же были установлены 4 датчика температуры. Датчики температуры установлены на расстоянии 0,01 м от утеплителя наружной двери и 0,05 м от стены на высоте 0,5 м, 1 м, 1,5 м, 1,9 м (рис. 1).

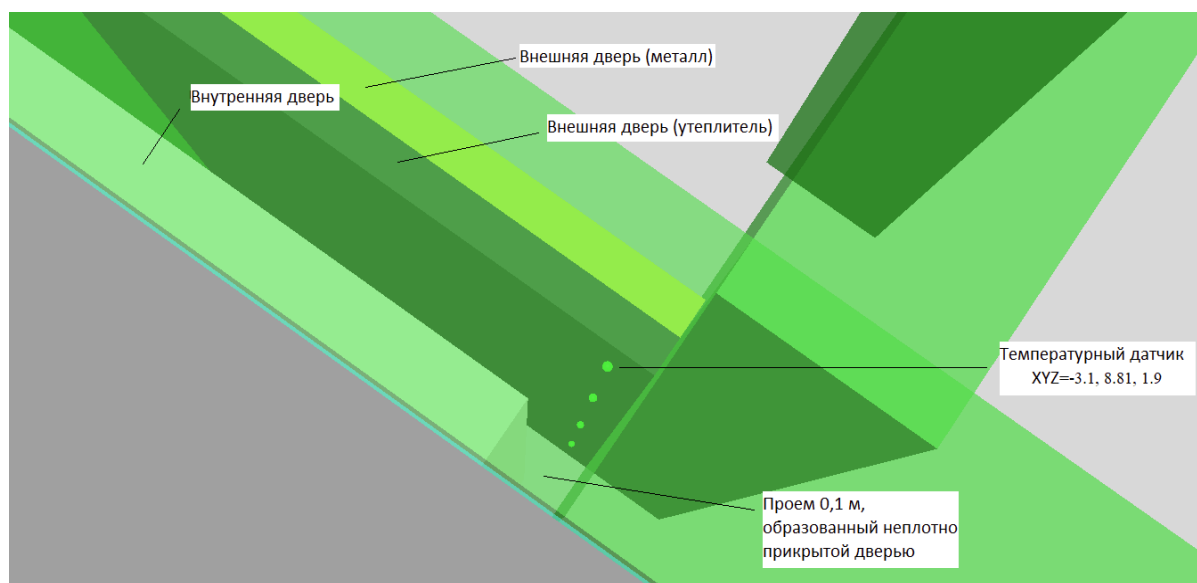


Рис. 1. Схема расположения температурных датчиков

Результаты численного эксперимента принимаются не как абсолютными, а относительными значениями, зависящие от заданных параметров. Согласно полученным значениям, наибольшая температура в верхней части двери колебалась в пределах 400-600 °С (рис. 2). Также стоит отметить соответствие картины распределения температурных полей в прихожей при численном эксперименте физическим закономерностям теории развития горения.

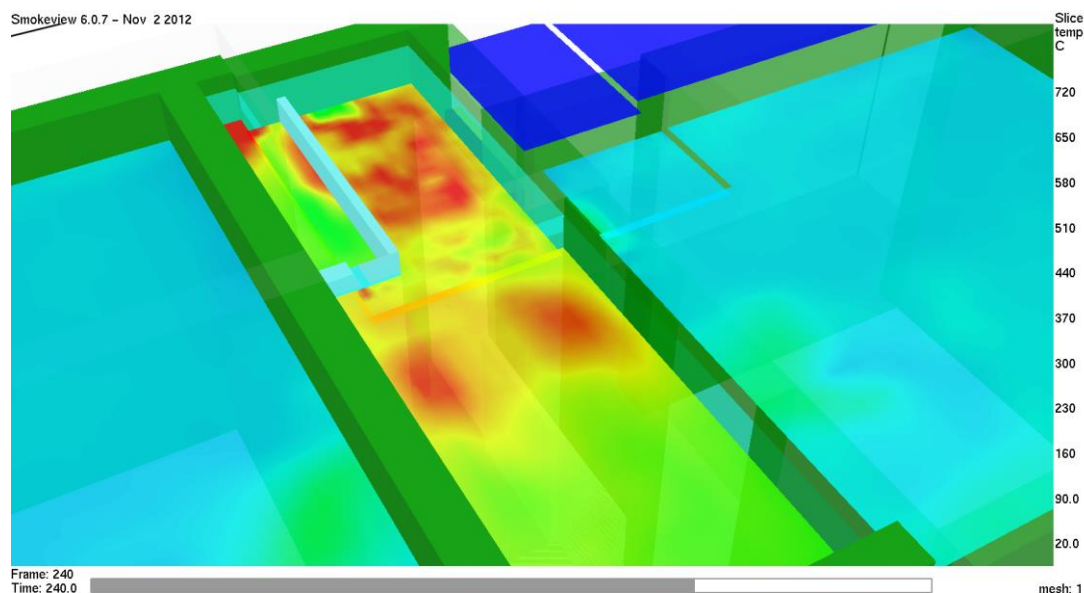


Рис. 2. Температурное поле у потолка на высоте 2,25 м (240 с)

Далее исходя из объективных данных необходимо оценить степень нагрева материалов в зоне горения, для этого был проведен натурный эксперимент. Ранее с места пожара участниками ОМП были отобраны образцы обшивки с поверхности металлической двери и изъяты с места пожара. Данные образцы были предоставлены на исследования.

Первоначально была определена температура самовоспламенения согласно ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения». Средняя температура самовоспламенения представленных образцов составила 340 °С.

Следовательно, можно сделать вывод, что могло произойти распространение конвективных тепловых потоков из прихожей через не плотности дверного прихлопа внутрь междверного пространства и образовать там характерные термические поражения. Подобный вывод также косвенно подтверждается численным экспериментом по моделированию пожара.

Таким образом, учитывая установленные признаки направленности распространения горения и признаки очага пожара, а также то, что качественная и количественная оценка термических поражений в квартире не противоречат друг другу, принимая во внимание обстоятельства обнаружения пожара и проведенную реконструкцию развития горения, делаем вывод о том, что первоначальное горение возникло в прихожей справа от входа в квартиру.

В результате выполнения выпускной квалификационной работы впервые был проведен экспертный анализ последствий пожара с применением численного и натурального эксперимента.

Проведенный анализа фактов использования численного эксперимента в помещении для целей пожарно-технической экспертизы показал, что имеет место применение данного инструмента без унифицированного обоснования: при проведении исследований не уточняется область применения метода моделирования (модели), не производится оценка достоверности полученных результатов расчета динамики пожара.

В результате проведения моделирования при реконструкции процесса возникновения и развития пожара с помощью программного комплекса удалось детально воссоздать модель объекта пожара, с прописью горючей способности каждого построенного элемента впоследствии чего были проведены эксперименты. Благодаря проведенным экспериментам были определены пути распространения опасных факторов пожара на разных его стадиях. Полученные результаты позволили утверждать, что компьютерная реконструкция пожара в совокупности с практическим экспериментом позволяет получить достаточно достоверную картину происшествия, что повышает эффективность расследования в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зернов С.И.* Задачи пожарно-технической экспертизы методы их решения: учеб. пособие. М.: ЭКЦ МВД РФ, 2001. 200 с
2. Дознание и экспертиза пожаров. Справочное пособие. ИПЛ УПО УВД Волгоградского облисполкома, 1986.
3. *Овсянников М.Ю., Мурзин Р.А.* Прогнозирование опасных факторов пожара: лабораторный практикум: учеб. пособие. Иваново: ИВИ ГПС МЧС России 2010. 151 с.

УДК 614.8.067

В. А. Алехин, С. Н. Ульява

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ФОРМЫ И МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ПО ХРАНЕНИЮ НЕФТЕПРОДУКТОВ ОТ РАЗРЯДОВ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Рассматриваются формы и методы защиты нефтебазы от разрядов статического электричества, учитываемая особенность совокупности методов и форм осуществления деятельности у различных субъектов обеспечения пожарной безопасности

Ключевые слова: обеспечение пожарной безопасности, форма, метод, целенаправленная деятельность, статическое электричество, нефтебаза

V. A. Alyokhin, S. N. Uleva

FORMS AND METHODS OF PROTECTION OF OIL STORAGE FACILITIES FROM STATIC ELECTRICITY DISCHARGES

The forms and methods of protecting an oil depot from static electricity discharges are considered, taking into account the peculiarity of the combination of methods and forms of activity for various subjects of fire safety, which consists in the fact that this combination is not the same

Key words: fire safety, form, method, purposeful activity, static electricity. storage depot

Обеспечение пожарной безопасности является целенаправленной деятельностью субъектов, целью которой является создание и поддержание необходимого уровня противопожарного состояния объектов пожарной безопасности. Данная деятельность выражается в определенных формах и реализуется различными методами. Именно методы и формы показывают, как достигаются цели, функции, задачи, которые стоят перед системой обеспечения пожарной безопасности любого объекта в целом и объектов по хранению нефтепродуктов в частности [2].

Нефть и нефтепродукты перерабатываемые в нефтяной, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности обеспечивают продукцией многие отрасли России. Их пожароопасные свойства создают особую сложность при возникновении аварий, пожаров на предприятиях, что приводит к частичной остановке технологического производства и останавливает не одно, а несколько предприятий. Их простой, прямые убытки от данных пожаров увеличивает косвенный ущерб, наносимый государству. Поэтому все технологические операции по переработке, перевозке, перекачке, хранению и использованию нефтепродуктов требуют особого соблюдения соответствующих норм и правил в области обеспечения пожарной безопасности.

Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов относятся к промышленным сооружениям повышенной пожарной опасности, поэтому существующая система требований пожаровзрывобезопасности должна постоянно совершенствоваться.

Развитие экономики и получение больших процентов прибыли на предприятиях требует широкого внедрения достижений электротехнической науки. Использование электроэнергии на промышленных предприятиях является незаменимым фактором.

В настоящее время практически нет другого вида энергии, способного конкурировать с электрической энергией по доступности, использованию, преобразованию в другие виды энергии и передачи на огромные расстояния без значительных потерь.

Следует помнить, что использование электрической энергии связано с пожаровзрывоопасностью, опасностью взрыва при эксплуатации электроустановок во взрывоопасных производствах. Обеспечение взрывобезопасности электроустановок регламентируется нормативными документами, соблюдение которых является обязательным на всех этапах проектирования, монтажа и эксплуатации [1,2, 3,4,5,6].

Предотвратить воздействие на людей опасных факторов при пожарах - главная задача обеспечения пожарной безопасности на любом объекте. Уровень этой безопасности не должен зависеть от субъективных факторов, а должен быть четко регламентирован нормами.

Ряд производственных процессов в различных отраслях промышленности сопровождаются явлением статической электризации, т.е. возникновением и разделением положительных и отрицательных электрических зарядов. Иногда эти заряды быстро стекают в землю, рассеиваются или нейтрализуются. В других случаях они накапливаются и создают поле с высокой напряжённостью, обуславливающие электрические разряды (пробой воздуха или среды).

В производствах, связанных с применением ЛВЖ и ГЖ искровые разряды статического электричества могут вызвать взрыв или пожар.

Возникновение статического электричества - это сложный процесс, зависящий от множества факторов. Однако общим элементом является образование двойного электрического слоя, который во всех случаях служит непосредственным источником возникновения статических зарядов.

Статическое электричество может вызвать воспламенение взрывоопасной смеси только при совокупности следующих условий:

- существование источника статических зарядов;
- накопление значительных статических зарядов;
- достаточной разности потенциалов для электрического пробоя среды;
- наличие достаточно запасенной электрической энергии;
- возможность возникновения электрических зарядов.

Отсутствие хотя бы одного из указанных условий исключает возникновение взрыва или пожара от статического электричества.

Условие безопасности от разрядов статического электричества может быть представлено в виде уравнения:

$$W_{\text{искр}} \leq 0,4W_{\text{мин}},$$

где: $W_{\text{искр}}$ - энергия разряда статического электричества, зависящая от свойств материала, технологического процесса и т.д.;

$W_{\text{мин}}$ - минимальная энергия зажигания горючей смеси.

Поэтому в производственных условиях стремятся уменьшить энергию электростатических разрядов до безопасной величины.

Согласно действующим правилам [5], защита от разрядов статического электричества должна осуществляться во взрыво- и пожароопасных производствах с наличием зон классов 0, 1, 2, в которых применяются и вырабатываются вещества с удельным объёмным электрическим сопротивлением превышающим 10^5 Ом*м.

Исходя из того, что в технологическом процессе нефтебазы обращаются вещества, являющиеся диэлектриками с удельным объёмным электрическим сопротивлением, значительно превышающим 10^5 Ом*м, а также присутствуют зоны классов 2 и 2н, то следовательно, на данном объекте необходимы меры защиты от статического электричества [5; 6].

Основным способом устранения опасности от статического электричества на нефтебазе является заземление оборудования, трубопроводов и резервуаров.

Трубопроводы насосной, эстакады и резервуарного парка представляют собой на всём протяжении непрерывную электрическую цепь и присоединены к заземляющим устройствам. Все аппараты заземлены не менее, чем в двух местах. Контур заземления принят общий, как от статической электризации, так и от разрядов молнии, поэтому сопротивление растеканию тока не превышает 10 Ом.

Существующие решения по защите от статической электризации технологических узлов нефтебазы надёжны и соответствуют требуемым правилам [5]. Поэтому существующий вариант способов защиты от статического электричества можно считать достаточным.

Вместе с тем, при выполнении операций налива нефтепродуктов в автоцистерны отсутствует контроль за заземлением автоцистерн, надёжность применяемых заземляющих устройств не исключает искрообразования в пределах взрывоопасных зон автоналивной эстакады.

В этой связи рекомендуется применять сертифицированные заземляющие устройства взрывозащищенного исполнения, способные осуществлять не только нейтрализацию накапливаемых зарядов статического электричества путем заземления автоцистерн, но и обеспечивало бы возможность контроля за надежностью заземления и блокировку включения насоса при отсутствии заземления.

Этим требованиям удовлетворяют разработанные и серийно выпускаемые фирмой «АЛВИК-Энергия» взрывозащищенные устройства заземления автоцистерн для нефтебаз, наливных пунктов типов УЗА-2МК, УЗА-2МК-04 и УЗА-2МК-06 (см. рис. 1).

Устройства заземления автоцистерн (УЗА) предназначены для заземления автоцистерн с целью отвода статического электричества при сливе-наливе нефтепродуктов и других ЛВЖ. УЗА имеет виды взрывозащиты «специальный» и «искробезопасная электрическая цепь», маркировку по взрывозащите 1 ExsibIIC6 и может устанавливаться во взрывоопасных зонах класса 2 и наружных установках согласно гл. 7.3 ПУЭ [5], «Правил защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности» и другим нормативным документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.

УЗА предназначено для эксплуатации в умеренном климате (при температуре окружающей среды от -30°C до +40°C и относительной влажности воздуха при температуре 25°C не выше 98%).



Рис. 1. Образец УЗА-2МК для автоналивной эстакады

Таким образом, одним из методов защиты объектов по хранению нефтепродуктов от разрядов статического электричества является применение устройств заземления УЗА автоцистерн.

Системы пожарной безопасности должны характеризоваться экономическими критериями эффективности, с учетом всех стадий (научная разработка, проектирование, строительство, эксплуатация) жизненного цикла объектов.

Эффективность затрат на обеспечение пожарной безопасности объектов является обязательным условием при технико-экономическом обосновании мероприятий и решений, направленных на повышение пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Законы. О промышленной безопасности опасных производственных объектов № 116: федер. закон: [принят Гос. Думой 20 июня 1997 г.] - М.: Омега-Л, 2018. - ISBN: 978-5-370-03005-5.
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федеральный закон от 22.07.2008 года № 123-ФЗ: принят Гос. Думой 04.07.2008 года: одобр. Советом Федерации 11.07.2008 года. (в ред. Федерального закона от 10.07.2012 N 117-ФЗ).

3. Технический регламент о безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах (Постановление правительства РФ от 24 февраля 2010 года, №86). Технический регламент ЕврАзЭС «Безопасность оборудования, предназначенного для работы во взрывоопасных средах» (ТР 200_/00_/ЕврАзЭС).

4. СП 155.13130.2014 «Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности».

5. ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание 7

6. ГОСТ 52-274-2004. Электростатическая искробезопасность. Общие технические требования и методы испытаний.

УДК 614.849.1

А. А. Балыклов

ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет

ТЕХНОЛОГИИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В статье рассмотрена технология тушения пожаров с использованием беспилотных летательных аппаратов. Комплексное применение БПЛА совместно с огнетушителей в виде шара значительно упростит тушение возгорания на ранних стадиях.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, шар, огнетушитель, пожар, возгорание, порошковый огнетушитель, комплексное применение, БПЛА.

A. A. Balyklov

FIRE EXTINGUISHING TECHNOLOGIES USING UNMANNED AIRCRAFT

The article discusses the technology of extinguishing fires using unmanned aerial vehicles. The integrated use of UAVs together with fire extinguishers in the form of a ball will greatly simplify extinguishing a fire in the early stages.

Key words: unmanned aerial vehicle, ball, fire extinguisher, fire, ignition, powder fire extinguisher, complex application, BPLA.

Крупные аварии на опасных производственных объектах являются одними из наиболее опасных технологических катастроф, которые могут привести к массовому отравлению и гибели людей и животных, а также к значительному экономическому ущербу и тяжелым экологическим последствиям. Причины аварий, в основном, связаны с нарушениями установленных норм и правил при проектировании, строительстве и реконструкции производственных объектов, нарушением технологии производства, правил эксплуатации оборудования, машин и механизмов, аппаратов, низкой трудовой и технологической дисциплины производственного процесса.

Технологии тушения пожаров основаны на оценке возможных вариантов возникновения и развития пожара. Пожары характеризуются сложными процессами развития, как правило, носят затяжной характер и требуют привлечения большого количества сил и средств подразделений пожарной охраны, запаса огнетушащих веществ для их ликвидации [2].

Основная цель и задача исследования в данной статье является анализ технологии тушения пожара с использованием беспилотных летательных аппаратов. В настоящее время применение БПЛА – одно из эффективных решений проблемы с нехваткой людских ресурсов, а также с отслеживанием территорий в труднодоступных для человека местах. Возможности так называемых дронов во многом зависят от параметров высота полета, дальность полета. На сегодняшний день предел составляет 15 км, а в перспективе и до 30 км. Отслеживая территории большой площади, БПЛА могут взять на себя функцию слежения, и выполнять свои действия в режиме реального времени и в рамках заданных координат [3, 10].

Применение БПЛА позволяет дистанционно, без участия человека и без подвергания его опасности, проводить мониторинг ситуации на достаточно больших территориях в труднодоступных районах при относительно низкой стоимости [1, 2].

Во время полета, как правило, управление беспилотным летательным аппаратом автоматически осуществляется посредством бортового комплекса навигации и управления, а также путем управления БПЛА специально обученным диспетчером.

Важными задачами мониторинга территорий с помощью БПЛА является оценка состояния площадей, которые заданы координатами, выявление возможного возникновения пожара, передача на пункт управления фото и видеосъемки с обстановкой в реальном времени, а также оценка последствий действия пожаров.

Успешная ликвидация возгорания и минимизация ущерба от него немало зависит от времени, которое отсчитывается от появления очага пожара до начала тушения. Потеря времени с тушением пожара в местах, где производятся и хранятся горючие и взрывчатые опасные вещества может иметь неизбежные последствия. Крайне желательно начинать тушение сразу же после возникновения возгорания [4, 7].

Основные способы тушения возгорания это охлаждение горящих веществ путем подачи тепломкких огнетушащих веществ, разбавление концентрации горючих паров, газов путем введения в зону горения инертных газов, а также сброс огнетушащего порошка в очаг возгорания [5, 11].

В настоящее время более популярным вариантом тушения пожара с помощью БПЛА является сбрасывание в открытое пламя шар безопасности, новый самосрабатывающий порошковый огнетушитель. Принцип действия заключается в том, что при попадании в открытое пламя он активируется следующим образом: при разрушении плёночного покрытия от воздействия пламени огнестойкий шнур воспламеняется и передаёт импульс пиротехническому заряду, подрыв которого обеспечивает выброс огнетушащего порошка равномерно во всех направлениях. Низкая плотность материала корпуса полностью исключает образование при подрыве травмоопасных осколков. Огнетушитель по уровню громкости не превышает 127 децибел, что значит, является безопасным для слуха окружающих, но в то же время это эффективная акустическая сигнализация начала пожара [3, 9, 12].

Огнетушитель самостоятельно активируется в течение 60 секунд после сбрасывания его в очаг возгорания. Шар работает при критических температурах от -40°C , до $+90^{\circ}\text{C}$, что расширяет диапазон его применения. Устройство безопасно и не активируется самостоятельно при падении – для его срабатывания нужны высокие температуры. Его используют для тушения пожаров классов А, В, Е.

Новый огнетушитель не требует технического обслуживания, срок службы составляет 10 лет. Вес его составляет до двух килограмм, что позволяет спокойно транспортировать из точки А в точку Б с помощью беспилотного летательного аппарата [6, 8].

Таким образом, анализ рассмотренного в данной статье способа тушения возгорания с помощью беспилотного летательного аппарата и комплексного применения огнетушителя в виде шара выявил, что с большей вероятностью такие аппараты смогут потушить пожар, но при одном условии, что возгорание на ранних стадиях его развития. На данный момент огнетушитель в виде шара имеет не столь большой радиус своего действия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Sharafutdinov, A.A.* Development of a method for calculating fire and oil spills parameters/ A.A. Sharafutdinov, F.S. Khafizov, I.F. Khafizov, A.V. Krasnov, A.V. Akhmethafizov, V.I. Zakirova, A.N. Khafizova// AIP Conference Proceedings. 28. Сер. «28th Russian Conference on Mathematical Modelling in Natural Sciences». 2020. С. 070004.
2. *Sharafutdinov, A.A.* Structural and intelligent scheme of navigation system of a ground-based mobile robot for forming a traffic route/ A.A. Sharafutdinov, A.Y. Timasheva// 2020 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 860(1), 012019
3. *Khafizov, F.S.* Evaluation of the mobile simulator for fire protection training/ F.S. Khafizov, A.M. Gazizov, I.F. Khafizov, A.A. Sharafutdinov// CEUR Workshop Proceedings. Сер. «CSASE 2018 - Proceedings of the Annual Scientific International Conference on Computer Systems, Applications and Software Engineering». - 2018.
4. *Шарафутдинов, А.А.* Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного мониторинга окружающей среды / А.А. Шарафутдинов, С.А. Имамутдинов, А.Н. Мухаметьянова, А.Т. Табульдина, Т.А. Маннанов // Нефтегазовое дело. - 2018. - № 2. - С. 99-116.
5. *Устюжанина, А.Ю.* Прогнозирование чрезвычайных ситуаций на предприятиях нефтехимии с применением геоинформационных технологий / А.Ю. Устюжанина, А.А. Ганиева, А.А. Шарафутдинов// В сборнике: Современные технологии в нефтегазовом деле - 2016. Сборник трудов Международной научнотехнической конференции посвященной 60-летию филиала. - 2016. - С. 442-447.
6. *Хафизов, И.Ф.* Проектирование технических средств обучения для специалистов нефтегазового комплекса на основе оптимального множества тренингов / И.Ф. Хафизов, А.А. Кудрявцев, Д.И. Шевченко, А.А. Шарафутдинов// В сборнике: Современные технологии в нефтегазовом деле - 2016. Сборник трудов Международной научно-технической конференции посвященной 60-летию филиала. - 2016. - С. 366-369.

7. *Шарафутдинов, А.А.* Особенности применения информационно-ситуационных технологий в области обеспечения комплексной безопасности объектов / А.А. Шарафутдинов, Е.А. Пономарева, Е.С. Егорова // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. - 2016. - № 1-2 (5). - С. 194-196.

8. *Хафизов, И.Ф.* Применение геоинформационных технологий на предприятиях нефтехимии / И.Ф. Хафизов, А.А. Шарафутдинов, А.Ю. Устюжанина, А.М. Галимов // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. - 2016. - № 1-1 (7). - С. 76-80.

9. *Шарафутдинов, А.А.* Применение автоматизированной системы связи и оперативного управления подразделениями пожарной охраны государственной противопожарной службы при тушении крупных пожаров / А.А. Шарафутдинов, Ф.Ш. Хафизов, А.А. Кудрявцев, Р.Р. Каримов // Нефтегазовое дело. - 2015. - № 1. - С. 345.

10. *Шарафутдинов, А.А.* Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного мониторинга окружающей среды / А.А. Шарафутдинов // Нефтегазовое дело. - 2018. - № 2. - С. 99.

11. *Фукалов, Д.С.* Разработка и создание приложения по моделированию чрезвычайных ситуаций на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса для совместной подготовки оперативно-диспетчерского персонала / Д.С. Фукалов, А.Ю. Устюжанина, А.А. Галкина, К.Э. Писаренко, А.А. Шарафутдинов // Информационные технологии. Проблемы и решения: Материалы Международной научно-практической конференции. - 2017. - № 1 (4). - С. 56-61.

12. *Шарафутдинов, А.А.* Инновационные методы ликвидации аварий, связанных с открытыми выбросами с возгоранием, при разработке нефтяных месторождений / А.А. Шарафутдинов, С.А. Имамутдинов, И.А. Хайретдинов // В сборнике: Актуальные проблемы и современные технологии обеспечения пожарной, экологической и промышленной безопасности. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. - 2017. - С. 99-101.

УДК 614.841.45:004.414.22

Д. С. Баранова, А. Н. Песикин, В. И. Попов, М. В. Пуганов
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРАХ В ЗДАНИЯХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Представлен анализ разрабатываемых документа «План эвакуации людей при пожаре» на промышленных объектах. Приведены нормативные требования к разработке планов эвакуации.

Ключевые слова: пожар, эвакуация, план эвакуации, содержание плана эвакуации.

D. S. Baranova, A. N. Pesikin, V. I. Popov, M. V. Puganov

ENSURING THE SAFETY OF PEOPLE IN CASE OF FIRES IN INDUSTRIAL BUILDINGS.

The article presents an analysis of the developed document "fire evacuation plan" for industrial facilities. Regulatory requirements for the development of evacuation plans are given.

Key words: fire, evacuation, evacuation plan, contents of the evacuation plan.

В соответствии с нормативной документацией по промышленной и пожарной безопасности при эксплуатации промышленных предприятий должны предусматриваться мероприятия по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара или аварии. В Правилах противопожарного режима в Российской Федерации [1] установлены требования по разработке планов эвакуации людей при пожаре если в здании или сооружении одновременно могут находиться 50 и более человек и с постоянными рабочими местами на этаже для 10 и более человек (п. 5 [1]). В инструкции о мерах пожарной безопасности, разрабатываемой на объектах, согласно п. 393 [1] должно быть указано количество людей, которые могут одновременно находиться на объекте защиты и должны быть установлены ответственные за организацию спасения людей с использованием имеющихся сил и технических средств.

В соответствии с законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [2] установлено, что организация, эксплуатирующая опасный производственный объект обязана принимать меры по защите жизни и здоровья работников в случае аварии (ст. 9).

Общими правилами взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств [3] установлено, что планы мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий должны предусматриваться меры по выводу в безопасное место людей, не занятых непосредственно выполнением работ по ликвидации аварии.

В зданиях и сооружениях промышленных объектов количество рабочих мест значительно отличается в зависимости от назначения предприятия, от автоматизации технологических процессов и других факторов. Как правило большое количество рабочих мест в зданиях швейных предприятий, предприятий пищевой промышленности, предприятий текстильной промышленности.

Одним из важных направлений в обеспечении безопасности работников объектов при пожаре или аварии - подготовка действовать в условиях пожара или аварии, проведение тренировок по эвакуации. Безопасность людей при пожаре зависит и от качества разрабатываемых документов (планов эвакуации), эффективности и периодичности тренировок по эвакуации людей из здания. Одним из важных документов, способствующем безопасности – план эвакуации людей при пожаре.

На практике разрабатывают несколько видов планов эвакуации при пожаре:

- план эвакуации людей при пожаре;
- план эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре;
- индивидуальный план эвакуации при пожаре;
- план эвакуации животных при пожаре;
- план эвакуации материальных ценностей (автомобилей, самолетов, с/х техники и др.)

На промышленных объектах разрабатывают план эвакуации людей при пожаре, план эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре, план эвакуации материальных ценностей (автомобилей, самолетов и др.).

В нормативных документах дается определение понятию «План эвакуации при пожаре». Это определение приведено в межгосударственном стандарте ГОСТ 12.1.033-81* [4]: План эвакуации при пожаре – документ, в котором указаны эвакуационные пути и выходы, установлены правила поведения людей, а также порядок и последовательность действий обслуживающего персонала на объекте при возникновении пожара.

Отличное от ГОСТ 12.1.033-81* определение приводится в п. 3.11 ГОСТ 12.2.143-2009 [5]: план эвакуации: план (схема), в котором указаны пути эвакуации, эвакуационные и аварийные выходы, установлены правила поведения людей, порядок и последовательность действий в условиях чрезвычайной ситуации.

Требования к содержанию планов эвакуации приведены в ГОСТ Р 12.2.143-2009 [5], хотя указанный стандарт не имеет отношения к содержанию документа «План эвакуации людей при пожаре», тем более приведенный ГОСТ Р относит планы к знакам безопасности.

Государственным стандартом ГОСТ Р 12.2.143-2009 установлены следующие требования к планам эвакуации:

Планы эвакуации должны состоять из графической и текстовой частей. Графическая часть должна включать в себя этажную (секционную) планировку здания, сооружения, транспортного средства, объекта с указанием:

- а) путей эвакуации;
- б) эвакуационных выходов и (или) мест размещения спасательных средств;
- в) аварийных выходов, незадымляемых лестничных клеток, наружных открытых лестниц и т.п.;
- г) места размещения самого плана эвакуации в здании, сооружении, транспортном средстве, объекте;
- д) мест размещения спасательных средств, обозначаемых знаками безопасности и символами;
- е) мест размещения средств противопожарной защиты, обозначаемых знаками пожарной безопасности и символами.

Согласно приведенного определения в ГОСТ 12.1.033-81* План эвакуации должен включать графическую часть, на которой «указаны эвакуационные пути и выходы» и текстовую часть с указанием «правил поведения людей, а также порядок и последовательность действий обслуживающего персонала на объекте при возникновении пожара». В соответствии с определением независимо от количества эвакуирующихся должна быть разработана тестовая часть, или инструкция, иначе, без инструкции, документ не может относиться к «планам эвакуации при пожаре» по определению.

На промышленных объектах, как правило, планы эвакуации людей при пожаре разрабатывают по образцу, приведенному в национальном стандарте ГОСТ Р 12.2.143-2002 [6] (Образец плана представлен на рис. 1).

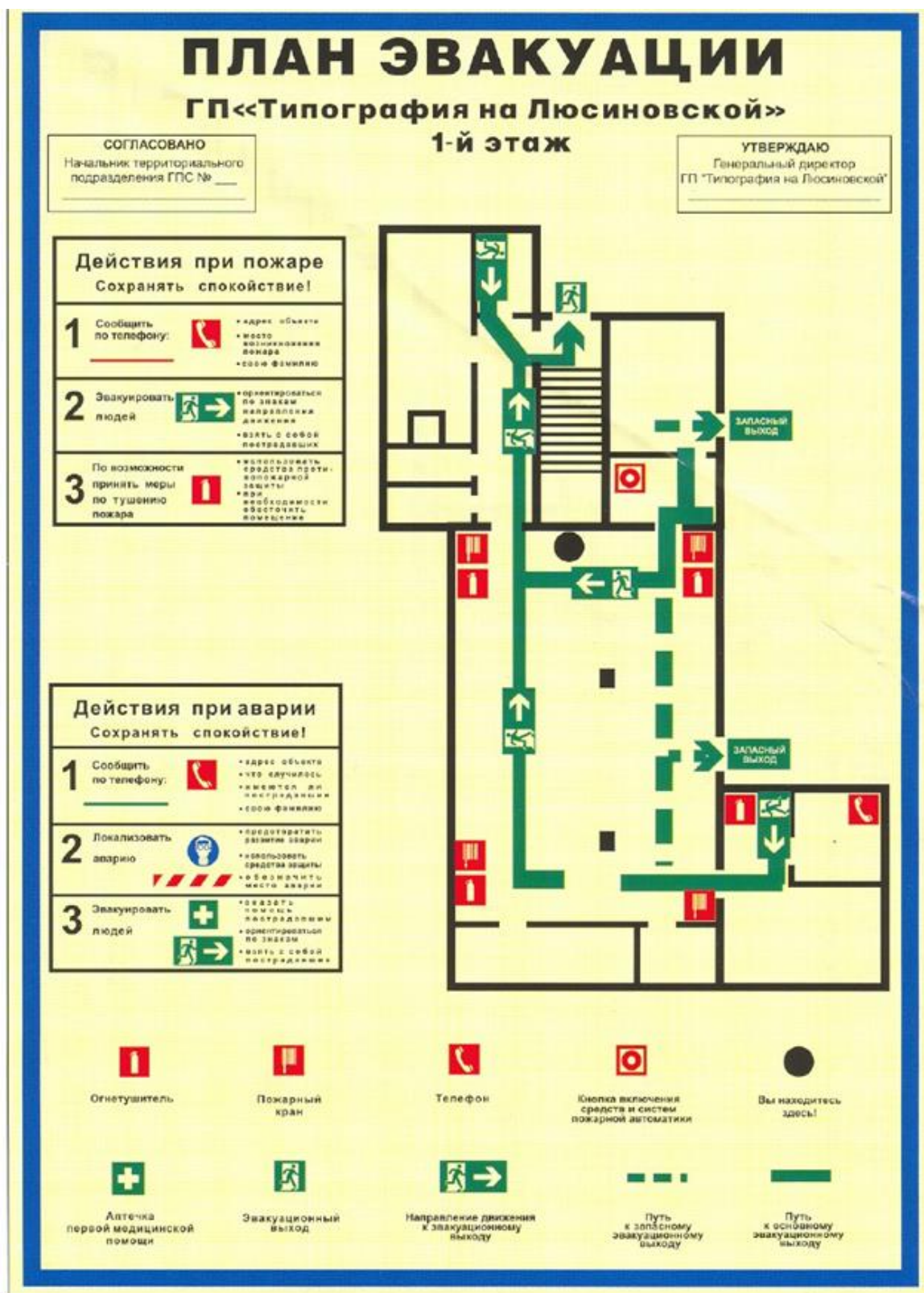


Рис. 1. Образец выполнения плана эвакуации (Рисунок В.1 [5])

В интернете представляют примеры выполнения планов эвакуации в соответствии с указанным образцом. Один из примеров представлен на рис. 2.

Приведенный в национальном стандарте [6] образец плана эвакуации по содержанию не соответствует определению, приведенному в межгосударственном стандарте ГОСТ 12.1.033-81*. [4].

Кроме того, в образце предусмотрен реквизит «СОГЛАСОВАНО», что не предусмотрено Правилами противопожарного режима в Российской Федерации [1], и нормативными документами МЧС России. В приведенном образце применяются понятия «запасный выход», «путь к запасному эвакуационному выходу», определения которых не даются в нормативах, следовательно, не целесообразно применять такие термины, тем более приведенные на схеме «запасные выходы» удовлетворяют требованиям к эвакуационным выходам согласно ст. 89 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [8], значит они эвакуационные.



Рис. 2. Образец плана эвакуации людей при пожаре [7]

Разработанные на промышленных планы эвакуации людей в подавляющем большинстве не соответствуют по форме и по содержанию определению «План эвакуации». Главный, очень важный недостаток состоит в том, что к плану не разрабатывается инструкция с указанием конкретных действий обслуживающего персонала ответственных за выполнения определенных мероприятий. В связи с этим разрабатываемый на объектах защиты документ «План эвакуации при пожаре» не имеет практической значимости и не отражает требуемого назначения.

На основе анализа требований нормативов «План эвакуации при пожаре» должен разрабатываться не как «знак безопасности», а в виде отдельного документа состоящего из 4 разделов:

1. Графическая часть (планы этажей с указанием эвакуационных путей и выходов, аварийных выходов, размещение пусковых аппаратов систем противопожарной защиты и систем оповещения и управления эвакуацией, размещения телефонов и первичных средств пожаротушения);
2. Инструкция к плану эвакуации, с указанием последовательность действий при пожаре с распределением обязанностей среди специалистов объекта;
3. Список лиц ознакомленных с планом эвакуации и инструкцией (под роспись);
4. Отработка плана эвакуации (с записями даты, времени отработки и результатах).

На этажах должны быть вывешены выписки из документа «План эвакуации людей при пожаре» (графическая часть и инструкция). В плане эвакуации целесообразно указывать порядок, последовательность и перечень эвакуируемого имущества и документации и указывать на плане этажа размещение опасных технологических аппаратов, установок, веществ, например, баллонов с сжиженными или сжатыми газами, аппаратов с радиоактивными элементами и т.п.

Подробно требования к планам эвакуации с примером выполнения приведены в документе [9].

Целесообразно не применять требования национального стандарта ГОСТ Р 12.2.143-2009 [4] документа добровольного применения к планам эвакуации при пожаре, так как ГОСТ содержит требования к фотолуминесцентным системам. При разработке планов следует руководствоваться документом «Рекомендации по организации тренировок и эвакуации персонала предприятий и учреждений при пожаре и иных чрезвычайных ситуациях» [9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила противопожарного режима в Российской Федерации. Постановление Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 года № 1479
2. О промышленной безопасности опасных производственных объектов. Принят Государственной Думой 20 июня 1997 года № 116-ФЗ.
3. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. Приказ Ростехнадзора от 11.03.2013 № 96 (Зарегистрировано в Минюсте России 16.04.2013 № 28138)
4. ГОСТ 12.1.033-81 ССБТ Пожарная безопасность. Термины и определения.
5. ГОСТ Р 12.2.143-2009 Системы фотолуминесцентные эвакуационные. Элементы систем. Классификация. Общие технические требования. Методы контроля.
6. ГОСТ Р 12.2.143-2002 Системы фотолуминесцентные эвакуационные. Элементы систем. Классификация. Общие технические требования. Методы контроля.
7. <https://yandex.ru/images/search?text=планы%20эвакуации&stype=image&lr=2&source=wiz> (дата обращения 28.09.2020 г.).
8. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ.
9. Рекомендации по организации тренировок и эвакуации персонала предприятий и учреждений при пожаре и иных чрезвычайных ситуациях. (Разработаны ДНД МЧС России).

УДК 614.8

А. А. Блохин

ФГБВОУ ВО Академия гражданской защиты МЧС России

АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

В статье рассматриваются аспекты обеспечения пожарной безопасности пассажирских железнодорожных вагонов. Приводятся факторы и условия, влияющие на развития пожара в вагонах, а также на процесс эвакуации пассажиров.

Ключевые слова: пожарная безопасность, опасные факторы пожара, эвакуация, расчетное время эвакуации, пассажирский вагон.

А. А. Blokhin

ASPECTS OF ENSURING THE FIRE SAFETY OF PASSENGER CARS

The article deals with aspects of ensuring fire safety of passenger railway cars. The factors and conditions influencing the development of fire in cars, as well as the process of evacuating passengers are given.

Key words: fire safety, hazardous factors of fire, evacuation, estimated time of evacuation, passenger carriage.

Система железнодорожного транспорта Российской Федерации является второй по масштабу транспортной системой после железнодорожной системы Соединенных Штатов Америки.

В настоящее время система железнодорожного транспорта глубоко интегрирована в общую транспортную систему страны и является её неотъемлемой частью. С каждым годом объемы грузов и пассажиропотока лишь увеличиваются.

Появляются новые типы вагонов, позволяющий перевозить большее количество пассажиров, повышается общий комфорт поездки. В вагонах устанавливаются современные мультимедийные системы, системы кондиционирования, пассажиром становится доступным использование интернета во время поездки.

17 июня 2008 года было выпущено Распоряжение Правительства РФ №877-р, которое утвердило Стратегию развития железнодорожного транспорта в РФ до 2030 года. Указанный документ кроме множества предусматривает решение такой задачи как приведение уровня качества и безопасности перевозок в соответствие с требованиями населения и экономики и мировыми стандартами на основе технологического и технического развития железнодорожного транспорта [5].

Таким образом, вопрос безопасности железнодорожного транспорта являются одним из приоритетных направлений развития. О необходимости принятия мер в области повышения безопасности железнодорожных перевозок свидетельствуют как произошедшие случаи железнодорожных аварий, так и современные научные изыскания в рассматриваемой области ряда российских ученых.

С массовым внедрением двухэтажных вагонов вопрос обеспечения пожарной безопасности пассажиров становится гораздо актуальней вследствие усложнения процесса эвакуации пассажиров со второго этажа, а так же применением современных полимерных материалов, пожароопасные свойства которых далеко не всегда соответствуют заявленным в сертификатах [1].

В своей работе [3], автор предложил оригинальный подход в области обеспечения пожарной безопасности двухэтажных пассажирских вагонов – путем выработки методики расчета индивидуального пожарного риска пассажиров. Одним из ключевых факторов в данном случае является процесс безопасной и своевременной эвакуации пассажиров.

Процесс расчета времени эвакуации из пассажирских вагонов отражен в следующем документе [2].

Согласно нему, суммарное время эвакуации – от момента начала пожара до выхода последнего пассажира из вагона, определяется по формуле:

$$t_{\text{сум}} = t_{\text{нэ}} + t_p,$$

где:

$t_{\text{нэ}}$ - время начала эвакуации, мин;

t_p - расчетное время эвакуации пассажиров, мин.

При этом, $t_{\text{нэ}}$ может принимать два значения – 0 или 0,5 мин с момента обнаружения пожара. По мнению автора, такой подход не может отражать действительность для купейных/плацкартных и тем более двухэтажных пассажирских вагонов.

Согласно [4] работники поездной бригады при обнаружении пожара в первую очередь должны обеспечить остановку поезда и только после этого организовать эвакуацию пассажиров. Остановка состава осуществляется с помощью использования стоп-крана, кроме тех мест, где остановка поезда сильно усложнит: а) эвакуацию пассажиров; б) локализацию и ликвидацию пожара. В ином случае информация о пожаре передается машинисту поезда, который дожидается выхода на безопасный участок путей, где и осуществляет остановку состава. Кроме того, стоит отметить возможные задержки при начале эвакуации при срабатывании установки пожарной сигнализации, поскольку согласно [4] проводник вагона обязан убедиться в достоверности срабатывания. Также стоит учитывать психологические факторы пассажиров. В случае пожара ночью, когда все пассажиры спят, они не в состоянии начать покидать свои места спустя полминуты после начала возгорания, а тем более, в случае если поезд был остановлен с помощью стоп-крана. При экстренной остановке поезда, как известно пассажиры получают травмы вследствие падения с верхних полок, ударов падающих незакрепленных предметов. После такой остановки пассажиры, как правило, дезориентированы, им необходимо время на то, чтобы восстановить способность трезво оценивать обстановку. Также стоит учитывать фактор неизбежного нарушения рядом пассажиров инструкции о пожарной безопасности в поезде – всегда присутствует ряд лиц, которые прежде чем покинуть состав начнут одевать на себя всю верхнюю одежду, искать ценные вещи, а так же стараться вынести с собой свой багаж, что серьезно замедляет процесс эвакуации.

Таким образом, алгоритм начала эвакуации с момента возникновения пожара может иметь следующий вид (рисунок 1).

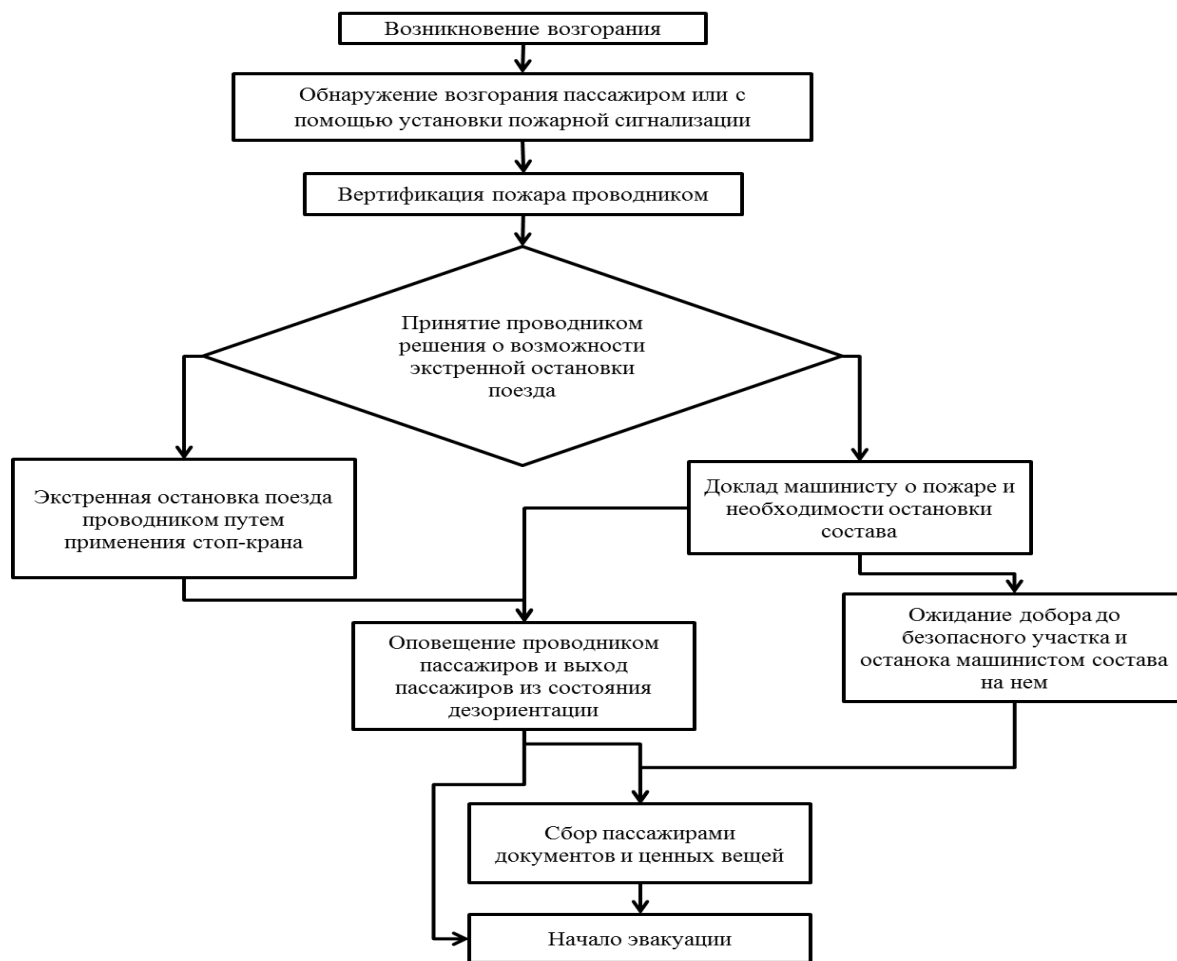


Рис. 1. Алгоритм начала эвакуации из пассажирского вагона в случае возникновения пожара

Дальнейшее направление исследования заключается в оценке временных промежутков на каждом из этапов приведенного алгоритма с целью повышения качества и надежности моделирования развития пожаров в пассажирских вагонах и более точному расчету индивидуального пожарного риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аносова Е. Б., Ляшенко С. М., Перова А. Н., Капранов А. А. Современные синтетические материалы как источник риска при чрезвычайных ситуациях // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2016. №3 (30). С. 60-64.
2. ГОСТ 33381–2015 Моторвагонный подвижной состав и вагоны пассажирские локомотивной тяги. Правила расчета и проверки времени эвакуации пассажиров. – М.: Стандартинформ. – 2016. – 12с.
3. Елисеев И. Б. Методика оценки и способы снижения пожарной опасности пассажирских вагонов железнодорожного подвижного состава: дис. ... канд. тех. наук: Санкт-Петербург, 2018. 122 с.
4. Инструкция по обеспечению пожарной безопасности в вагонах пассажирских поездов с дополнениями и изменениями, утвержденными указаниями МПС России от 31.03.2000 г. № Г– 822у, 04.10.2001. № 1672УЦЛ – ЦУО – 448. [Электронный ресурс] URL: <https://www.garant.ru> (дата обращения 25.09.2020).
5. О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 № 877–р. [Электронный ресурс] URL: <https://www.consultant.ru/> (дата обращения 25.09.2020).

УДК 614.846

А. Н. Бочкарев, А. Ф. Аладов, А. Д. Семенов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ НАСОСНО-РУКАВНОЙ ТЕХНИКИ

Проведен краткий обзор существующих отечественных разработок в области насосно-рукавной техники и технологий, позволяющих осуществлять забор огнетушащих веществ с высоты более 8 метров и обеспечивающих бесперебойную подачу огнетушащих веществ с расходом 200 литров в секунду на расстояние более 1200 метров

Ключевые слова: насосно-рукавная техника, рукавный модуль, рукавные линии.

A. N. Bochkarev, A. F. Aladov, A. D. Semenov

PROMISING DEVELOPMENTS IN THE FIELD OF PUMPING AND BAGGING EQUIPMENT

A brief review of existing domestic developments in the field of pumping and bagging equipment and technologies that allow the collection of fire extinguishing agents from a height of more than 8 meters and ensure uninterrupted supply of fire extinguishing agents with a flow rate of 200 liters per second at a distance of more than 1200 meters

Key words: pump and sleeve equipment, sleeve module, sleeve lines.

В последние годы во всём мире, в том числе и на территории нашей страны, наблюдается устойчивая тенденция к увеличению темпов промышленного роста, а как следствие этого и увеличение количества чрезвычайных ситуаций (ЧС) на промышленных объектах.

Тенденцию увеличения таких ЧС подтверждает статистика. Взрывы и пожары на пиротехнических фабриках и складах [6], гидроэлектростанциях [5], атомных электростанциях [1] и других промышленных объектах. Для ликвидации ЧС на таких объектах требуется задействовать значительное количество сил и средств, в том числе техники, способной перекачивать большое количество огнетушащих веществ.

В первую очередь следует рассмотреть отечественные опыт и разработки в области насосно-рукавной техники и технологий, позволяющие осуществлять забор огнетушащих веществ с высоты более 8 метров и обеспечивающие бесперебойную подачу огнетушащих веществ с расходом 200 литров в секунду на расстояние более 1200 метров. Такой разработкой является пожарный автомобиль с цистерной насосно-рукавный комбинированный (рисунок 1) – пожарный автомобиль насосно-рукавный комплекс (ПАНРК) [3], предназначен для доставки боевого расчёта, вывозимого запаса огнетушащих веществ, пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования к месту тушения пожара, чрезвычайной ситуации в условиях слаборазвитой или разрушенной инфраструктуры.

Далее рассмотрим общеизвестный насосно-рукавный комплекс «ШКВАЛ» (КНРМ 400-1,6/300) (рисунок 2) – это мобильная система подачи большого объёма воды на значительные расстояния [4].



Рис. 1. ПАНРК 4,0/1,2-130 (6370)



Рис. 2. НРК «ШКВАЛ» (КНРМ 400-1,6/300)

Автомобильный тандем НРК «ШКВАЛ» (КНРМ 400-1,6/300) – предназначен для проведения пожарно-спасательных работ в условиях слаборазвитой или разрушенной инфраструктуры. Основное назначение насосно-рукавного комплекса заключается в:

- 1) доставке к месту работ боевого расчёта, пожарно-технического и аварийно-спасательного оборудования, инструмента и средств связи в условиях труднопроходимой местности;
- 2) заборе воды из открытых источников с отметки минус 15 метров по вертикали относительно расположения насосного модуля или по горизонтали на расстояние 60 метров от насосного модуля до погружного насоса;
- 3) подаче воды на расстояние не менее 1,5 км от насосного модуля с расходом до 400 л/с;
- 4) осуществлении забора воды как из оборудованных (приспособленных), так и необорудованных (неприспособленных) водоёмов, имеющих обрывистые берега, а также с мостов, эстакад, причальных сооружений и т.д.;
- 5) оперативной прокладке на большие расстояния рукавных линий со скоростью до 40 км/ч;
- 6) откачке больших объёмов водяной смеси в условиях чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- 7) механизированном подъёме рукавов при сворачивании комплекса.

Стоит отметить, что НРК «ШКВАЛ» (КНРМ 400-1,6/300) может состоять из одного автомобиля с системой «мультилифт» и прицепа. В данном случае на автомобиль устанавливается насосный модуль, а на прицепе рукавный модуль, который при раскладывании рукавной линии перегружается с помощью системы «мультилифт» на автомобиль.

Автомобилями комплекса могут доставляться дополнительные рукавные модули для прокладывания рукавных линий на большие расстояния.

Принцип работы насосного модуля можно представить следующим образом: дизельный двигатель приводит в движение основной (перекачивающий) насос и 2 гидронасоса. Гидронасосы в свою очередь приводят в действие гидромоторы погружных насосов, которые соединены с ними гидрошлангами длиной 60 м.

Погружные насосы (2шт.) опускаются в водоисточник и подают воду на основной насос системы по пожарным рукавам диаметром 250 мм. Выходные патрубки основного насоса выведены на боковую сторону контейнера и линия нагнетания может быть выполнена одной или двумя параллельными рукавными линиями.

В свою очередь рукавный модуль предназначен для хранения рукавов и прокладывания магистральных рукавных линий от насосного модуля к месту пожара и сборки рукавной линии.

Рукавный модуль представляет собой контейнер, в котором размещены рукава, соединённые между собой с помощью муфт (соединительных головок) в рукавную линию.

В передней части рукавного модуля расположены отсеки для размещения вспомогательного оборудования и пожарно-технического вооружения, а также устройство для механизированного сбора рукавных линий. Устройство предназначено для подъёма пожарных рукавов диаметром до 300 мм в рукавный модуль с целью их укладки.

Следующим рассмотрим мобильный высокопроизводительный насосно-рукавный комплекс НРК 170/250-1200/600 [2] (рисунок 3).



Рис. 3. Общий вид НРК 170/250-1200/600

Насосно-рукавный комплекс 170/250-1200/600 предназначен для:

- 1) обеспечения оперативного забора воды как в оборудованных, так и в необорудованных местах, с последующим её отведением в заданном направлении;

2) подачи воды с отметки не менее минус 30 м относительно расположения НРК, с подачей воды при пожаротушении по одной магистральной рукавной линии длиной не менее 1200 м, считая от погружного насоса с производительностью не менее 170 л/с, с рабочим давлением на выходе из перекачивающего насоса не менее 0,8 МПа и давлением на выходе из магистральной рукавной линии не менее 0,6 МПа;

3) перекачки при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера больших объемов воды по двум рукавным линиям длиной не менее 600 м каждая, считая от погружного насоса суммарной производительностью не менее 500 л/с, с рабочим давлением на входе в рукавные линии не менее 0,3 МПа и свободным истечением на выходе из рукавных линий;

4) прокладка магистральной рукавной линии DN 300 со скоростью не менее 5 км/ч;

5) автоматизированной уборке рукавных линий DN 300 при сворачивании НРК.

6) размещения и оперативной доставки необходимого дополнительного оборудования при проведении аварийно-спасательных работ, связанных с ликвидацией негативных последствий опасных гидрологических явлений и техногенных аварий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авария на АЭС «Фукусима-дайити». Доклад Генерального директора. МАГАТЭ. Вена, 2015. 278 с.
2. Мобильный высокопроизводительный насосно-рукавный комплекс [Электронный ресурс]. Официальный сайт компании Peleng. Режим доступа: <https://www.peleng.info/product/nrk170> (дата обращения 11.08.2020).
3. Насосно-рукавный комплекс [Электронный ресурс]. Официальный сайт компании «Приоритет». Режим доступа: <https://prioritetmiass.ru/catalog/panrk-4-0-1-2-130-6370/> (дата обращения 06.07.2020).
4. Насосно-рукавный комплекс «ШКВАЛ» [Электронный ресурс]. Официальный сайт МЧС медиа. Режим доступа: <http://www.mchsmedia.ru/focus/item/5050573/5462766> (дата обращения 10.08.2020).
5. Разрушение гидроагрегата №2 Саяно-Шушенской ГЭС: причины и уроки. Сборник материалов (в 3 томах). – М.: НП «Гидроэнергетика России», 2013. – 480+496+408 с.
6. Фейерверк убийственной силы [Электронный ресурс]. Официальный сайт газеты «Коммерсантъ». Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/147904> (дата обращения 09.07.2020).

УДК 004.89; 004.942

В. Б. Бубнов, Д. С. Репин, И. В. Хазова, Б. К. Мацюрак
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ВОДОПРОВОДОВ ДЛЯ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ АРКТИКИ

В работе предложена методика расчета теплового состояния противопожарных водопроводов наземной прокладки для природно-климатических условий Арктики. Показано, что учет частичного промерзания тепловой изоляции позволяет существенно повысить точность расчета распределения температуры в работающем водопроводе и динамики остывания воды в аварийно остановленном водопроводе.

Ключевые слова: расход, температура, метеорологические условия, методика расчета, математическая модель, противопожарный водопровод, ячеечная модель, тепловая изоляция.

V. B. Bubnov, D. S. Repin, I. V. Khazova, B. K. Mazurek

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR CALCULATING THE THERMAL STATE OF FIRE-FIGHTING WATER PIPES FOR THE NATURAL AND CLIMATIC CONDITIONS OF THE ARCTIC

The paper proposes a method for calculating the thermal state of fire-fighting water pipes of ground laying for the natural and climatic conditions of the Arctic. It is shown that accounting for partial freezing of thermal insulation can significantly improve the accuracy of calculating the temperature distribution in a running water supply system and the dynamics of water cooling in an emergency water supply system.

Key words: flow rate, temperature, meteorological conditions, calculation method, mathematical model, fire water supply, cell model, thermal insulation.

«Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года» [1] - важный документ стратегического планирования в сфере обеспечения национальной безопасности Российской Федерации, разработанный для защиты ее интересов в Арктике.

Важнейшими задачами в сфере обеспечения защиты населения и территорий Арктической зоны Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера являются: осуществление научно-технического, нормативно-правового и методического сопровождения деятельности по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, обеспечение пожарной безопасности в арктических условиях.

Документ [1] носит комплексный, инновационный характер, его выполнение будет способствовать повышению качества жизни людей в Арктической зоне Российской Федерации, улучшению социально-экономического развития страны, повышению ее обороноспособности на арктическом направлении.

При решении отмеченных задач необходимо учитывать специфические природно-климатические условия и особенности Арктики. Так, при рассмотрении вопросов проектирования и эксплуатации наружных противопожарных водопроводов в арктических условиях, необходимо учитывать следующие особенности: надземную прокладку, возможное промерзание наружного слоя тепловой изоляции, замерзание транспортируемой воды в случае аварийных отключений.

Проведенный в работе [2] анализ показал существенные недостатки существующих методов расчета данного нестационарного теплового процесса в противопожарных водопроводах. Принимаемые в них допущения не способны учитывать изменения параметров окружающей среды. Возникающие при промерзании и оттаивании тепловой изоляции фазовые переходы не позволяют при математическом описании тепловых процессов в поперечном сечении трубопровода использовать аналитические решения уравнения теплопроводности, а требуют иных подходов, связанных с численной процедурой их решения. Важную роль среди таких подходов играют ячеечные модели [3] и математический аппарат теории цепей Маркова.

Учет всех факторов, имеющих место в рассматриваемых процессах, а именно фазовых переходов, действия внутренних тепловых источников, изменения теплофизических свойств реализован в предложенном математическом описании [4] переходного теплового процесса в сечении трубопровода при движении жидкости и в случае ее аварийной остановки, учитывающем кинетику промерзания как тепловой изоляции, так и самой жидкости.

Методика расчета теплового состояния реализована в виде компьютерной программы. Блоки ввода исходных данных делятся на четыре группы: 1. Конструкция трубопровода (длина, наружный диаметр, толщина стенки, материал трубопровода). 2. Конструкция тепловой изоляции (количество слоев, их толщина, мощность электрообогревателя и его расположение). 3. Режим эксплуатации (температура воды на входе, минимально допустимая температура у потребителя, расход воды). 4. Параметры наружного воздуха (температура, скорость ветра, относительная влажность).

Возможно выполнение трех вариантов расчета: 1. Стационарный режим. 2. Отключение подачи жидкости. 3. Изменение метеорологических условий.

Расчет по первому варианту позволяет рассчитать, как распределяется температура по толщине слоя теплоизоляции. Второй вариант позволяет прогнозировать динамику распределения температуры по толщине слоя теплоизоляции и время завершения переходного процесса. Этот вариант позволяет рассчитать время, когда замерзнет не более 25 % находящейся в трубопроводе воды и накопленные потери теплоты в течение заданного времени с начала останова. Расчет по третьему варианту дает возможность прогнозировать динамику распределения.

Расчет процесса остывания воды в отключенном трубопроводе в зависимости от температуры окружающего воздуха проводился по методике [5], в которой не учитываются явления замерзания и оттаивания влаги в тепловой изоляции, и по предлагаемой методике. Результаты расчета представлены на рис. 1. Из графиков видно, что температура воды в трубопроводе, рассчитанная по предлагаемой методике с учетом промерзания влаги в теплоизоляции, сначала уменьшается медленнее, чем рассчитанная по [5], а затем быстрее. Очевидно, что это связано с тем, что выделение теплоты фазового перехода (удельной теплоты замерзания) препятствует охлаждению воды на первой стадии процесса, когда происходит промерзание тепловой изоляции, а на второй стадии, когда теплоизоляция промерзла и ее теплопроводность стала меньше, чем у влажной теплоизоляции, процесс охлаждения ускоряется.

Также на этот график нанесены результаты натурных замеров температуры воды на расстоянии 512 м от выхода из насосной станции, выполненные при производстве ремонтных работ, длившихся 26 часов. Средняя температура окружающего воздуха за этот период составляла -25°C . Результаты сравнения с расчетом по предлагаемой методике показывают хорошую сходимость.

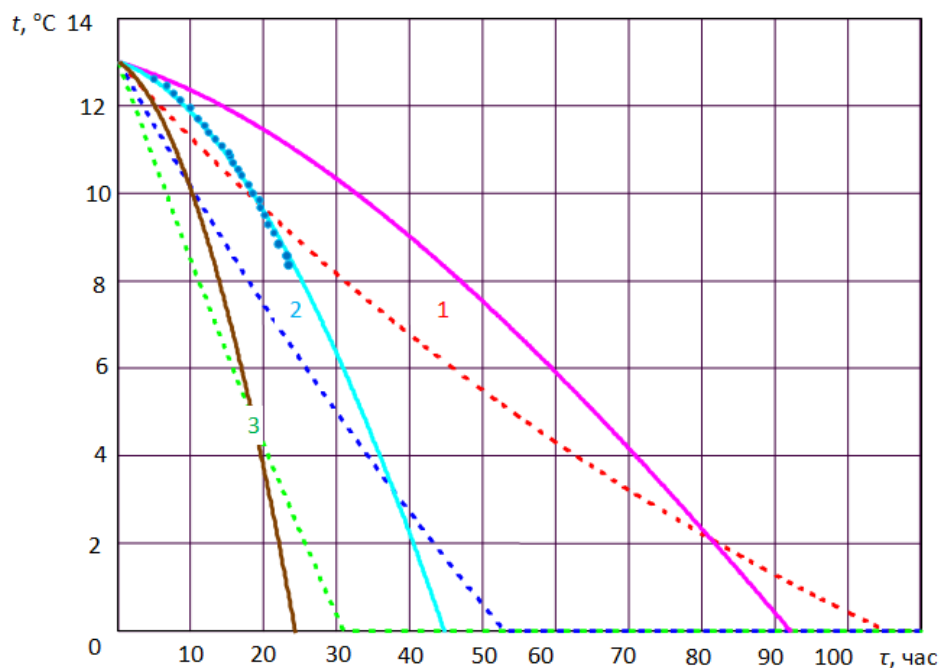


Рис. 1. Динамика остывания воды в трубопроводе при остановке в зависимости от температуры окружающего воздуха (t_n): точки – данные натуральных исследований, кривые – результаты расчетов: сплошные линии - расчет по предлагаемой методике, пунктир - по методике [5]: 1 - $t_n = -10$ °C; 2 - $t_n = -25$ °C; 3 - $t_n = -47$ °C

Процессы охлаждения и промерзания тепловой изоляции трубопровода вносят заметный вклад в тепловой баланс процесса, а учет их кинетики позволяет повысить точность теплового расчета.

Предложенная методика расчета позволяет повысить точность расчетных прогнозов теплового состояния противопожарных трубопроводов в природно-климатических условиях Арктики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года», утв. Указом Президента РФ от 05.03.2020 № 164.
2. Бубнов В. Б., Ретин Д.С., Хазова И.В., Парасич И.А. Применение методов математического моделирования для описания процессов в противопожарных водопроводах, работающих в природно-климатических условиях Арктики. Сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы естествознания». Иваново. ИВПСА ГПС МЧС России (24.03.2020). С. 275-281.
3. Елин Н.Н., Бубнов В.Б. Ячеечная модель теплового переноса в ограждающей конструкции с внутренним источником влаги // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 289-294.
4. Елин Н. Н., Бубнов В. Б., Комельков В. А., Самойлов Д. Б. Использование электрообогрева для повышения надёжности эксплуатации противопожарных водопроводов в районах Крайнего Севера // Технологии техносферной безопасности. – 2019.- Вып. 2 (84). — С. 108-118. DOI: 10.25257/TTS.2019.2.84.108-118.
5. Тепловая изоляция: справочник / под ред. Г.Ф. Кузнецова. 3-е изд. М.: Стройиздат, 1985. 440 с.

УДК 699.816+696.11

Л. Ф. Вахитова, А. Х. Насырова, А. А. Низамов
ГАПОУ Уфимский топливно-энергетический колледж.

СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА В СОВРЕМЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Исследованы современные методы и технологии тушения пожара в зданиях тонкораспылённой водой и спринклерными системами пожаротушения.

Ключевые слова: пожаробезопасность, тонкораспыленная вода, спринклерные системы.

L. F. Vakhitova, A. H. Nasyrova, A. A. Nizamov

WAYS TO EXTINGUISH A FIRE IN MODERN BUILDINGS

Modern methods and technologies of fire extinguishing in buildings with thinly sprayed water and sprinkler fire extinguishing systems are studied.

Key words: fire safety, fine water, sprinkler systems.

Метод тушения тонкораспыленной водой, в настоящее время находит всё большее применение. В середине двадцатого века считалось, что большое количество воды эффективнее тушит очаг возгорания. В результате, мощная струя достигает ядра очага пожара и тушит его, но при этом большая часть воды загромождает помещение. Используя метод тушения тонкораспыленной водой принцип действия на очаг пожара иной.

Вместо механического «сбивания» пламени водяной туман ускоряет поглощение тепла из горючих газов и пламени. Общее количество капель гораздо выше, чем при традиционных способах тушения, поэтому помимо увеличения скорости испарения увеличивается и суммарная площадь испарения мелких капель, а значит, потери тепла тоже гораздо больше.

При быстром испарении водяной пар замещает воздух в зоне горения, вытесняя кислород и огонь гаснет. Главную опасность при пожаре представляет не открытое пламя, а неконтролируемое распространение дыма и огня. Дым не только ядовит, но и способен оказывать поджигающее действие. Кроме того, он распространяется по вентиляционным каналам и шахтам. Тонкораспыленная вода не только охлаждает дымовые газы, но и осаждаёт ядовитые аэрозоли и позволяет контролировать начавшееся возгорание.

Системами тонкого распыления воды можно даже тушить возгорания электрощитовых — водяной туман не вызывает замыкания. Нельзя их применять только для тушения щелочных металлов, металлоорганики, карбидов, раскаленного угля и железа — все эти вещества при контакте с водой вступают в химическую реакцию с выделением огромного количества тепла.

Следующий способ тушения пожара при помощи спринклерных систем пожаротушения. Это система специальных разбрызгивателей «спринклеров», соответствующей автоматикой и насосным модулем. Обычно это два высокопроизводительных насоса: «большой» насос и «маленький» насос (пилотный). Пилотный насос благодаря автоматике поддерживает заданное постоянное давление в системе, компенсируя утечки или срабатывание небольшого количества спринклеров. «Большой» насос вступает в действие или при команде с пульта диспетчера или автоматической системы, или при падении давления ниже определенного уровня.

В России ведутся разработки и успешно применяются подобные системы, но при всех достоинствах подобные современные системы довольно требовательны к напору воды. Ряд импортных установок работает при очень высоком давлении, которое сложно обеспечить технологически. Поэтому приходится предусматривать монтаж специальных насосных станций, повышающих давление в сети.

Рассмотренные выше методы пожаротушения и пожарной защиты позволяют в современных помещениях уменьшить материальные потери от пожаров, увеличивая шансы восстановить помещения после возгорания.

30-й годовщине МЧС России посвящается стихотворение автора вышеизложенной статьи, Вахитовой Лилии:

*МЧС России 30 лет!
С юбилейной датой поздравляем!
И желаем множество побед,
Над стихией и в борьбе с пожаром.
Сотни тысяч жизней спасены,
Тех, кто в беде о помощи просили.
Подвигом - ваш труд назвали мы,
Героями - спасателей России!*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51043–2002 Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний. М., 2002.
2. *Исаев В. Н., Сангмамадов Ф.* Развитие нормативной базы внутреннего водопровода// Водоснабжение и санитарная техника, №1, 1993.
3. *Исаев В. Н., Мхитарян М. Г.* Анализ методик определения расходов во внутреннем водопроводе// Сантехника, №5, 2003.
4. *Исаев В.Н.* Принципы и концепции управления водоснабжением в современных условиях// Сантехника, №4, 2004.

УДК 614.841.12

Л. П. Вогман, В. А. Зуйков, А. В. Ильичев, Н. В. Кондратюк, А. В. Зуйков
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ХОЛОДИЛЬНИКОВ

Разработаны требования пожарной безопасности промышленных холодильников, в которых представлены новые подходы к классификации холодильников в соответствии с делением их на группы и по площади пожарного отсека, к определению максимальных расстояний между зданиями и сооружениями, к площадям этажа между противопожарными стенами в зданиях, к средствам и способам пожаротушения.

Ключевые слова: промышленный холодильник, пожарная безопасность, противопожарная защита.

L. P. Vogman, V. A. Zuikov, A. V. Ilyichev, N. V. Kondratyuk, A. V. Zuikov

FIRE SAFETY OF INDUSTRIAL REFRIGERATORS.

Developed the final version of the draft code "Industrial refrigerators. Fire safety requirements", which presents new approaches to the classification of the refrigerator in accordance with dividing them into groups and area of a fire compartment, to determine the maximum distances between buildings and structures, the area of the floor between the fire walls in buildings, to the means and methods of fire suppression.

Key words: industrial refrigerator, fire safety, fire protection.

Пожарная опасность промышленных холодильников обусловлена применением горючих и взрывоопасных хладагентов: аммиака, некоторых хладонов и углеводородов под давлением, а также горючей хранимой продукции и наличием в строительных конструкциях горючих материалов. [2-12].

Актуальность работы определяется необходимостью создания единого нормативного документа, содержащего требования пожарной безопасности к промышленным холодильникам с учетом требований Федерального закона от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1] и продиктована результатами статистического анализа пожаров в холодильниках и на холодильных установках [13], описаниями и анализом пожаров в холодильниках [14].

СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ, ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ И СРЕДСТВ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СПАСЕНИЯ ЛЮДЕЙ, СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ

Холодильники можно классифицировать по различным признакам. Каждый тип холодильника имеет свои особенности, которые приходится учитывать при проектировании и эксплуатации.

Прежде всего, холодильники различаются по целевому назначению. Эта классификация наиболее полно отражает особенности работы холодильников и их оборудования. Наличие разнообразных промышленных холодильников отвечает задачам осуществления непрерывной холодильной цепи.

В соответствии с СП 109.13330 [2] по функциональному назначению холодильники подразделяют на:

холодильники длительного хранения мороженных продуктов;

распределительные холодильники для обеспечения скоропортящимися продуктами предприятий торговли и общественного питания;

производственные холодильники в пищевой промышленности, технологически связанные с процессами обработки и переработки продуктов питания;

холодильники для хранения овощей и фруктов.

По данному СП холодильники по величине охлаждаемого объема подразделяются на: малые - до 2,5 тыс. м³, средние - от 2,5 тыс. м³ до 20 тыс. м³ и крупные - свыше 20 тыс. м³.

Вместимость холодильника, в тоннах, характеризуется максимальным количеством одновременно хранимых продуктов в объеме охлаждаемых помещений. Так, в СП 4.13130 [12] здания холодильников в зависимости от их степени огнестойкости по вместимости разделяются следующим образом: 700 т и более; от 250 т до 700 т; менее 250 т (такой же подход по величине условной вместимости холодильников представлен в [15]), а в соответствии с СП 2.13130 [11] – по площади пожарного отсека.

В соответствии с ПБ 09-592-03 [3] по сочетанию различных свойств хладагентов (к ним, по данному документу, относятся аммиак, фреоны, углеводороды, а также диоксид углерода), определяющих в совокупности степень их опасности, последние подразделяются на три группы:

Группа 1. Нетоксичные и невзрывоопасные холодильные агенты;

Группа 2. Токсичные холодильные агенты и хладагенты, смеси паров которых с воздухом имеют нижнюю границу концентрационного предела распространения пламени хладагента 3,5 % и более;

Группа 3. Хладагенты, смеси паров которых с воздухом имеют нижнюю границу концентрационного предела распространения пламени менее 3,5 %.

По данной классификации аммиак относится к группе 2.

Таким образом, промышленные холодильники классифицируются как по величине охлаждаемого объема (в м³) [2], так и по максимальному количеству (в тоннах) одновременно хранимого продукта [12], а также по площади пожарного отсека [11] или с учетом свойств хладагента.

Пожарная опасность промышленных холодильников обусловлена применением горючих и взрывоопасных хладагентов: аммиака, некоторых хладонов и углеводородов под давлением (2 и 3 группа [3]).

В таблице 1 приводится перечень фреонов (хладонов), применяемых в качестве хладагентов.

Таблица 1. Фреоны, применяемые в качестве хладагентов

Обозначение	Название	Химическая формула	Молекулярная масса	Температура, °С		Предельно допустимая концентрация (ПДК), мг/м ³
				испарения при 760 мм рт.ст. (минус)	замерзания (минус)	
R12	Дифтордихлорметан	CF ₂ Cl ₂	120,9	29,8	18	3000
R13	Трифтормонохлорметан	CF ₃ Cl	104,5	81,5	11	3000
R13B1	Трифтормонобромметан	CF ₃ Br	148,9	58	18	1000
R21	Монофтордихлорметан	CHFCl ₂	102,9	8,9	15	200
R22	Дифтормонохлорметан	CHF ₂ Cl	86,5	40,8	10	3000
R115	Пентафтормонохлорэтан	CF ₃ CF ₂ Cl	154,4	38,7	16	3000
R 502	R22 (48,8%) + R115 (51,2%)	CHF ₂ Cl + CF ₃ C ₂ Cl	111,6	45,6	–	3000

В присутствии открытого пламени хладоны разлагаются с образованием токсичных продуктов, большинство из которых обладает характерным запахом даже при незначительных концентрациях. Хладоны 12, 13, 13В1, 22, 115, 502 при высоких концентрациях вызывают удушье из-за недостатка кислорода. Хладон 21 при высоких концентрациях оказывает наркотическое воздействие. Хладон 502 не имеет предупреждающего запаха и не имеет границы между нетоксичной и опасной для жизни человека концентрациями.

Перечисленные в таблице 1 фреоны являются негорючими, а помещения, в которых они обращаются, относятся к категории Д по пожарной опасности.

Аммиак – горючий газ, относится к группе 2. Относительный энергетический потенциал QV технологических блоков, входящих в аммиачную холодильную установку, следует принимать при обеспечении $QV < 27$ (III категория взрывоопасности) в соответствии с Федеральным законом от 21.07.97 № 116 – ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [16] и Правилами [17].

Для сохранения холода при замораживании и хранении скоропортящихся продуктов внутреннюю поверхность стен, перекрытий и перегородок основного корпуса холодильника покрывают теплоизоляционным слоем толщиной 20-30 см [2]. В качестве теплоизоляции используют горючие материалы (торфоплиты, камышит, пенопласты, мипора, минераловатные плиты с содержанием битума более 5% и др.), трудногорючие материалы (асбовермикулит, минеральные плиты, минеральная пробка, плиты с содержанием битума до 5% и др.) и негорючие материалы (пенобетон, газобетон, пеностекло и др.).

В настоящее время при строительстве и реконструкции холодильников применяют термоизоляцию из горючих материалов, которую для ограничения распространения огня разделяют специальными противопожарными поясами из негорючих материалов на участки площадью 200-1000 м² (ширина и толщина поясов у стен должна быть не менее 50 см, а на совмещенных покрытиях и перекрытиях не менее толщины термоизоляционного слоя).

Для многоэтажных зданий холодильников с ограждающими конструкциями из каменных и бетонных материалов поэтажно и по отсекам предусматриваются противопожарные пояса [2] площадью, м², не более

500 – при применении теплоизоляционных материалов группы горючести Г3, Г4;

1000 – при применении теплоизоляционных материалов группы горючести Г1, Г2.

В зданиях холодильников допускается устраивать один из эвакуационных выходов на закрытую грузовую платформу непосредственно из лестничной клетки или через транспортный коридор, при этом на открытых платформах должны устраиваться спуски (лестницы) напротив выходов из лестничных клеток, а на закрытых платформах должны выделяться пешеходные зоны шириной не менее 1 м, ведущие к выходу и имеющие специальное обозначение [2].

Следует отметить, что хранение продукции в холодильных камерах может осуществляться в горючей упаковке и на стеллажах. Стеллажи высотой более 5,5 м для хранения горючих материалов и негорючих материалов в горючей упаковке должны быть оборудованы в соответствии с таблицей А.4 Приложения А СП 5.13130.2009 [19] автоматической установкой пожаротушения (АУП) независимо от площади.

Как следует из анализа требований пожарной безопасности промышленных холодильников, не все они, принятые в отраслевых нормативных документах [2-9] и, прежде всего, в [2], являются бесспорными.

В отраслевых [2-9] и в СП 5.13130 [19] отсутствуют требования по применению АУП и систем пожарной сигнализации (СПС) в зданиях холодильников.

На основе критического анализа нормативных документов, касающихся промышленных холодильников, разработаны требования пожарной безопасности, основные положения которых приняты при разработке проекта СП «Промышленные холодильники. Требования пожарной безопасности».

Расстояния от зданий холодильников в зависимости от их степени огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности и группы применяемого хладагента до соседних зданий и сооружений на территории промышленных предприятий впервые предложено устанавливать в зависимости от группы хладагента (таблица 2). Расстояние до общественных, жилых и не входящих в состав промышленного холодильника зданий должно быть не менее 18 м, независимо от степени огнестойкости и класса конструктивной пожарной опасности. Расстояние от зданий холодильников с различными группами применяемого хладагента до других зданий на территории промышленных предприятий не нормируется:

- если стена более высокого или широкого здания (сооружения), выходящая в сторону другого здания, является противопожарной 1-го типа;

- если здания и сооружения I - III степени огнестойкости независимо от пожарной опасности размещаемых в них помещений имеют противостоящие противопожарные стены 2-го типа.

Указанные в таблице 2 расстояния между зданиями I, II, а также III и IV степеней огнестойкости класса С0 конструктивной пожарной опасности допускается уменьшать до 6 м при условии, что в обоих зданиях размещаются только помещения категорий В4 и Д по пожарной опасности.

В проекте СП нашло отражение дифференцированное отношение к холодильникам с различными группами хладагента. Установлены с точки зрения обеспечения пожаровзрывобезопасности требования к холодильникам 2 (аммиак) и 3 (сжиженные углеводороды) группы.

Таблица 2. Расстояния от зданий холодильников в зависимости от их степени огнестойкости, класса конструктивной пожарной опасности и группы применяемого хладагента до соседних зданий и сооружений на территории промышленных предприятий

Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности зданий холодильников	Группа применяемого в здании холодильника хладагента	Расстояния, м, до зданий, не менее		
		I и II степени огнестойкости классов С0 и С1 III и IV степени огнестойкости класса С0	III степени огнестойкости класса С1	IV степени огнестойкости классов С1, С2 V степени огнестойкости
I, II С0	1	6	9	12
	2	9	12	15
	3	12	15	18
I, II С1	1	6	9	12
III, IV С0	1	9	12	15
	2	12	15	18
	3	15	18	18
III, IV С1	1	12	15	18

При разработке проекта СП «Промышленные холодильники. Требования пожарной безопасности» установлена новая классификация промышленных холодильников по двум показателям: группе хладагента (1 группа – хладоны и диоксид углерода; 2 группа - аммиак и хлористый этил; 3 группа – углеводороды) и площади пожарного отсека. Такая классификация промышленных холодильников предложена впервые и учитывает подходы к классификации промышленных холодильников недавно разработанных нормативных документов [2, 3, 11, 12].

С учетом требований к размещению помещений в зданиях холодильников в зависимости от площади этажа в пределах пожарного отсека, высоты зданий и категории по взрывопожарной и пожарной опасности, представленных в [2, 11, 12], и принимая во внимание то обстоятельство, что здания холодильников не могут быть ниже по классу конструктивной пожарной опасности С1, в проекте СП уточнены данные по площадям этажа в пределах пожарного отсека (таблица 3).

Таблица 3. Площадь этажа между противопожарными стенами в зданиях холодильников в зависимости от степени огнестойкости здания, класса конструктивной пожарной опасности, категории по взрывопожарной и пожарной опасности и этажности зданий

Категория здания холодильника по взрывопожарной и пожарной опасности	Степень огнестойкости здания, класс конструктивной пожарной опасности	Площадь этажа между противопожарными стенами, в зданиях, м ²		
		одноэтажных	двухэтажных	многоэтажных
А	I, II С0	5200	-	-
Б	I, II С0	7800	-	-
В, Д	I, С0	15700	13000	10500 (6)
	I, С1	10500	7800	7800 (6)
	II, С0	13000	10500	7800 (6)
	II, С1	10500	7800	5200 (6)
	III, С0	5200	3500	2200 (3)
	III, С1	2500	1800	-
А, Б, В, Д	IV, С0	3500	-	-
В, Д	IV, С1	1800	-	-

Примечание.

1. В графе «многоэтажных» цифры в скобках означают наибольшее допускаемое количество этажей.
2. Прочерк в таблице означает, что здания данной категории по взрывопожарной и пожарной опасности не может иметь указанное число этажей.

Допускается помещения машинных и аппаратных отделений холодильных установок с хладагентами 2 и 3 групп располагать в одноэтажных и на первом этаже многоэтажных зданий холодильников I-II степеней огнестойкости, класса С0 конструктивной пожарной опасности, отделяя их от других помещений противопожарными перегородками 1-го и перекрытиями 3-го типов.

Устройство выхода из помещения машинного (аппаратного) отделения в помещения вспомогательного (например, бытовые, диспетчерская) или другого назначения (слесарная мастерская), а также в коридор, объединяющий все вышеназванные помещения, в зданиях с хладагентами 2 и 3 групп, следует выполнять через тамбур-шлюз 1-го типа с постоянным подпором воздуха.

В зданиях холодильников допускается предусматривать один из эвакуационных выходов из лестничной клетки на грузовую платформу или в транспортный коридор. Дверь лестничной клетки, ведущая в указанные помещения, должна быть противопожарной 2-го типа, а расстояние по пути эвакуации от дверей лестничной клетки до выхода наружу не должна превышать 60 м.

В проекте СП представлена таблица 4 по применению в помещениях холодильников, в том числе имеющих пристройки, вставки, встройки административно-бытового блока, а также в помещениях машинных, аппаратных отделений, маслоподвалов и потребителей холода АУП и СПС.

Таблица 4. Применение АУП и СПС в зданиях и помещениях промышленных холодильников и административно-бытового блока

	АУП	СПС
Помещения промышленных холодильников		
Помещения машинного отделения с хладагентами 2 и 3 группы категорий А, Б, В1 по взрывопожарной и пожарной опасности	300 м ² и более	менее 300 м ²
Помещения машинного отделения с хладагентами 2 и 3 группы категорий В2, В3 по пожарной опасности	1000 м ² и более	менее 1000 м ²
Помещения аппаратного отделения с хладагентами 2 и 3 группы категорий А, Б, В1 по взрывопожарной и пожарной опасности	300 м ² и более	менее 300 м ²
Помещения аппаратного отделения с хладагентами 2 и 3 группы категорий В2, В3 по пожарной опасности	1000 м ² и более	менее 1000 м ²
Помещения потребителей холода		Независимо от площади
Помещения мойки тары		Независимо от площади
Маслоподвалы	Независимо от площади	

В качестве средств тушения следует предусмотреть: для зданий общественно-бытового назначения распыленную (тонкораспыленную) воду; для помещений машинного отделения и аппаратного отделения объекта защиты с применением в качестве хладагента аммиака – распыленную (тонкораспыленную) воду; для машинного отделения и аппаратного отделения объектов защиты с применением сжиженных углеводородов – инертные газы (азот, диоксид углерода) при объемном способе пожаротушения; для маслоподвалов – распыленную (тонкораспыленную) воду, водопенные средства, огнетушащие порошковые составы.

Заключение

Разработан проект свода правил «Промышленные холодильники. Требования пожарной безопасности», в котором представлены новые подходы к классификации холодильников в соответствии с делением их на группы, по площади пожарного отсека, к определению максимальных расстояний между зданиями и сооружениями, к площадям этажа между противопожарными стенами в зданиях, к средствам и способам пожаротушения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.
2. СП 109.13330.2012 Холодильники. Актуализированная редакция СНиП 2.11.02-87 Холодильники.
3. ПБ-09-592-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации холодильных систем.
4. ПОТ РМ 015-2000. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации фреоновых холодильных установок.
5. ПБ-09-595-03 Правила безопасности аммиачных холодильных установок ПИО-ОБГ, 2003.
6. Федеральный закон «О требованиях безопасности холодильных систем, установок, машин и агрегатов» (проект).
7. ГОСТ Р 12.2 142-99 Системы холодильные холодопроизводительностью свыше 3 кВт. Требования безопасности.
8. ПБ 03-576-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением.
9. ПБ 03-585-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов.
10. СП 1.13130.2009 Система противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы.
11. СП 2.13130.2012 Система противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.
12. СП 4.13130.2013 Система противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным решениям.
13. *Вогман Л.П., Сибирко В.И.* Пожары на промышленных холодильниках и холодильных установках. Статистические сведения и примеры. Холодильная техника, №11, 2013, -56-59.
14. *Теребнев В.В. и др.* Противопожарная защита и тушение пожаров. Книга 2. Промышленные здания и сооружения. Тушение пожаров в холодильниках М., изд. Ассоциация «Пожнаука», 2006.
15. Федеральный закон от 21.07.97 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
16. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств, утвержденных постановлением Госгортехнадзора России от 05.05.2003 № 29.
17. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

УДК 519.713

К. М. Волкова

ФГБОУ ВО Академия Государственной противопожарной службы МЧС России

ПОСТРОЕНИЕ ЛОГИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ

В статье отражена концепция и основные принципы построения логических связей в автоматизированной интегрированной системе пожаротушения на нефтеперерабатывающем предприятии. Описываются задачи интегрированной системы. Дается описание и состав входных и выходных сигналов автоматизированной интегрированной системы пожаротушения на нефтеперерабатывающем предприятии.

Ключевые слова: автоматизированная интегрированная система, система пожаротушения, цифровой автомат, входные и выходные сигналы, синтез цифрового автомата.

К. М. Volkova

CONSTRUCTION OF LOGICAL LINKS OF THE AUTOMATED INTEGRATED FIRE EXTINGUISHING SYSTEM AT THE REFINERY

The article reflects the concept and basic principles of building logical links in the automated integrated fire extinguishing system at the refinery. The tasks of the integrated system are described. The description and composition of input and output signals of the automated integrated fire extinguishing system at the oil refinery enterprise are given.

Key words: automatic integrated system, fire extinguishing system, digital automat, input and output signals, synthesis of digital automat.

Если на нефтеперерабатывающем предприятии возникает пожар, то его тушение становится главной задачей пожарной охраны, поскольку пламя, непосредственно уничтожая все живое и горючее, порождает и остальные опасные факторы пожара. Функционирование автоматизированной системы пожаротушения осуществляется автоматически по сигналам системы сигнализации и автоматизировано по командам персонала предприятия.

На данный момент основным недостатком автоматизированных систем пожаротушения является ложные срабатывания, которые приносят большой материальный ущерб. Снижение числа ложных срабатываний исполнительных механизмов достигается за счет стабилизации питающих напряжений и повышения помехозащищенности устройств управления. Рассмотрим интеграцию автоматизированной системы противопожарной защиты нефтеперерабатывающего предприятия путем построения модели цифрового автомата.

Процесс синтеза цифрового автомата обычно состоит из нескольких этапов. На первом этапе, называемом блочным синтезом, осуществляется разбиение автомата на отдельные блоки, задаются функции, реализуемые этими блоками, устанавливаются связи для обмена информацией между блоками, определяются входные и выходные сигналы автомата. При этом структура входных, выходных и внутренних сигналов не рассматривается.

Один и тот же автомат можно представить различными структурами, различающимися в первую очередь составом и числом блоков. Нет единой методики разбиения автомата на блоки. В данной статье, при выборе блочной структуры, определим следующие принципы: во-первых, структура должна содержать все те и только те блоки, которые имеются в любой системе ПТ; во-вторых, любой из блоков должен выполнять только одно из следующих отображений: электрических сигналов в механические, механических в механические, механических в электрические и электрических в электрические. Если укомплектовать каждый из образованных блоков полным набором функциональных частей, используемых во всей совокупности автоматизированной интегрированной системы пожаротушения (АИСПТ), и определить соответствующие внутренние и внешние связи, то получим блочную структуру цифрового автомата, порожденного в результате композиции автоматов для всей совокупности АИСПТ. В дальнейшем такой автомат будем называть композицией изоморфных автоматов [1].

Задачами модели цифрового автомата АИСПТ являются:

- исключение возникновения пожара;
- стабильность работы системы, без ложных срабатываний;
- обеспечение пожарной безопасности людей;
- повышение оперативности и качества принятия решений при возникновении пожароопасных ситуаций;
- обеспечение пожарной безопасности материальных ценностей;
- ведение диагностики работы оборудования.

Автоматизированная интегрированная система пожаротушения выполнена как самостоятельная и независимая система. Она включает следующие функциональные подсистемы:

- обнаружения пожаров;
- контроля и управления;
- извещения о пожаре;
- оповещения о пожаре.

Разработанная АИСПТ включает в себя реализацию следующих функций:

- сбор оперативной информации с датчиков пожара;
- обработка информации и формирование управляющих воздействий;
- автоматическая защита и блокировка оборудования;
- анализ предаварийных ситуаций;
- отображение пожарной ситуации на АРМ оператора;
- архивирование событий;
- подготовка и обмен информацией между системами управления.

Исходя из особенностей технологического процесса нефтеперерабатывающих предприятий необходимо применять достаточно функциональный и надежный контроллер с возможностью резервирования, который будет работать на основе модели цифрового автомата. Программная реализация модели цифрового автомата АИСПТ обеспечивает безопасность работы технологических процессов с учетом всех режимов работы предприятия [2]. Управляющая программа создается из секций согласно логической структуре.

В настоящее время все большее применение находят формальные методы построения алгоритмов диагностирования, которые, в отличие от интуитивных, предполагают наличие формального описания объекта и его поведения в исправном и неисправном состояниях. Такое формальное описание называется математической моделью объекта диагностирования.

Математическая модель объекта диагностирования представляет собой композицию моделей исправного объекта и каждой из рассматриваемых его неисправных модификаций.

Обычно математическая модель исправного объекта является заданной и по ней строятся модели неисправных модификаций. В общем виде ее можно представить записью

$$Z = \Phi(x, y, t), \quad (1.1)$$

где z - множество выходных функций (переменных), x - множество входных переменных, y - множество начальных значений внутренних переменных, t - время.

В качестве описаний АИСПТ при проверке исправности и правильности функционирования используются структурные, функциональные и принципиальные схемы, а также защитные характеристики и таблицы значений внутренних параметров в контрольных точках [3]. Эти описания, применимые в интуитивных методах проверки, не могут служить основой для разработки формальных методов построения алгоритмов диагностирования, так как они не являются математическими моделями.

Для формального описания АИСПТ принципиально можно использовать математические модели различных типов, основными из которых являются логические и динамические [4]. Исходными формами представления объекта диагностирования для построения моделей логического типа являются структурные, функциональные и принципиальные схемы, а для динамических моделей - кроме указанных схем еще временные и частотные характеристики объекта. Получение этих характеристик связано с большой экспериментальной и вычислительной работой, требующей проведения самостоятельных научных исследований. Кроме того, для реализации динамических моделей необходимо провести существенное изменение конструкции АИСПТ и оснастить их специальной дорогостоящей диагностической аппаратурой.

В настоящее время АИСПТ не приспособлены для построения динамических моделей. Кроме того, при решении задач диагностирования объектов в первую очередь следует использовать модели логического типа как наиболее простые и легко поддающиеся анализу с использованием современных средств вычислительной техники. Более сложные динамические модели следует применять лишь в случае, когда нельзя использовать модели логического типа.

Для построения математических моделей логического типа необходимо, чтобы входные, выходные и внутренние переменные были двоичными. Причем эти переменные не обязательно должны быть дискретными.

Анализ входных, выходных и внутренних переменных АИСПТ, проведенный в предыдущих разделах, показал, что каждую из этих переменных можно рассматривать как двоичную, одно из значений которой является истинным, а другое - ложным. Выше эти значения обозначались символами соответственно без черточки и с черточкой. В дальнейшем, как это принято в алгебре логики [5], истинные значения будем обозначать также символом "1", а ложные - символом "0".

Входные и выходные сигналы АИСПТ поступают и выдаются непрерывно. Отрезок времени между двумя соседними моментами изменения входного (выходного) набора представляет собой длину входного такта. Все непрерывное время функционирования АИСПТ разбито на такты переменной длины, каждому из которых соответствует свой набор значений входных (выходных) переменных. Смежных тактов с одинаковыми наборами быть не может, так как любой следующий такт определяется новым набором, отличающимся от предыдущего значением одной или нескольких переменных.

Внутреннее состояние АИСПТ в момент t определяется набором значений его внутренних переменных. Каждому набору этих значений соответствует свой внутренний такт, в течение которого состояние АИСПТ остается неизменным. Любое изменение внутреннего набора приводит к новому состоянию АИСПТ.

Исследование рабочего алгоритма функционирования АИСПТ показало, что эти аппараты можно классифицировать как устройства, перерабатывающие двоичные входные сигналы в двоичные выходные сигналы. Они имеют конечное число входных и выходных каналов и конечное множество внутренних состояний. АИСПТ функционируют в дискретные моменты времени и определяются дискретными состояниями. Заключение об их техническом состоянии делается по результатам измерения значений выходных и внутренних сигналов в установившемся состоянии. При этом изменения этих сигналов в переходном процессе не учитываются. Следовательно, использование сложных динамических моделей, описывающих поведение АИСПТ не является обоснованным.

Поэтому применение для АИСПТ моделей логического типа является вполне естественным. Известны различные модели логического типа [7], из которых самое широкое применение получили конечные автоматы, абстрактно определяемые как пятерка

$$G = (Q, X, Z, \delta, \lambda), \quad (1.2)$$

где Q - конечное множество внутренних состояний, X - конечное множество входных сигналов, Z - конечное множество выходных сигналов, $\delta: Q \times X \rightarrow Q$ - функция переходов, $\lambda: Q \times X \rightarrow Z$ - функция выходов [9,56]. Множества Q, X, Z называются соответственно внутренним, входным и выходным алфавитами.

В абстрактной теории автоматов внутренние состояния автомата, его входные и выходные сигналы рассматриваются как символы, а в структурной теории - как наборы элементарных сигналов.

Конечные автоматы используются в качестве математических моделей дискретных устройств, значения всех переменных которых задаются на конечных множествах, а время отсчитывается дискретно в виде целых чисел $t = 0, 1, 2, \dots$. Особенно широко они применяются в качестве моделей двоичных дискретных устройств [7].

Отсюда следует, что конечные автоматы могут быть использованы в качестве математических моделей АИСПТ. Значимость этих моделей, кроме простоты, состоит еще и в том, что теория их построения и методы анализа находятся на высоком уровне [6,] и для их реализации можно использовать средства вычислительной техники. Поэтому все формальные описания АИСПТ будем делать в виде конечных автоматов.

Конечные автоматы подразделяются на синхронные и асинхронные. В синхронных автоматах моменты дискретного времени $t = 0, 1, 2, \dots$, в которые возможны изменения состояния автомата, следуют через равные промежутки времени, определяемые генератором тактовых импульсов, В асинхронных автоматах моменты перехода автомата из одного состояния в другое заранее не определены и могут совершаться через неравные промежутки времени. Шкала дискретного времени для них определяется моментами фактического перехода автомата из одного состояния в другое [8] под воздействием входных и внутренних сигналов. Из проведенного ранее анализа следует, что для описания АИСПТ нужно использовать асинхронные автоматы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Топольский Н.Г.* Проблемы и принципы создания интегрированных систем безопасности и жизнеобеспечения // Материалы четвертой международной конференции «Информатизация систем безопасности» - ИСБ-95. - М.: ВИПТШ МВД РФ. 1995. - С. 14-17.
2. *Козлитин А.М., Яковлев Б.Н.* Чрезвычайные ситуации техногенного характера. Прогнозирование и оценка. Детерминированные методы количественной оценки опасностей техносферы: Учебное пособие/Под ред. А.И.Попова/- Саратов: Сарат.гос.ун-т, 2000. - 124 с.
3. Энциклопедия безопасности [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://protivpozhara.ru/tipologija/teorija/pozhary-i-vzglyvy-na-vzglyvopozhagoorasnyx-obektax> - Против пожара.
4. *Котляровский В.А., Забегаев А.В.* Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий. Учебное пособие. Книга 3. / Под редакцией В.А. Котляревского и А.В. Забегаева. - М.; Изд-во АСВ, 1998. 416 с.
5. *Прусенко Б.Е., Мартынюк В.Ф.* Анализ аварий и несчастных случаев в нефтегазовом комплексе России: Учеб. пособие / Под ред. Б.Е. Прусенко, В.Ф.Мартынюка. - М.: ООО "Анализ опасностей", 2002. - 309 с.
6. *Зюбин В. Е.* Программирование информационно-управляющих систем на основе конечных автоматов: учеб.-метод. пособ. Новосибирск: Новосибирский государственный университет, 2006. 96 с.
7. *Шальто А. А.* Автоматное программирование // Компьютерные науки и информационные технологии: тезисы докладов Междунар. науч.конф. памяти проф. А. М. Богомолова. Саратов: Саратовский государственный университет, 2007.
8. *Martinov, G.M.* Implementation of Control for Peripheral Machine Equipment Based on the External Soft PLC Integrated with CNC / G.M. Martinov, N.V. Kozak, R.A. Nezhmetdinov // 2017. - International Conference on Industrial Engineering. - Applications and Manufacturing (ICIEAM). - 16-19 May. - 2017. - p.1-4.

УДК 614.847.9

М. Ю. Володько, В. В. Князев, О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УПРАВЛЕНИЕ ЭВАКУАЦИЕЙ И ПОИСК МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ЛЮДЕЙ В ПОМЕЩЕНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ BLUETOOTH-МАЯКОВ BEACON – ТЕХНОЛОГИЙ

В данной статье показана альтернативная возможность предварительного формирования безопасного эвакуационного маршрута и поиска пострадавших на основе beacon – технологий, рассмотрена система контроля местоположения персонала с помощью меток iBeacon и реализация данной технологии по отслеживанию местонахождения сотрудников и возможности управлять движением людских потоков по направлению к эвакуационным выходам.

Ключевые слова: bluetooth-маяки, управление процессом эвакуации, маршрут эвакуации, beacon – технологии.

M. Y. Volodko, V. V. Knyazev, O. E. Storonkina, T. A. Mochalova

EVACUATION MANAGEMENT AND INDOOR LOCATION SEARCH WITH THE USE OF IBEACON TECHNOLOGIES

This article shows an alternative possibility of preliminary formation of a safe evacuation route and the search for victims based on Ibeacon technologies, a system for monitoring the location of personnel using Ibeacon tags and the implementation of this technology for tracking the location of employees and providing the opportunity to control the movement of human flows towards emergency exits.

Keywords: bluetooth beacons, evacuation process control, evacuation route, ibeacon.

Пожарная профилактика - комплекс инженерно-технических и организационных мероприятий, направленных на обеспечение противопожарной защиты объектов народного хозяйства.

Целью пожарно-профилактической работы является поддержание в стране высокого уровня пожарной безопасности в городах, населенных пунктах, местах концентрации материальных ценностей и на объектах народного хозяйства, путем приведения их в образцовое противопожарное состояние [1].

Основными задачами профилактической работы являются: разработка и осуществление мероприятий, направленных на устранение причин, которые могут вызвать возникновение пожаров; ограничение распространения возможных пожаров и создание условий для успешной эвакуации людей и имущества в случае пожара; обеспечение своевременного обнаружения возникшего пожара, быстрого вызова пожарной охраны и успешного тушения пожара [2].

Последние годы наблюдается положительная тенденция по развитию среды информационных технологий и активному внедрению последней в различные сферы деятельности. Примером тому служит активное использование компьютерных технологий, в том числе и при оказании услуг по обеспечению связи между абонентами, и по созданию геолокации внутри помещений.

При возникновении чрезвычайной ситуации пути эвакуации, ведущие в безопасные зоны, часто блокируются, а о других свободных направлениях люди, находящиеся в горящем здании могут быть не информированы. Система отображения местоположения сотрудника на плане здания и система навигация внутри помещения может решить данную проблему. Возможность управлять движением людских потоков по направлению к эвакуационным выходам, уменьшает продолжительность процесса эвакуации из горящего здания и делает возможным спасение многих человеческих жизней [3].

Сегодня повсеместное использование высоких технологий во всех сферах нашей жизни дает новые уникальные возможности, которые могут применяться в любой отрасли. Одним из трендов потребительского рынка являются технологии определения местоположения. В данной статье мы рассмотрим применение Bluetooth-маяков Beacon - технологий, которые используются для определения местоположения [4].

Метки myBeacon производятся в Санкт-Петербурге на высокотехнологичном производстве. По своим параметрам данные метки превосходят иностранные аналоги. Размер маяка чуть больше монеты (ширина 2,5 см; длина 4,8 см; толщина 0,4 см), время автономной работы на тонкой батарее 1 год.

Сотрудникам выдаются автономные браслеты iVeason с акселерометром или метки-брелки iVeaso (рис.1). В каждый браслет/метку прошит свой уникальный номер. Браслет/метка с заданной частотой излучает в радиоэфир уникальные номера, а также значения акселерометра по трем осям (x, y, z).

По значениям акселерометра можно определить движется сотрудник или нет, а также, не снял ли он браслет.

За счет наличия специального идентификационного номера, наши метки, в отличие от стандартных меток iVeason, защищены от эмуляции с целью подделывания данных.



Рис. 1. Автономные браслеты iVeason с акселерометром, метки-брелки iVeason

В зонах контроля помещения устанавливаются приемники iVeason. Приемник в режиме онлайн фиксирует все находящиеся рядом метки/браслеты iVeason и передает данные на сервер: время фиксации, уникальный номер, уровень сигнала, заряд батарейки и данные с акселерометра (рис.2).



Рис. 2. Приемник iVeason

На рис. 3. показано, как серверное ПО в режиме реального времени обрабатывает поступающую с приемников информацию и сохраняет необходимые данные в базе данных для последующего отображения в Web-интерфейсе и составления отчетов за период.

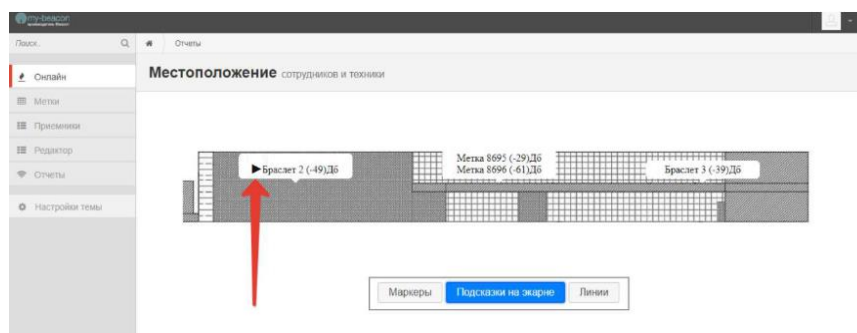


Рис. 3. Отображение поступающей информации Web-интерфейсе и составления отчетов за период

В случае если сотрудник движется, на плане появится соответствующая иконка. В отчетах также отображается активное время работы по акселерометру.

На рис 4 показано, как по встроенному в браслет iVeason акселерометру также можно понимать характер движения сотрудников, а также определять, что сотрудник находится без движения или упал, что особенно важно на опасном производстве.

Список Меток:

📍Кран (8695) 📍Погрузчик (8696) 📍Сотрудник 1 (2) 📍Сотрудник 2 (3)

Отчет за 2019-10-14 по метке Сотрудник 1 (2)

Эффективное время в движении: 00:14:40 (по данным акселерометра)

Отчет о рабочем времени за 2018-04-16

Дата	Логин	Геозона	Время входа	Время выхода	Длительность	Геозона	Длительность	Количество
2018-04-16	Иванов В.С.	Переработка	11:10:21	11:10:39	0:00:18	Переработка	0:23:12	30
2018-04-16	Иванов В.С.	Столярный цех	11:10:39	11:10:57	0:00:18	Столярный цех	0:47:19	51
2018-04-16	Иванов В.С.	[ВНЕ ЗОНЫ]	11:10:57	11:11:04	0:00:07	[ВНЕ ЗОНЫ]	1:08:04	89
2018-04-16	Иванов В.С.	Цех2	11:11:04	11:11:21	0:00:17	Цех2	3:28:51	47
2018-04-16	Иванов В.С.	[ВНЕ ЗОНЫ]	11:11:21	11:11:28	0:00:07	Металл1	0:10:23	9
2018-04-16	Иванов В.С.	Переработка	11:11:28	11:11:34	0:00:06	Металл2	0:14:43	5
2018-04-16	Иванов В.С.	Цех2	11:11:34	11:11:47	0:00:13	Цех новый	0:00:58	3
2018-04-16	Иванов В.С.	Переработка	11:11:47	11:12:05	0:00:18	Офис	0:05:16	1
2018-04-16	Иванов В.С.	[ВНЕ ЗОНЫ]	11:12:05	11:20:35	0:08:30	Склад1	0:01:41	2
2018-04-16	Иванов В.С.	Столярный цех	11:20:35	11:22:33	0:01:58	Склад 2	0:05:56	2
2018-04-16	Иванов В.С.	[ВНЕ ЗОНЫ]	11:22:33	11:23:27	0:00:54			
2018-04-16	Иванов В.С.	Цех2	11:23:27	11:24:23	0:00:56			
2018-04-16	Иванов В.С.	Столярный цех	11:24:23	11:24:47	0:00:24			
2018-04-16	Иванов В.С.	Цех2	11:24:47	11:26:16	0:01:29			
2018-04-16	Иванов В.С.	[ВНЕ ЗОНЫ]	11:26:16	11:27:59	0:01:43			
2018-04-16	Иванов В.С.	Металл1	11:27:59	11:28:20	0:00:21			
2018-04-16	Иванов В.С.	[ВНЕ ЗОНЫ]	11:28:20	11:28:37	0:00:17			
2018-04-16	Иванов В.С.	Металл1	11:28:37	11:28:56	0:00:19			

Рис. 4. Характер движения сотрудников

Разработанная этой компанией система контроля местоположения персонала с помощью меток iBeacon или браслетов iBeacon позволяет:

- Отслеживать текущее местоположение персонала на плане объекта.
- Отслеживать активное время в движении по акселерометру в браслете/метке.
- Строить отчеты по маршрутам за любой период.
- Строить отчеты по режимам труда и отдыха.
- Просматривать эффективность каждого сотрудника/группы сотрудников.
- Создавать разрешенные и запрещенные зоны для сотрудников.
- Корректировать движение сотрудников по помещениям.
- Рассылать уведомления.

Данное решение подходит для крупных компаний, сотрудники которых имеют возможность пользоваться смартфонами. В помещениях согласно разработанному плану развешиваются метки iBeacon. Персонал устанавливает на смартфоны мобильное приложение. Приложение в режиме online фиксирует наличие меток и передает данные на сервер.

Серверное ПО через специальный WEB-интерфейс позволяет просматривать, кто из персонала сейчас находится в офисе, а также строить отчеты за любой период: по рабочему времени, времени отдыха, обеденному времени и т.д. (рис. 5).



Рис. 5. Отображение нахождения персонала через специальный WEB-интерфейс

Контроль сотрудников через метки/браслеты.

Если нет возможности использовать смартфоны или не должен знать о скрытом мониторинге, мы рекомендуем использовать контроль с помощью брелоков. В помещениях развешиваются специальные приемники iBeacon. Персоналу раздаются брелоки iBeacon или браслеты iBeacon. Приемники сканируют находящиеся рядом брелоки и передают данные на сервер. В специальном визуальном редакторе можно разместить приемники iBeacon на плане здания (рис.6).



Рис. 6. Схема размещения приемники iBeacon на плане здания

Серверное программное обеспечение позволяет с помощью авторского WEB-интерфейса просматривать следующие данные: какие сотрудники сейчас на рабочем месте и формировать электронные отчеты за интересующий работодателя период времени (рис. 7).

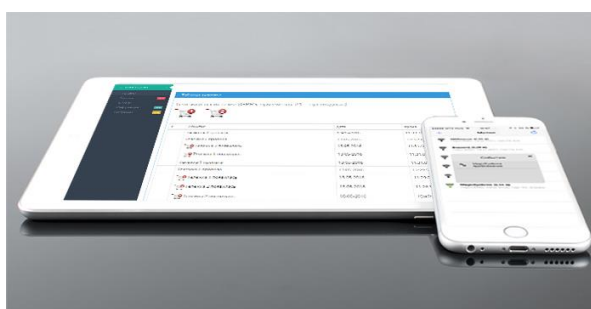


Рис. 7. Электронный отчет за интересующий работодателя период времени

Данный вариант в сравнении с предыдущим имеет несколько явных преимуществ:

- Невысокая стоимость брелока.
- Долгий срок службы батарейки в брелоке.
- Отсутствие необходимости использования смартфона.

Данную опцию, возможно, реализовать в проекте по отслеживанию местонахождения сотрудников и возможности управлять движением людских потоков по направлению к эвакуационным выходам.

Основной задачей проекта является online контроль местоположения сотрудников.

Для реализации проекта в каждом кабинете устанавливаются приемники iBeacon с GSM-модемом, которые фиксируют нахождение сотрудников и передают информацию на облачный сервер (рис.8).

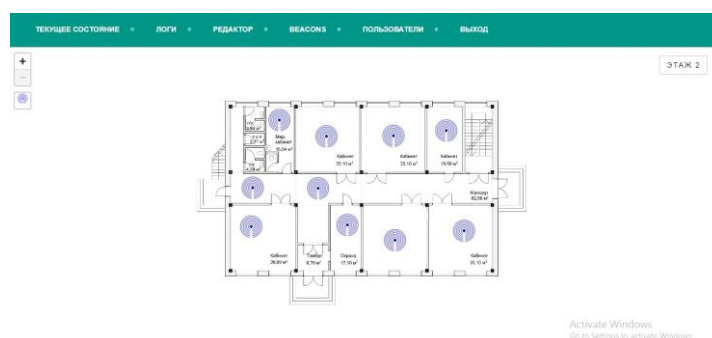


Рис. 8. Передача информации на облачный сервер посредством приемника iBeacon с GSM-модемом

Каждому сотруднику выдаются носимые метки-брелки iBeacon с батареейкой.

Также возможность пользоваться мобильным приложением для сотрудников с indoor-навигацией, помогающих им ориентироваться в помещении и строить маршруты к выходу и возможность получать различные уведомления (рис. 9).



Рис. 9. Indoor-навигация, помогающая сотрудникам ориентироваться в помещении и строить маршруты

Таким образом, управление эвакуацией и поиск местонахождения людей в помещении с применением bluetooth-маяков beacon – технологий позволят избежать тяжелых последствий в результате пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. НПБ 104-03. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях: прилож. к приказу МЧС РФ от 20.06.2013 г. № 323 (в ред. приказа МЧС РФ от 07.02.2008 г. № 57). М.: ГУГПС и ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2013.
2. Воробьев Ю. Л. Проблема обеспечения пожарной безопасности в зданиях с массовым пребыванием людей / Ю.Л. Воробьев, Н.П. Копылов // Пожарная безопасность. 2006.- № 2. - С. 113-124.
3. Базилевич А.Я. Особенности разработки противопожарных мероприятий при строительстве зданий многофункционального назначения со сложной геометрией / А.Я. Базилевич, С.В. Пузач, Д.Г. Карпенко, Е.С. Пузач, Е.В. Сулейкин // Пожаровзрывобезопасность. 2014. - Т. 13, № 1. - С. 20-29.
4. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре (СОУЭ) // Сайт Группы компаний «Пожарная безопасность и строительство 21 века». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.01proekt.ru/systemofthenotification>. (Дата обращения: 25.05.2020).

УДК 656

Д. А. Глоба, В. В. Киселев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

В статье обосновывается актуальность проведения мониторинга нефтегазопроводов с применением беспилотной авиационной техники для предупреждения возможных пожаров и аварий. Определены основные задачи, предъявляемые к беспилотным летательным аппаратам, а также перечень проблемных вопросов, связанных с несовершенством существующей техники.

Ключевые слова: мониторинг, беспилотные авиационные системы, авария, предупреждение, ущерб, угроза.

D. A. Globa, V. V. Kiselev

IMPROVING METHODS OF MONITORING OIL AND GAS FACILITIES

The article substantiates the relevance of monitoring oil and gas pipelines using unmanned aerial vehicles to prevent possible fires and accidents. The main tasks for unmanned aerial vehicles, as well as a list of problematic issues related to the imperfection of existing technology, have been determined.

Key words: monitoring, unmanned aerial systems, accident, warning, damage, threat.

Рассматривая статистику пожаров на объектах нефтегазового комплекса, можем заметить, что ежегодно фиксируются такие пожары как в нашей стране, так и за рубежом. Причем наблюдается положительная динамика пожаров в данном секторе экономики. Это может объясняться ежегодно повышающейся нагрузкой на объекты нефтепереработки и транспортировки нефтепродуктов. Поэтому повышение уровня пожарной безопасности объектов нефтегазового комплекса является актуальной задачей.

Анализ основных причин пожаров и аварий на объектах нефтегазового комплекса показал, что достаточно часто (31,2 % случаев) аварийная ситуация создается из-за разгерметизации нефтегазопроводов. В случае возникновения утечки нефтепродуктов можем привести наиболее вероятные сценарии развития аварийной ситуации – это взрыв парогазовоздушной смеси или пожар вследствие пролива нефти. Реализация подобных сценариев приведет к значительным материальным потерям и, как правило, носит затяжной характер при их ликвидации.

Нефтегазовая отрасль отличается в лучшую сторону среди большинства отраслей народного хозяйства наличием непрерывного контроля за функционированием системы транспортировки сырья и продуктов переработки нефти. Именно здесь непрерывно внедряются новые и совершенствуются существующие методы диагностики. Вкладываются значительные материальные ресурсы для проведения предупредительных мероприятий, регулярно осуществляется ремонт действующих транспортных систем, строятся новые объекты. Тем не менее, как было сказано выше, сбои и аварии случаются и на объектах данной отрасли. Все эти факторы обуславливают необходимость постоянного совершенствования организации обеспечения пожарной безопасности.

На наш взгляд одним из наиболее действенных способов повышения уровня пожарной безопасности на линейных объектах нефтегазовой отрасли является осуществление постоянного надежного мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Такие мероприятия позволят в значительной мере смягчить последствия вероятной чрезвычайной ситуации или вовсе предупредить ее возникновение. Отличительной чертой данной отрасли является значительна протяженность нефтегазопроводов. Поэтому мониторинг эффективней будет осуществлять с воздуха, используя пилотируемую или беспилотную летательную технику. Что касается пилотируемых летательных аппаратов, то использование их исключительно для мониторинга будет весьма затратным. Для справки можно привести стоимость летного часа вертолета Ми-8, которая составляет около 50 тысяч рублей. Поэтому для мониторинга нефтегазопроводов лучше подойдет беспилотная летательная техника, причем, с учетом необходимости преодоления значительных расстояний, рекомендуется использовать летательные аппараты самолетного типа.

Беспилотные летательные аппараты самолетного типа, применяемые для обследования магистральных нефтегазопроводов должны выполнять следующие основные задачи:

- 1) должны осуществлять движение над нефтегазопроводами для фото и видео фиксации с необходимым уровнем разрешения аппаратуры для проведения визуального исследования (рис. 1);
- 2) осуществлять облет магистральных трубопроводов с проведением термографического исследования.



Рис. 1. Данные с БПЛА в ходе контролируемого пожара

Этих двух параметров считаем будет достаточно для оценки текущей ситуации и прогнозирования обстановки.

При разработке методики применения беспилотных летательных аппаратов для проведения мониторинга объектов нефтегазового комплекса следует учитывать существующий опыт применения БПЛА на подоб-

ных объектах экономики. Опыт применения беспилотных летательных аппаратов выявил перечень проблемных вопросов, а именно невысокая продолжительность работы летательных аппаратов, сложность использования при низких температурах, проблема поиска аппарата в случае его аварии, низкий уровень автоматизации мониторинга, влияние сложившихся метеорологических условий на управляемость летательного аппарата и некоторые другие. Тем не менее, постоянно разрабатываются новые модели беспилотных летательных аппаратов, лишенные некоторых недостатков предшествующих моделей. Решение проблемных технических вопросов является задачей целого блока научных направлений, прежде всего в области энергосбережения и создания высокоэффективных аккумуляторных батарей.

В качестве вывода следует отметить, что совершенствование существующих методик автоматизированного мониторинга объектов нефтегазового комплекса с применением беспилотных летательных аппаратов позволит осуществлять контроль в режиме реального времени, обеспечивая повышение уровня пожарной безопасности, а также предупредить возможные чрезвычайные ситуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В. Мировая пожарная статистика в начале XXI века. // Пожарная безопасность. – 2005. – № 5. – С. 78-88.
2. Reports of Center of Fire Statistics of CTIF. – Moscow. – 2004. – № 10.
3. Чешко И.Д. Технические основы расследования пожаров: Методическое пособие. – М.: ВНИИПО, 2002. – 330 с.
4. Киселев В.В. Разработка робототехнического комплекса для разведки и тушения пожаров. // В сборнике: Общонаучные проблемы инженерной подготовки кадров МЧС России. Сборник трудов секции № 16 XXX Международной научно-практической конференции. Химки, 2020. С. 75-79.
5. Киселев В.В. Использование космического мониторинга земли для предупреждения возникновения ЧС гидрологического характера. // В книге: Гражданская оборона на страже мира и безопасности. Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны. В 3-х частях. 2020. С. 335-339.
6. Киселев В.В. Организация работы беспилотной авиационной системы при проведении мониторинга нефтепроводов. // В сборнике: Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 247-250.
7. Рязанов А.В., Рычко О.К., Киселев В.В., Жванкова Р.А. Основные характеристики действующих и возможных к применению методов мониторинга техносферной безопасности в РФ. // В сборнике: Пожарная и аварийная безопасность. сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности. 2018. С. 376-378.

УДК 614.842

А. Р. Дашевский, П. В. Данилов, К. В. Жиганов, Г. В. Вазюля
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВИДЕОМОНИТОРИНГА ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Статья посвящена разработке системы предупреждения лесных пожаров на основе системы видеомониторинга. В статье представлена краткая характеристика лесных пожаров и способы борьбы с ними. Так же приведена разработка системы видеомониторинга для предупреждения лесных пожаров, основные требования к данной системе и задачи которая она должна решать.

Ключевые слова: лесной пожар, видеомониторинг, предупреждение.

A. R. Dashevsky, P. V. Danilov, K. V. Zhiganov, G. V. Vazula

DEVELOPMENT OF A VIDEO MONITORING SYSTEM FOR PREVENTION OF FOREST FIRES

The article is devoted to the development of a forest fire prevention system based on a video monitoring system. The article provides a brief description of forest fires and how to deal with them. The development of a video monitoring system for preventing forest fires, the basic requirements for this system and the tasks that it should solve are also given.

Key words: wildfire, video monitoring, warning.

Успешность тушения лесного пожара зависит во многом от того, насколько своевременно он обнаружен и как быстро организована борьба с ним.

Лесным пожаром называется стихийное, неуправляемое распространение горения на лесной площади. Лесные пожары разделяются на три вида: низовые, верховые, подземные или торфяные.

Так как тушение лесных пожаров на поздней стадии является весьма сложной задачей для которой необходимы затраты большого количества, как материальных так и людских ресурсов, то соответственно целесообразней предупреждать развитие лесного пожара на ранней стадии. Для предупреждения развития лесных пожаров можно использовать систему видеомониторинга, которая в реальном времени следит за подконтрольной каждой камере территорией, и в случае возгорания сигнализирует о месте возникновения очага.

Система видеомониторинга должна состоять из двух частей: аппаратной и программной. Аппаратная часть - это сеть управляемых датчиков наблюдения (видеокамер, тепловизионных датчиков, инфракрасных камер). Программная часть - это специальное программное обеспечение (ПО), с помощью которого осуществляется мониторинг лесов в режиме реального времени и определяются координаты возгораний. Последнее предполагает, что система может обнаруживать огонь на предпожарной стадии - стадии возгорания, что на практике позволяет предупреждать чрезвычайные ситуации.

Для функционирования системы можно использовать уже существующую инфраструктуру мобильных операторов (сотовые вышки, аппаратура связи и обслуживающие команды), лесопожарные вышки. Т.к. система должна легко масштабироваться и расширяться, то она должна быть пригодна для обнаружения лесных пожаров как на небольших территориях, так и на больших площадях.

Разработанная функциональная схема представлена на рис.1.

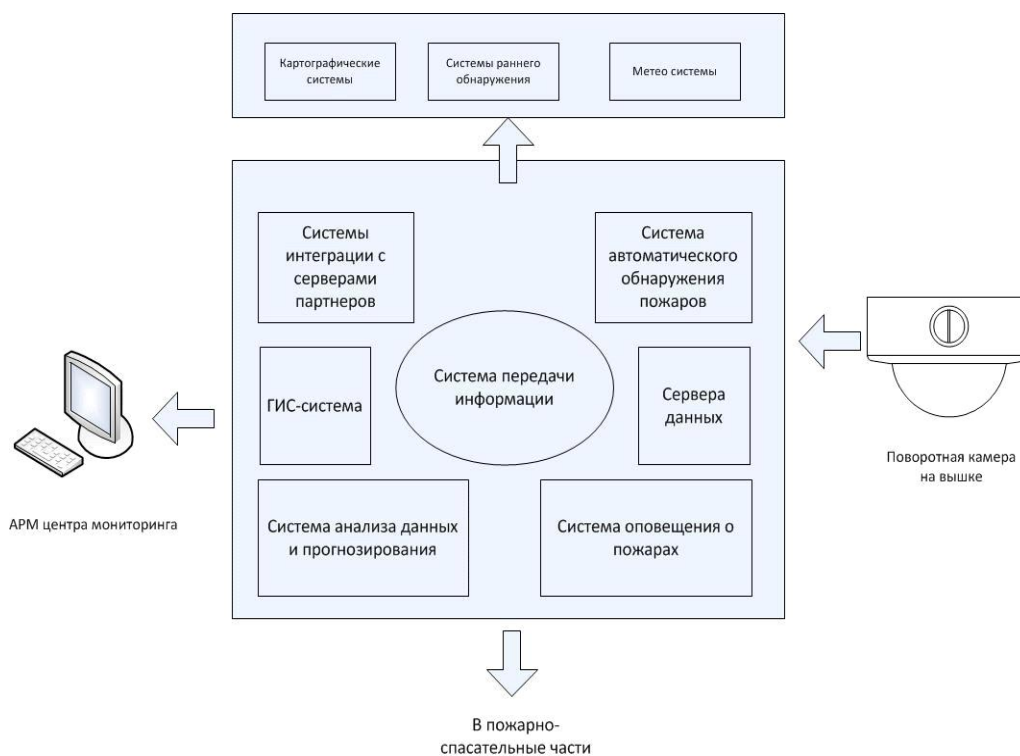


Рис. 1. Функциональная схема системы пожарного видеомониторинга

Задачи, которые должна решать система видеомониторинга:

- Обеспечивать проведение видеомониторинга леса вблизи населённых пунктов в режиме реального времени.
- Получать доступ к системе из любого центра контроля, при наличии подключения в сеть Интернет на требуемой скорости с достаточным количеством трафика.
- Возможность выбора любой доступной камеры для получения с нее видеоизображения.
- Менять ориентацию камеры, как по азимуту, так и по высоте, менять приближение камеры.
- Устанавливать параметры получаемого с камеры видеоизображения, такие как разрешение и качество изображения (величина сжатия).
- Изменять параметры используемого камерой инфракрасного фильтра для достижения приемлемых условий видимости в различных условиях.
- Возможность получения информации о текущей ориентации камеры относительно севера (азимут) в виде числа и указания направления.
- Получать информацию о текущем приближении камеры в виде числа и сектора обзора.
- Возможность представления информации о местоположении видеокамер и их текущей ориентации.
- Возможность управления камерой с помощью программных алгоритмов.
- Возможность сохранения и доступа к сохраненным ориентациям камеры (привязкам) на заранее заданные объекты, например пожароопасные объекты, естественные ориентиры и т.д.
- Формировать маршруты патрулирования, предназначенные для автоматического сканирования заданной территории.
- Запускать маршруты патрулирования по отдельности для выбираемых камер, а также последовательно несколько маршрутов на различных камерах путем формирования списка маршрутов для просмотра.
- Запускать одновременно до четырех маршрутов патрулирования в одном окне, предназначенном для обзорного мониторинга сразу нескольких камер (требуется высокая пропускная способность каналов связи).
- Возможность заикливать просмотр одного маршрута или группы маршрутов.
- Возможность автоматического отключения приложения при долгосрочном отсутствии активности пользователя.
- Сохранять текущее изображение с камеры в виде картинки и в виде видеофайла для дальнейшего просмотра и анализа.
- Возможность автоматического обновления с минимальным участием пользователя для добавления новой функциональности и устранения программных ошибок в любом месте размещения.
- Возможность работы нескольких пользователей с одной камерой в режиме разделения по времени с помощью механизма блокировок управления и просмотра.
- Возможность маркировки различных объектов, предназначенных для выполнения процедур по мониторингу леса (населенные пункты, ориентиры и т.д.).
- Возможность отображения на видеоизображении, поступающем с камеры, объектов, попадающих в область обзора с обозначением типа объекта.
- Определять направление на видимый пожар при видимости с одной камеры с точностью 0,5 градуса и осуществлять маркировку данного объекта.
- Определять точные географические координаты видимого не менее чем с 2-х камер пожара с точностью 250м и отображать его в информационной базе.
- Возможность определения квартала по географическим координатам.
- Возможность представления информации о текущей пожарной обстановке на мобильном телефоне.
- Определять координаты пожара на основе информации поступающей от системы наземного мониторинга – с пожарно-наблюдательных вышек. Осуществлять маркировку пожара.
- Возможность корректировки ориентации камеры при её физическом смещении, для сохранения всех привязок ориентации камеры.
- Возможность представления в едином информационном блоке информации с различных информационных источников (метеорологические данные, данные с системы спутникового мониторинга и др.).
- Возможность автоматического обнаружения очагов возгорания системой и сигнализации оператору при просмотре маршрутов патрулирования (требуется высокая производительность процессора).
- Возможность автоматического обнаружения очагов возгорания системой и сигнализации оператору при выполнении мониторинга в ручном режиме (требуется высокая производительность процессора).
- Автоматическое обнаружение очагов возгорания и сохранение фотоинформации и информации о направлении на потенциально опасный объект в архиве.

- Предоставление доступа к архиву потенциально опасных объектов, обнаруженных автоматической системой, с возможностью уточнения.
- Возможность обмениваться оперативными сообщениями о сложившейся ситуации с другими операторами и группами операторов в рамках выполнения задач по обнаружению и ликвидации пожаров.

Система видеонаблюдения пожарной безопасности лесных хозяйств, должна располагаться на высоте порядка 45 – 55 м. на лесопожарной вышке или вышке операторов сотовой связи. И должна обеспечивать обзор 25 – 30 км.

Оборудование системы видеомониторинга на вышке должно выполнять следующие задачи:

- осуществлять обзор на 360°;
- передавать видеоинформацию на пульт наблюдения в лесничество;
- автоматически определять появление возгораний в лесных массивах;
- формировать видеоархив;
- иметь органы управления;

Данная система видеомониторинга позволит обнаруживать очаги лесных пожаров на ранней стадии зарождения и оперативно принимать меры по локализации и ликвидации этих очагов, что в свою очередь существенно сократит ущерб от лесных пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коломинова М.В. Машины и механизмы для борьбы с лесными пожарами: метод. указания / М.В. Коломинова. – Ухта: УГТУ, 2008. – 43 с.
2. Колодий П. В. Механизация лесохозяйственных работ с основами теоретической механики : учеб.-метод. комплекс для студ. специальности 1-750101 «Лесное хозяйство»: в 2 ч. Ч. 2 / П. В. Колодий, Т. А. Колодий; М-во образования РБ, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2009. – 339 с.
3. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 28 марта 2014 г. N 161 «Об утверждении видов средств предупреждения и тушения лесных пожаров, нормативов обеспеченности данными средствами лиц, использующих леса, норм наличия средств предупреждения и тушения лесных пожаров при использовании лесов».
4. Приказ МЧС России от 05.05.2008 г. № 240 «Об утверждении порядка привлечения сил и средств подразделений пожарной охраны, гарнизонов пожарной охраны для тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».
5. Методика тушения ландшафтных пожаров (утв. МЧС России 14 сентября 2015 г).

УДК 614.846.35

У. А. Дохтукаев, А. Д. Семенов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ СТРУЙНОГО НАСОСА В РЕЗЕРВНОЙ ВАКУУМНОЙ СИСТЕМЕ ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ

В работе рассмотрена возможность резервирования основной вакуумной системы пожарного насоса резервной, которая представляет собой струйный насос, подключенный к пневматической системе пожарного автомобиля.

Ключевые слова: струйный насос, вакуумная система, пожар, пожарный автомобиль.

U. A. Dokhtukaev, A. D. Semenov

APPLICATION OF THE JET PUMP IN THE BACKUP VACUUM SYSTEM OF A FIRE TRUCK

The paper considers the possibility of reserving the main vacuum system of a fire pump as a backup, which is a jet pump connected to the pneumatic system of a fire truck.

Keywords: jet pump, vacuum system, fire, fire truck.

Известно [1], что пожары приводят к значительному материальному ущербу. По этому, необходимо совершенствовать технические средства борьбы с огненной стихией, улучшать характеристики, эргономику пожарной техники и совершенствовать особенности развертывания подразделений.

Действия подразделений при вызове на тушение пожара (рис. 1) можно представить, как комплекс управленческих решений и оперативно-тактических действий, которые направлены эффективную борьбу с пожарами.

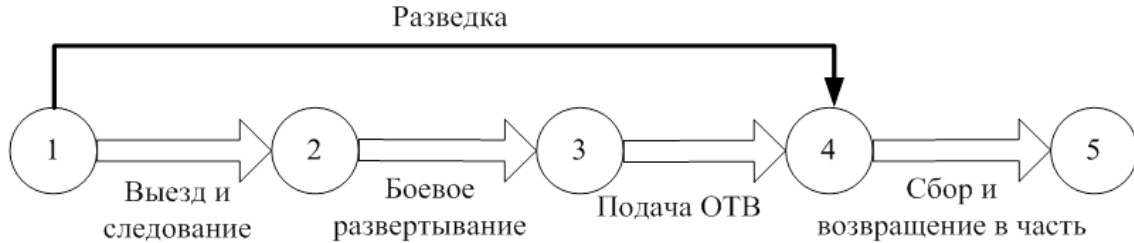


Рис. 1. Технологический порядок операций проведения тушения пожара

Исходя из последовательности действий [2-3], выполняемых при тушении пожара, ликвидации его последствий является сложным процессом, который включает в себя несколько видов действий (рис. 1). Исходя из этого, для оценки эффективной работы подразделений целесообразно использовать время прибытия и развертывания.

Основной показателями, которые характеризуют пожар, являются линейная скорость распространения горения и время горения. На графике (рис. 2) представлены зависимость скорости горения от времени пожара. Как видно в первые 20 минут развития температура в зоне горения достигает своего максимума, далее начинается снижение скорости горения, что обусловливается уменьшением горючей нагрузки. Поэтому, чем раньше подразделения пожарной охраны приступят к тушению пожара, тем меньше будет материальный ущерб от его последствий.

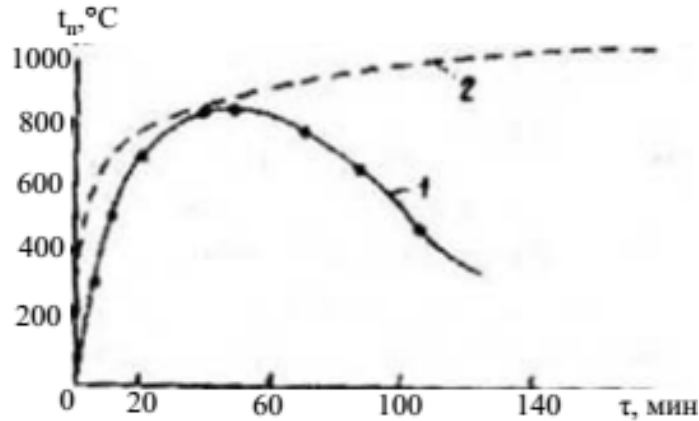


Рис. 2. Изменение температуры внутреннего пожара во времени
1- кривая конкретного пожара; 2-стандартная температурная кривая

Основными автомобилями, используемыми в подразделениях пожарной охраны для тушения пожаров, являются пожарные автоцистерны, которые оборудованы центробежным пожарным насосом [4]. Основной недостаток при эксплуатации пожарного насоса – невозможность подачи воды при незаполненной рабочей полости водой. Поэтому от исправности стационарной вакуумной системы пожарного автомобиля будет зависеть время начала тушения пожара, что требует рассмотрения возможности дублирования вакуумного агрегата.

На сегодняшний день на пожарных автомобилях используется вакуумная система в виде газоструйного вакуумного агрегата или шиберного насоса.

Основные неисправности (отказы), возникающие в насосных установках и водопенных коммуникациях, приводят к нарушению их работоспособности, снижению эффективности тушения пожаров и увеличению убытков от них. Отказы в работе насосных установок возникают вследствие ряда причин:

1. Не правильная последовательность в использовании.
2. Износ.
3. Нарушения плотности соединений и связанные с ними утечки жидкости из систем.

Наибольшее число отказов вакуумной системы регистрируется в зимний период времени.

Однако не во всех районах есть возможность установить пожарный автомобиль на гидрант, а в некоторых случаях при повторном вызове на пожар нет времени заправить цистерну пожарного автомобиля водой.

Для заполнения рабочей полости насоса водой на кафедре пожарной техники Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России разработана дополнительная вакуумная система пожарного автомобиля, представляющая собой ручной поршневой насос [4]. Однако нет автоматизации забора воды и не разработан способ подключения системы к вакуумному крану рабочей полости пожарного насоса.

На современных пожарных автомобилях, качестве резервного агрегата вакуумной системы, предлагается использовать струйный насос. Струйный насос встраивается в пневматическую систему пожарного автомобиля представленной на рисунке 3 [5]. Из первичного ресивера (или вторичного) воздух подается на осушитель затем в струйный насос и выходит в окружающую среду. Из рабочей полости пожарного насоса происходит эжектирование через всасывающий трубопровод воздуха (вакуумирование) заполняющего полость насоса. Происходит забор воды.

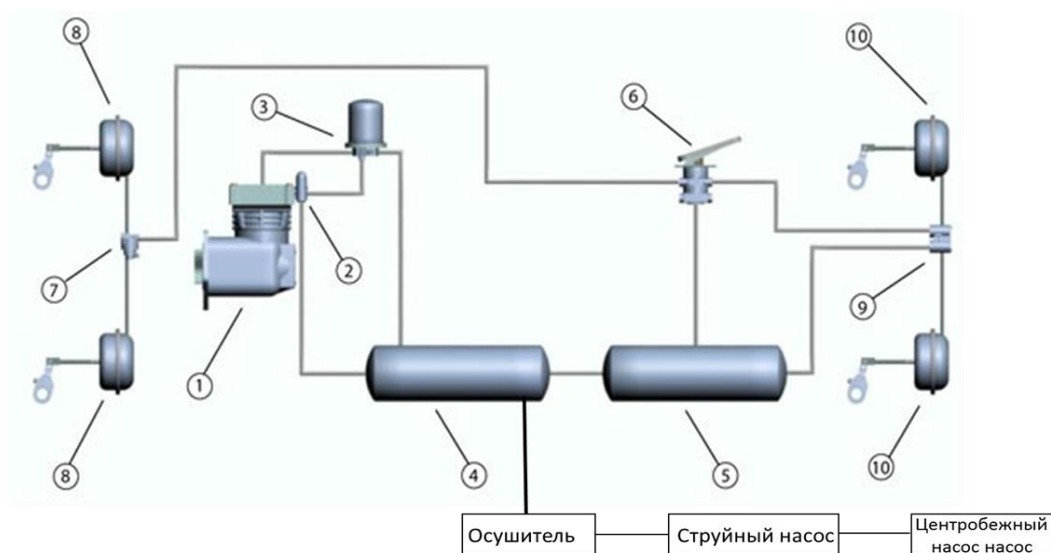
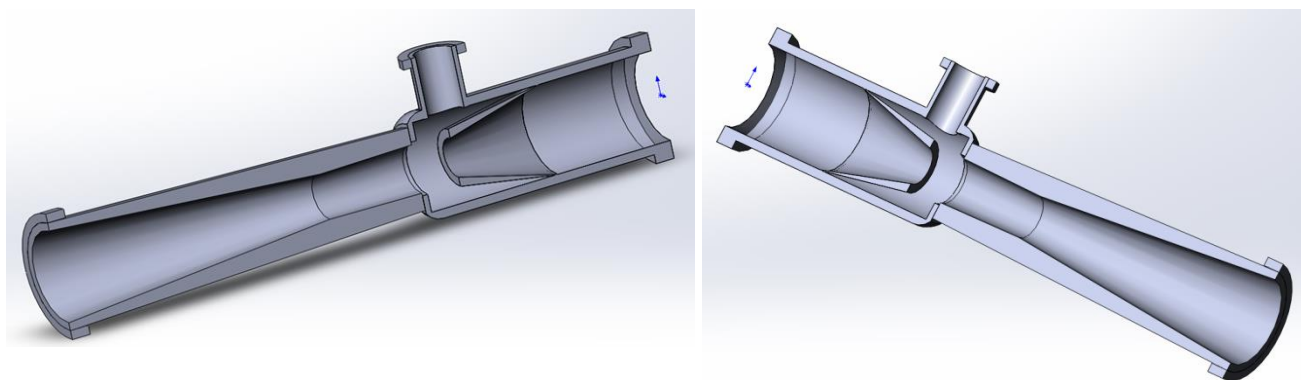


Рис. 3. Принципиальная схема устройства модернизированной пневматической тормозной системы
1 - компрессор, 2 - говернер, 3 - осушитель воздуха, 4 - первичный ресивер, 5 - вторичный ресивер, 6 - педаль тормоза с ножным клапаном, 7 - ограничительный клапан передней оси, 8 - передняя тормозная камера, 9 - ускорительный клапан, 10 - задняя тормозная камера

Однако, для проектирования резервной вакуумной системы требуется рассчитать основные рабочие характеристики струйного насоса. Расчет рабочих характеристик струйного насоса для резервной вакуумной системы проводился по методике [6].



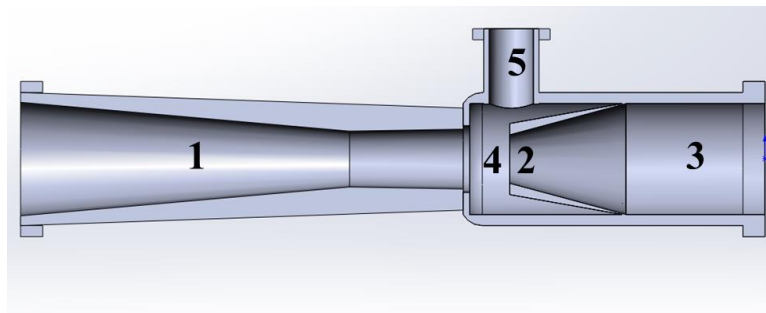


Рис. 4. 3D изображение струйного насоса резервной вакуумной системы

3D изображение спроектированного струйного насоса резервной вакуумной системы представлено на рисунке 4. Основные конструктивные элементы, которого 1 – диффузор, 2 – сопло, 3 – нагнетательный трубопровод, 4 – камера смешения, 5 всасывающий трубопровод.

Таким образом, в работе получены геометрические размеры струйного насоса. Использование его в качестве резервного вакуумного агрегата позволит повысить оперативную готовность пожарных автоцистерн при тушении пожаров в безводных районах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 году» [Электронный ресурс]: Государственный доклад - Режим доступа: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/4602> (дата обращения 29.09.2020).
2. Тербнев В.В., Тербнев А.В. Управление силами и средствами на пожаре. Учебное пособие – М., 2003 г. – 261 с.
3. Подгрушный А.В. Повышение тактических возможностей пожарных подразделений на основе совершенствования управления боевыми действиями / А.В., Подгрушный. Диссертация канд. техн. наук / АГПС. – 2003. – 258 с.
4. Семенов А. Д., Курочкин В. Ю., Бочкарев А. Н. Резервная вакуумная система пожарного насоса / Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, посвященной Году пожарной охраны – Иваново, 2016. С 302-305.
5. Пневматические тормоза - принцип работы и устройство: [Электронный ресурс] URL: https://new.etsp.ru/articles/technical_article/пневматические-тормоза-принцип-работы-и-устройство/. (Дата обращения: 01.05.2020).
6. Соколов Е. Я. Струйные аппараты / Е. Я. Соколов, Н. М. Зингер –3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат. 1989. – 352 с.

УДК 614.847.79

Д. А. Дроздов, Е. А. Ягодка
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ СПЕЦИАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЭВАКУАЦИИ ДЕТЕЙ ИЗ ВЕРЁВОЧНЫХ ПАРКОВ

Работа посвящена описанию результатов модельного эксперимента по проверке работоспособности специального технического устройства для спуска детей с высоты маршрута верёвочного парка, теоретическая модель которого ранее была предложена авторами.

Ключевые слова: верёвочный парк, спусковое устройство, эвакуация, эксперимент.

D. A. Drozdov, E. A. Yagodka

CHECKING THE PERFORMANCE OF A SPECIAL TECHNICAL DEVICE FOR THE EVACUATION OF CHILDREN FROM ROPE PARKS

The paper describes the results of a model experiment to test the performance of a special technical device for lowering children from the height of the rope Park route, the theoretical model of which was previously proposed by the authors.

Key words: rope Park, descent device, evacuation, experiment.

Согласно ст. 5 ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности, направленную на обеспечение безопасности людей при пожаре. Одним из способов защиты людей при пожаре является обеспечение их безопасной эвакуации посредством организации оповещения и управления движением людей по эвакуационным путям. Однако, анализ нормативной базы в области пожарной безопасности показал, что в некоторых ситуациях существующих решений может оказаться недостаточно или они могут быть не эффективны для обеспечения эвакуации людей при пожаре.

В качестве такой ситуации рассматривается вопрос обеспечения безопасности людей (детей), находящихся в развлекательных зонах внутри зданий, а в частности на маршрутах веревочных парков (рисунки 1).

В предыдущих работах авторами была рассмотрена проблема своевременной эвакуации (своевременного спуска) детей при их нахождении на маршруте веревочного парка в случае возникновения пожара [3]. В качестве решения предложено специальное техническое устройство (рисунок 2).

Численный эксперимент на основе математического моделирования пожара показал возможность эффективного использования устройства, разработанного авторами, для своевременной эвакуации детей из веревочных парков [3].

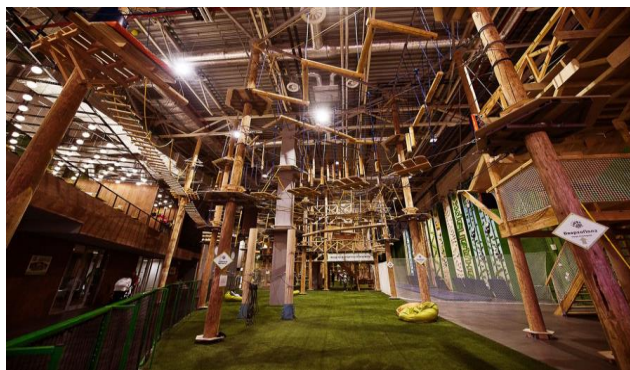


Рис. 1. Фото веревочного парка

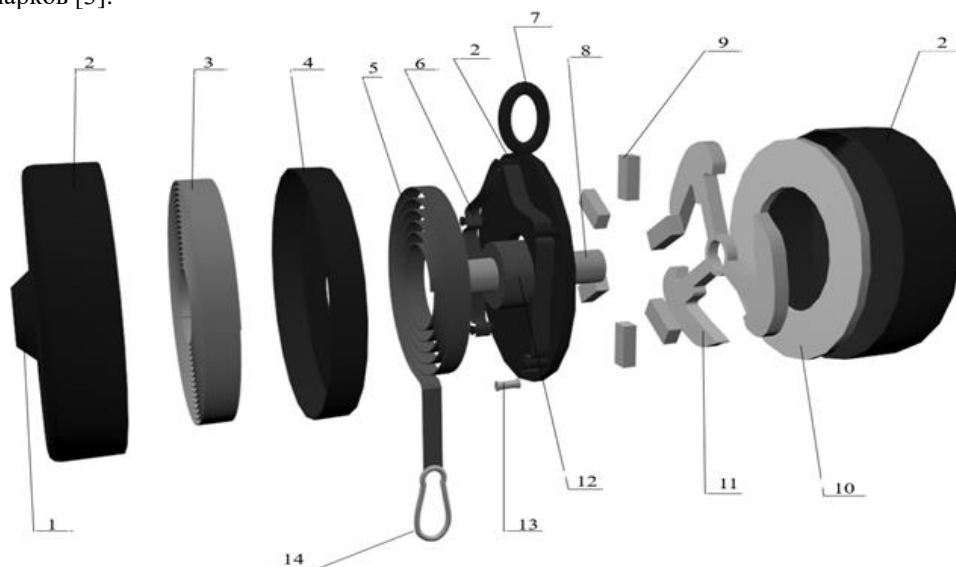


Рис. 2. Схема спускового устройства

- 1 – пыльники; 2 - корпус; 3 - спиралевидная пружина; 4 - барабан для спирали;
- 5 - нейлоновая стропа; 6 - металлический каркас для уменьшения резкости падения при срыве;
- 7 - кольцо для закрепления устройства; 8 - вал; 9 - сверхмощные магниты;
- 10 - магнитное кольцо; 11 - ротор в сборе; 12 - подшипник на валу;
- 13 - валик для обеспечения плавности выхода стропы; 14 – карабин

В целях проверки работоспособности теоретической модели устройства создан макет (рисунок 3). Он представляет собой спусковую катушку, содержащую корпус, выполненный в виде параллелепипеда, внутри которого размещен подшипник, вращающийся на валу. Устройство поделено на две части. В первой находится непосредственно тормозной механизм, действие которого основано на электромагнитной индукции. Он состоит из металлического ротора, закрепленного на подшипнике, и сверхмощных неодимовых магнитов, расположенных по периметру круга со стороны ротора. Во второй части расположена стропа, присоединенная к подшипнику и сматанная вокруг него в катушку.



Рис. 3. Фото макета

Практическая проверка вышеописанного макета проводилась в виде испытания [4], основной целью которого была проверка работоспособности тормозного механизма, обеспечение требуемой скорости спуска, а также предварительная оценка надёжности устройства.

Ход эксперимента:

При помощи макета спускового устройства выполнялся поочерёдный спуск груза массой m (кг) с высоты $H_{сп}$. С помощью секундомера замерялось время спуска t . После чего, при помощи математических формул (1 – 6) [5] вычислена средняя скорость спуска $V_{сп}$. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

$$V_{сп} = \frac{H_{сп}}{t} \quad (1)$$

$$V_{сп1} = \frac{4,479}{3,1} = 1,493 \text{ м/с} \quad (2)$$

$$V_{сп2} = \frac{4,479}{2,05} = 2,24 \text{ м/с} \quad (3)$$

$$V_{сп3} = \frac{4,479}{1,57} = 2,85 \text{ м/с} \quad (4)$$

$$V_{сп4} = \frac{4,479}{1,01} = 4,44 \text{ м/с} \quad (5)$$

$$V_{сп5} = \frac{4,479}{0,54} = 8,3 \text{ м/с} \quad (6)$$

Таблица 1. Результаты испытаний

№ п/п	Н _{сп} , м	m, кг	t, с	V _{ср} , м/с	V _{тр} , м/с	Выполнение условия безопасного спуска
1	4,479	15	3,1	1,493	Не более 1,5*	+
2		20	2,05	2,24		-
3		30	1,57	2,85		-
4		35	1,01	4,44		-
5		50	0,54	8,3		-

Примечание: * - безопасная скорость спуска, предотвращающая травмирование людей при приземлении [6].

На основе полученных данных построен график зависимости средней скорости спуска V_{ср} от массы спускаемого груза m (рисунок 4).

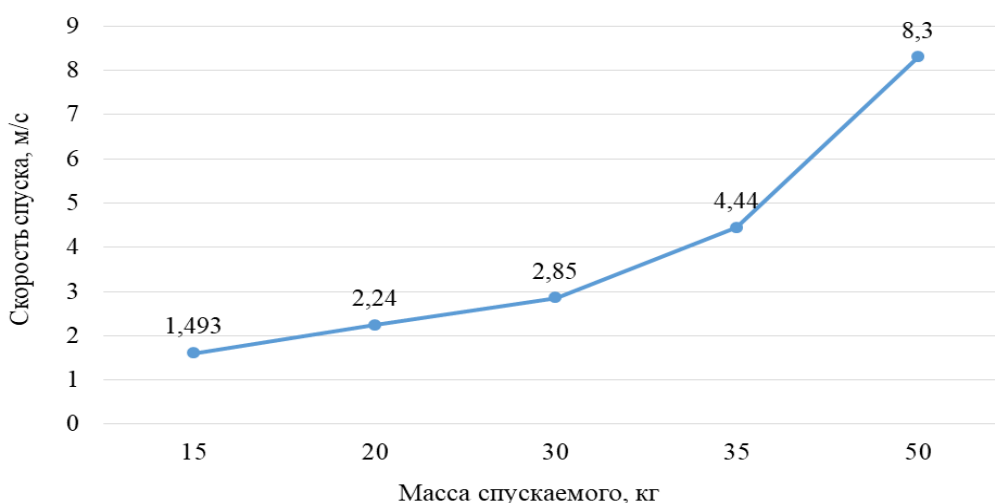


Рис. 4. Зависимость скорости спуска от массы спускаемого при помощи макета специального технического устройства

Проведенный эксперимент показал, что теоретическая модель в целом работоспособна, поскольку ее натурный макет успешно выполнил функцию спуска грузов различной массы, в том числе с безопасной скоростью. Однако, требуемая безопасная скорость спуска обеспечивалась не во всех случаях, что объясняется тормозными усилиями, обусловленными соотношением размеров магнитов и ротором в сборе. Данное обстоятельство значительно ограничивает область эффективного применения натурной модели спускового устройства (грузы массой не более 15 кг) и для его преодоления требуется разработка дополнительных инженерных и конструктивных решений. К примеру, возможно увеличение размеров неодимовых магнитов и ротора при увеличении массы спускаемых грузов, но тогда, конечно, может значительно снизиться скорость спуска при меньшей массе грузов.

Результаты эксперимента позволили сделать вывод о перспективности дальнейшего исследования по разработке макета специального технического устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184 «О техническом регулировании»;
2. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
3. Дроздов Д. А., Ягодка Е. А. Специальное техническое устройство для эвакуации детей из верёвочных парков. Научный журнал «Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация» Академия ГПС МЧС России, Москва – 2020 – 1-20. – С. 60-65;

4. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: Конспект лекций (отдельные главы из учебника для вузов) / Н.А. Спирин, В.В. Лавров. Под общ. ред. Н.А. Спирина. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004 – 257 с.

5. *Маркеев А. П.* Теоретическая механика. — М.: Наука, 1990. — 416 с. — ISBN 5-02-014016-3.

6. *Гофштейн А.И., Мартынов А.И.* Временные правила безопасности в промышленном альпинизме. Утверждено на заседании Межведомственной комиссии по аттестации аварийно-спасательных формирований, спасателей и образовательных учреждений по их подготовке (Протокол № 2 09 июня 2001 года). 179 Спасательный центр МЧС России.

УДК 614.8

*Д. В. Екимовский, А. А. Белоногов, А. Х. Салихова**

ООО «НТО Пламя», АО «НПЦ «Онэкс»,

*ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

В статье рассмотрены системы автоматического порошкового тушения нового поколения. Описаны область применения и их технические характеристики.

Ключевые слова: пожар, пожарная безопасность, автоматизированные системы пожаротушения, огнетушащее вещество.

*D. V. Ekimovsky, A. A. Belonogov, A. Kh. Salikhova **

DEVELOPMENT OF MODERN TECHNOLOGIES OF AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING

The article discusses new generation automatic powder extinguishing systems. The area of application and their technical characteristics are described.

Key words: fire, fire safety, automated fire extinguishing systems, extinguishing agent.

Компания «НТО Пламя», занимает одно из лидирующих мест, среди компаний, участвующих в предоставлении полного комплекса услуг в сфере автоматизированных систем пожаротушения, что было неоднократно подтверждено наградами на выставках Российского и международного масштаба. Нами были реализованы проекты пожарной защиты практически всех типов помещений, зданий, сооружений. Наиболее типичные из них: магазины, гаражи-стоянки, помещения складского и производственного назначения взрывопожароопасных категорий, жилые и административно-бытовые здания, музеи, архивы, банки, заводы и фабрики, кабельные сооружения, подстанции, окрасочно-сушильные камеры, газовые котельные, автозаправочные станции, АЭС, предприятия с взрывоопасными производствам и в химической, и в нефтегазоперерабатывающей промышленности.

За более чем 15 лет успешной работы, нашими постоянными партнерами стали:

- «Лукойл»;
- «Роснефть»;
- ОАО «Концерн Росэнергоатом» (в частности: Ростовская, Калининская, Курская, Ленинградская и Нововоронежская АЭС);
- Усть-Илимская и Братская гидроэлектростанции;
- ОАО «РЖД»;
- ОАО ПО «Севмашпредприятие»;
- ОАО НПК «Уралвагонзавод им. Дзержинского» и многие другие объекты стратегического назначения.

Благодаря высококвалифицированному персоналу, собственной научно-исследовательской и производственной базы, предложен полный комплекс услуг по разработке, изготовлению и монтажу наиболее эффективных систем пожаротушения различными видами огнетушащих веществ (рис. 1):

1. Порошок: МПП-100 «ЛАВИНА», МГПП «ЛАВИНА GPF», МППК «ЛАВИНА КОМБИ».
2. ТРВ: МУПТВ «ТАЙФУН», МУПТВ «ТАЙФУН FIRE BLOCK», АУП-ТРВМ «ТАЙФУН-10».
3. Высококатная пена: УПВК «ПРИБОЙ-1», «ПРИБОЙ-2»

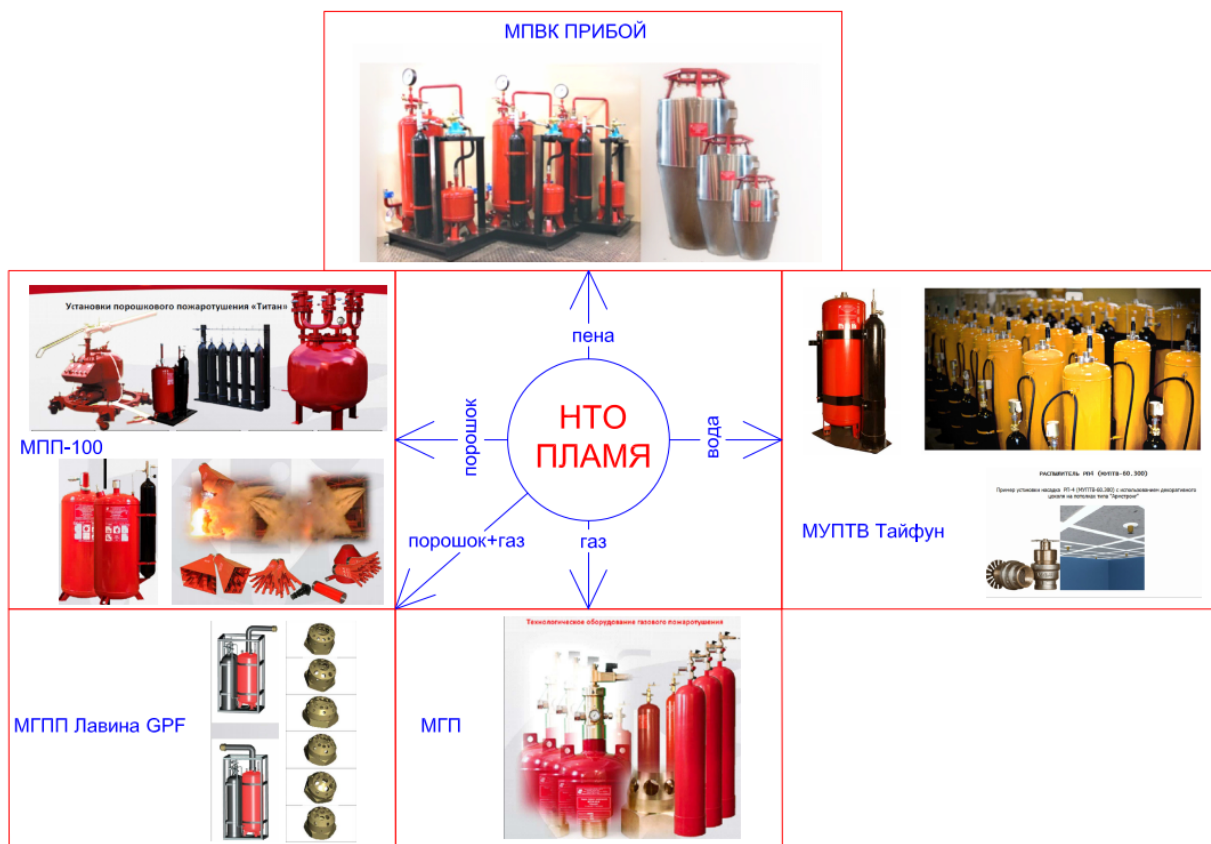


Рис. 1. Продукция НТО «Пламя: системы пожаротушения различными видами огнетушащих веществ

Рассмотрим системы порошкового пожаротушения «Лавина».

Данные системы имеют следующие преимущества:

- Универсальность – возможность тушения всех классов пожаров
- Экономичность
- Высокая огнетушащая способность
- Широкий температурный диапазон применения
- Отсутствие повышенных требований к герметичности помещения
- Нетоксичность, экологическая безопасность
- Минимальные материальные затраты на восстановление

При наличии такого количества достоинств, к сожалению, есть и недостатки:

- Запрет применения в помещениях с большим количеством людей (более 50/50 человек) и в помещениях автостоянок (за исключением автостоянок боксового типа)
- Ограниченная видимость на путях эвакуации после подачи порошка
- Вредное воздействие на электронное, электротехническое оборудование (коррозия, абразивные свойства)

Данные системы рекомендовано применять на объектах класса функциональной пожарной опасности Ф.5: на производственных и складских объектах больших геометрических размеров. В качестве огнетушащего вещества применяется порошок «Волгалит АВСЕ» (бикарбонаты, хлориды щелочных металлов, фосфорно-аммонийные соли, сульфаты, ...) + добавки. На рис. 2 приведены основные модификации модулей «Лавина» с указанием особенностей каждого типа.

Бурное развитие технологий в наступившем XXI веке, а также значительное снижение их стоимости в соотношении с «железом» оказывают значительное влияние на развитие всего технического прогресса. Значительные эволюционные изменения происходят и в пожарной технике, неотъемлемой частью которой являются модульные системы пожаротушения.

С появлением серийно выпускаемых установок пожаротушения область применения АУП значительно увеличилась. Их широкие технические возможности позволяют применять АУП там, где традиционные установки малоэффективны или неприемлемы. Поэтому особый интерес могут представлять модули порошкового пожаротушения нового поколения МППК «Лавина Комби».

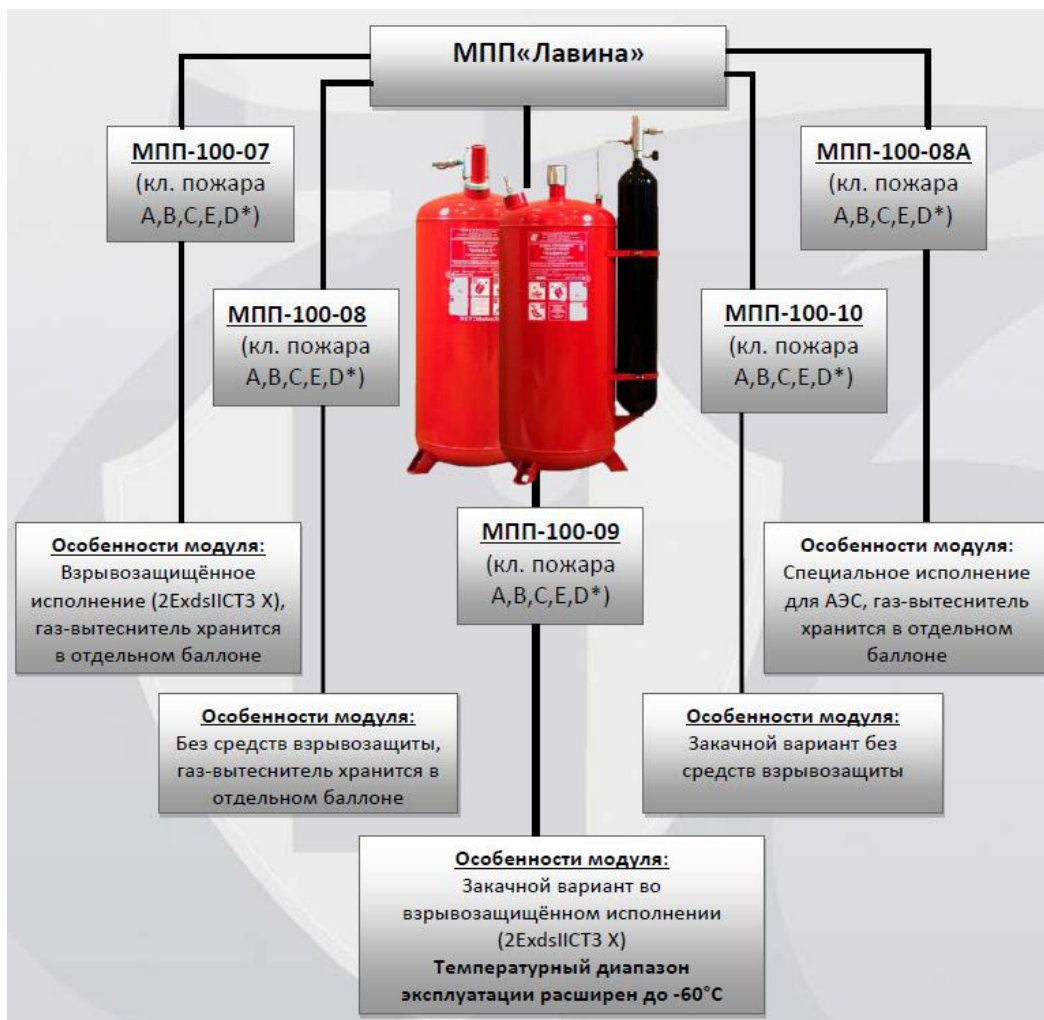


Рис. 2. Модификации модулей «Лавина»

Это новое поколение модулей порошкового пожаротушения, которые разрабатывались с целью удовлетворить возрастающую потребность в защите объектов с большими внутренними открытыми пространствами и множественным расположением пожарной нагрузки на разной высоте. Оптимальным решением стала разработка технологии, позволяющей создавать в необходимых условиях объемное тушение.

Отличительными особенностями модулей «Лавина Комби» от систем порошкового пожаротушения текущего поколения являются применение новейших разработок пожаротушащих порошков, которые помимо улучшения своей огнетушащей способности обладают более легким весом, что в сочетании с высокой энергетикой и большим количеством газа-пропеллента, подающим ОТВ из модуля к инновационным насадкам-распылителям, создает реальное объемное пожаротушение с прониканием порошка по всему объему и исключает образование зон затенения.

Совокупность мощности подачи и характеристик огнетушащего порошка создает огнетушащую концентрацию ОТВ, долго витающую в защищаемом объеме и обеспечивающую повышенную надежность пожаротушения по сравнению с модулями порошкового пожаротушения предыдущего поколения.

Объем, защищаемый одним модулем пожаротушения «Лавина Комби», превосходит защищаемый объем модулей текущего поколения в 6-10 раз.

Преимуществом модулей «Лавина КОМБИ» является также горизонтальная подача ОТВ на большие расстояния (до 36 м). Конструкция модулей предусматривает подачу ОТВ без выполнения сложных технологических трубных разводов, что экономит деньги при монтаже системы пожаротушения на объекте.

Модуль порошкового пожаротушения «МППК (Н) Лавина-Комби»–100–11-КД-1-ЗБСГУХЛ-2 ТУ 4854-005-11776979-01 (далее по тексту модуль или МППК), предназначен для использования в установках автоматического тушения пожаров классов А, В, С и электрооборудования под напряжением до 36 кВ (с учетом ТУ на огнетушащее вещество) по ГОСТ 27331 в производственных, складских, бытовых и других помещениях, как для защиты отдельных пожароопасных участков, так и для тушения локальных очагов на защищаемой площади или в объеме. 1.2 Тип насадка распылителя определяется проектным решением. В качестве огнетушащего вещества используется огнетушащий порошок (ОП) «ВексонАВС 70» Модуль ТУ 2149-238-10968286-2011. Вытесняющим газом для зарядки модуля является воздух с содержанием водяных паров не более 0,06% масс при температуре плюс 20о С. 1.3 Модуль не предназначен для применения во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок.

Основные технические данные приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные технические данные

Наименование параметра	Значение параметра	Наименование параметра	Значение параметра
1. Огнетушащая способность модуля:			
-для очага пожара класса В:			
- защищаемая площадь, м ² , не более		300	
- защищаемый объем, м ³ , не более		1000	
- максимальный ранг очага пожара класса В		233 – два очага	
- для очага пожара класса А:			
- защищаемая площадь, м ² , не более		300	
- защищаемый объем, м ³ , не более		1000	
2. Время действия, с		от 1 до 15, (КД – 1)	
3. Быстродействие, с		до 1, (Б – 1)	
4. Вместимость корпуса, л		95+4	
5. Масса огнетушащего вещества, кг:		92± 2	
6. Масса остатка огнетушащего вещества после срабатывания, %, не более		5	
7.Масса модуля полная, кг - с ОТВ - Вексон-АВС 70 Модуль		230±10	
8. Диапазон температуры эксплуатации модуля		от минус 50°С до плюс 50°С	
9. Габаритные размеры модуля, мм, не более:			
- высота,		1623	
- длина,		520	
- ширина		712	
10. Параметры электрического пуска модуля:			
- сила тока, А, не менее		0,5	
- электрическое сопротивление цепи ЭП, Ом		1,0÷5,5	
- длительность импульса тока срабатывания, мс, не менее		8	
- напряжение, В		9÷27	
- безопасный ток при времени проверки не более 5 мин, А, не более		0,05	
- безопасный ток без ограничения времени проверки, А, не более		0,005	
11. Максимальное рабочее давление в корпусе (Р _{max.раб.}), МПа		1,6	
12. Диапазон давлений срабатывания МПУ, МПа		от 2,0 до 2,5 включ.	
13. Вместимость баллона для вытесняющего газа, л		40÷50	
14. Давление зарядки баллона газом-вытеснителем при температуре окружающей среды (20±5)о С, МПа		13,0 ± 0,5	
15. Усилие приведения МППК в действие вручную, (от дистанционного устройства ручного пуска УРП-7), пальцем руки, Н, не более		100	
16. Вероятность безотказной работы (ГОСТ 27.403-2009)		0,95	
17. Срок службы, лет		20	
18. Ресурс срабатываний в течение назначенного срока службы, не менее		20	

Общий вид модуля приведен на рисунке 3. Модуль состоит из корпуса (сосуда работающего под давлением) поз.1 с огнетушащим порошком (ОП) и баллона поз. 2 вытесняющего газа с устройством запорнопусковым типа УЗП-16-М поз.5, установленных на платформе поз. 4. Корпус закреплен к платформе стандартными крепежными элементами. Баллон закреплен к корпусу хомутами поз.6. Корпус модуля поз.1 соединен с УЗП-16-М трубопроводом поз.3. На верхнем днище корпуса расположена засыпная горловина поз. 7. В горловине установлена крышка поз. 13.

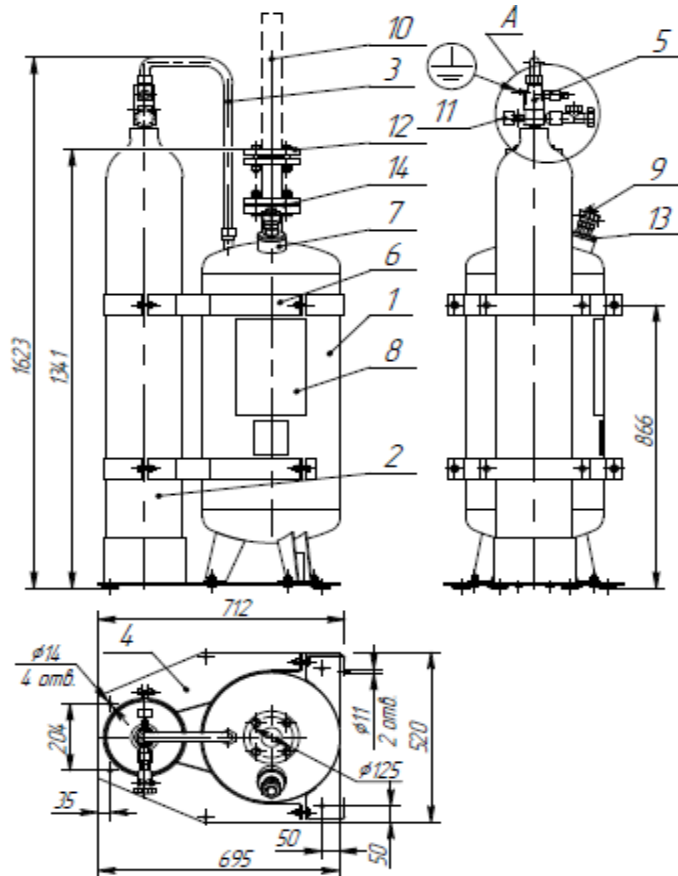


Рис. 3. Общий вид «МППК (Н) Лавина-Комби»—100—11-КД-1-ЗБСГ-УХЛ-2.

1 – корпус модуля, 2 – баллон, 3 – трубопровод, 4 – платформа, 5 – УЗП-16-М, 6 – хомут, 7 – горловина, 8 – этикетка, 9 – МПУ-15, 10 – трубопровод подводящий, 11 – манометр, 12 – фланец -1-50-16 Ст.20 ГОСТ 12820-80, 13 – крышка, 14 – пусковой узел

Модуль можно устанавливать на полу и крепить к полу четырьмя анкерными болтами М 12. Глубина заделки анкерных болтов в пол (фундамент) не менее 150 мм. Крепить модуль к стене двумя анкерными болтами М 10. Момент затяжки гаек анкерных болтов 20-24 Н×м. Подводящий трубопровод стыкуется к фланцу поз. 12.

При возникновении пожара электрический импульс поступает на УЗП-16-М. Происходит срабатывание УЗП. Вытесняющий газ из баллона через УЗП-16-М поз.5 поступает по трубопроводу поз.3 в корпус модуля с ОП и газопорошковая смесь через пусковой узел поз.14 поступает в подводящий трубопровод поз.10 и далее через насадок (насадки) в защищаемое помещение (объект). Типы и количество насадков определяется проектом на АУПТ.

С целью обеспечения безопасности при повышении давления в корпусе сверх рабочего значения модуль оснащён мембранным предохранительным устройством МПУ-15 поз.9, установленным в крышке поз.13. Основной режим работы модуля в составе автоматической системы пожаротушения – автоматический, когда электрический сигнал на срабатывание модуля поступает от установки пожарной сигнализации объекта. Срабатывание модуля может осуществляться также от дистанционного устройства ручного пуска УРП-7.

Далее на рисунках 4 и 5 приведены диаграммы распыла насадков НРК-70 и НРК-50.

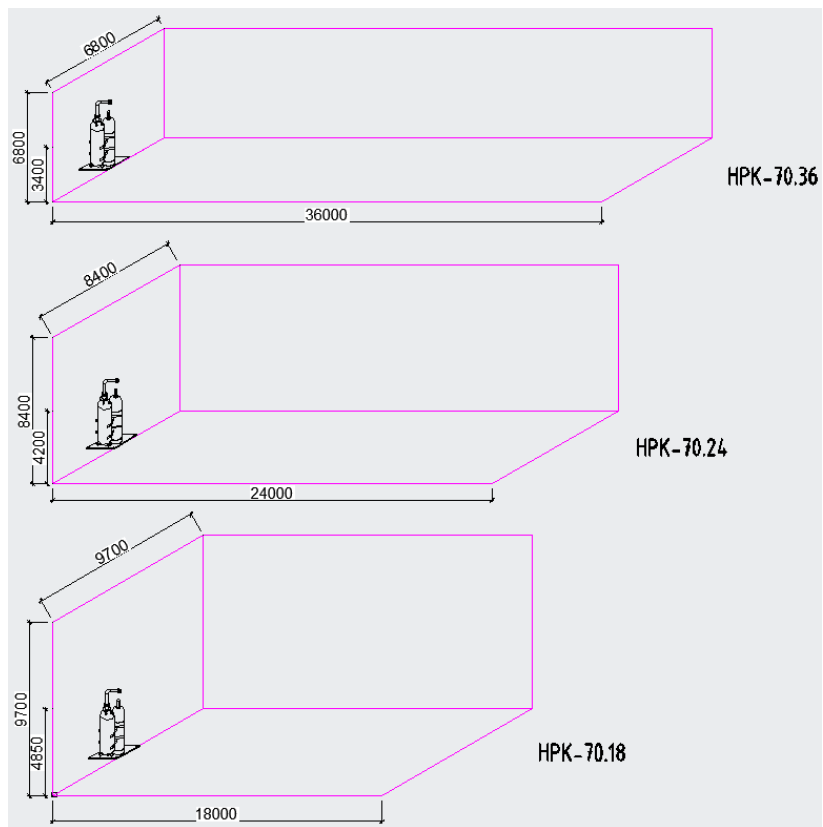


Рис. 4. Диаграммы распыла насадков НРК-70

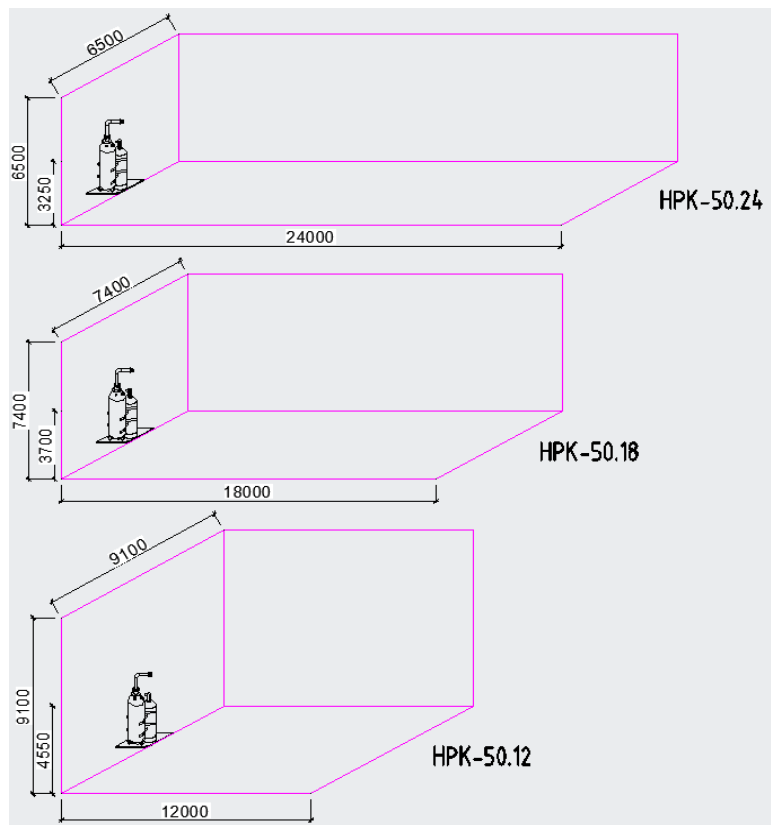


Рис. 5. Диаграммы распыла насадков НРК-50

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 53280.5-2009. Установки пожаротушения автоматические. Огнетушащие вещества. Часть 5 Порошки огнетушащие специального назначения. Классификация, общие технические требования и методы испытаний.
2. СП 5.13130.2013 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

УДК 614.842/.847

Р. А. Емельянов, В. А. Кузьменко, Д. Н. Вовк¹, О. В. Сорокин¹

ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России»

¹ООО «ЭЛЕХИМ»

ОБЗОР ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ КЛАССА D

Сделан обзор средств и способов тушения пожаров класса D. Рассмотрены основные физические и химические свойства, которыми сопровождается горение металлов. Сделан вывод об отсутствии эффективных средств и способов тушения пожаров металлов.

Ключевые слова: пожары класса D, горение металлов, активные металлы, мелкодисперсные порошки, специальные средства защиты зрения.

R. A. Yemelyanov, V. A. Kuzmenko, D. N. Vovk, O. V. Sorokin

OVERVIEW OF CLASS D FIRE FIGHTING

An overview of the means and methods of extinguishing class d fires is made. The main physical and chemical properties that accompany the combustion metals are considered. It is concluded that there are no effective means and methods of extinguishing metal fires.

Key words: class D fires, combustion metal, active metals, fine powders, special means of vision protection.

Статья 8 Федерального Закона от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» дает классификацию пожаров по виду горючего материала и разделяется на следующие классы:

- 1) пожары твердых горючих веществ и материалов (A);
- 2) пожары горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (B);
- 3) пожары газов (C);
- 4) пожары металлов (D);
- 5) пожары горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под напряжением (E);
- 6) пожары ядерных материалов, радиоактивных отходов и радиоактивных веществ (F).

Пожар класса D – это горение металлов, который в свою очередь разделен на подклассы D1 (горение легких металлов за исключением щелочных), D2 (горение щелочных и других подобных металлов) и D3 (горение металлосодержащих соединений) согласно ГОСТ 27331-87.

Горение активных металлов характеризуется весьма быстрым развитием реакции окисления на воздухе ввиду их высокой реакционной способности, особенно мелкодисперсных порошков и расплавов, при этом нижний порог температуры в очаге горения пожара класса D1 составляет не менее 2200°C, а верхний составляет около 3000°C. Это обуславливает весьма высокий тепловой поток, который очень быстро способен инициировать горение и разрушение практически всех известных материалов. Также не маловажным фактором является искрообразование при горении металлов, что представляет большую опасность для горючих веществ и материалов находящихся в непосредственной близости горящих металлов. Кроме этого горение некоторых металлов сопровождается ярко-белым ослепительным свечением, что затруднит тушение пожара личным составом без специальных средств защиты зрения.

Следующей проблемой является то обстоятельство, что пожаротушение активных металлов категорически нельзя осуществлять водой и водопенными растворами, поскольку при взаимодействии горящих металлов с водой происходит усиление разгорания, и выделяется водород, воспламенение которого сопровождается взрывом, приводя к разбрызгиванию горящих частиц металла из основного источника возгорания. В некоторых случаях вода используется в качестве источника охлаждения участков, не охваченных огнем с целью недопущения распространения горения, но на практике необходимо осуществлять это с осторожностью, не допуская попадания воды на горящие участки с металлом. Также запрещается тушить пожары класса D тетрахлорными огнетушителями, пенными огнетушителями и углекислотой, так как эти средства усиливают горение металлов и их сплавов.

Тушение металлов и их соединений отличается от тушения пожаров других классов. К примеру, при тушении горючих и легковоспламеняющихся жидкостей важным параметром является интенсивность подачи и дальность струи огнетушащего вещества, позволяющие произвести отрыв пламени от горячей поверхности (в случае тушения порошковыми и газовыми составами) или создание защитной пленки, не допускающей прохождение горючих паров (для жидкостных огнетушащих составов с добавлением пенообразователя).

В настоящее время тушение металлов осуществляется различными методами и огнетушащими веществами.

Принцип тушения металлов порошковыми огнетушащими составами заключается в изоляции и прерывании цепной реакции горения. Горение некоторых видов металла даже при создании равномерного слоя может образовывать струйное разрушение изолирующего слоя огнетушащего порошка. В таких случаях необходимо дополнительно досыпать на поверхность огнетушащий порошок специального назначения, добиваясь создания ровного слоя без разрушений. При этом существует большая вероятность получения серьезных травм личным составом осуществляющим тушение, так как не обеспечено безопасное расстояние между очагом горения и личным составом. Огнетушащие порошки специального назначения не обладают охлаждающим свойством, а добиться тушения горящих металлов возможно при охлаждении металлов до температуры ниже температуры их самовоспламенения. Таким образом, процесс тушения носит длительный характер.

Для некоторых металлов в качестве огнетушащего вещества допускается использовать песок или графит, но использование данного метода нельзя считать достаточно эффективным. К тому же реакция взаимодействия с песком или графитом некоторых металлов может усилить реакцию горения.

Также производить тушение некоторых видов металлов возможно азотом, но небольшое разбавление азота воздухом может привести к взрыву и данный способ используется в качестве защитной атмосферы при обращении с легкими металлами. Из доступных газовых средств для подавления горения ограниченно применим оказался только аргон, однако стоимость тушения довольно высока (при этом требуется большое количество газа), поэтому он может использоваться в основном в замкнутом технологическом оборудовании или помещениях в отсутствие людей. Использование газов можно считать скорее частными случаями для тушения конкретных видов металлов.

Таким образом, использование стандартных и наиболее распространенных огнетушащих веществ не подходит для тушения металлов, а в некоторых случаях может привести к увеличению горению, взрыву и как следствие небезопасны для использования, могут привести к травме и гибели человека.

В настоящее время Академией ГПС МЧС России совместно с ООО «НТЦ «Практика» разработан специальный жидкостный огнетушащий состав для тушения пожаров класса D1, в 2019 году прошедший испытания и зарекомендовал себя как эффективное и надежное огнетушащее средство.

Дальнейшим исследованием в направлении тушения пожаров класса D является разработка специального огнетушащего жидкостного состава для тушения щелочных металлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Некрасов Б. В. Основы общей химии. — М.: Химия, 1974.
2. Чибисов А.Л., Соина Е.А., Габриэлян С.Г., Смирнова Т.М., Габриэлян Г.С. Предельные условия и особенности воспламенения, горения и тушения различных металлов// Водородное материаловедение и химия гидридов металлов: Сборник тезисов VII международной конференции.-Украина, Ялта, 2001.
3. Н. С. Ахметов «Неорганическая химия», Москва изд. Высшая школа 1975г.
4. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: Справ. изд.: в 2 книгах; А. Н. Баратов, А. Я. Корольченко, Г. Н. Кравчук и др.— М., Химия, 1990.
5. Баратов А.Н., Вогман Л.П. Огнетушащие порошковые составы. М: Стройиздат 1982г.

УДК 614.846, 658.5.012.2, 658.531

М. В. Еникеев, М. Р. Сытдыков

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

Разработана методика проведения анализа по выполнению производственной программы ремонтного органа подразделений пожарной охраны. Структура проведения анализа положена в основу предлагаемой методики исследования производственной программы по техническому обслуживанию и ремонту пожарной техники.

Ключевые слова: производительность труда, использование трудовых ресурсов, объем производства.

M. V. Enikeev, M. R. Sytdykov

RESEARCH METHODOLOGY OF THE PRODUCTION PROGRAM FOR MAINTENANCE AND REPAIR OF FIRE EQUIPMENT

A method of analysis for the implementation of the production program of the repair body of fire protection units has been developed. The structure of the analysis is the basis of the proposed research methodology for the production program for maintenance and repair of fire equipment.

Key words: labor productivity, use of labor resources, production volume.

В системе МЧС России своевременное и качественное техническое обслуживание техники является гарантом готовности учреждений и организаций, находящихся в ведении МЧС России к выполнению задач по предназначению. Создаваемые в составе МЧС России структуры материально – технического обеспечения выполняют ряд возложенных на них задач, одной из которых является организация технического обслуживания и ремонта техники в соответствии с требованиями нормативных и распорядительных документов МЧС России, инструкций по ее эксплуатации предприятий - изготовителей. Основными исполнителями данной задачи являются лица, осуществляющие непосредственное управление техникой, которые в свою очередь отвечают за техническое состояние закрепленной за ними техникой и имуществом, их исправность и готовность к использованию по прямому назначению. При этом обслуживание и ремонт техники должно осуществляться в специально предназначенных для этих целей помещениях и местах с использованием исправного и соответствующего своему назначению оборудования и инструмента высококлассными специалистами узкой специализации.

Анализ деятельности [6] ремонтных органов МЧС России показывает, что финансовые затраты необходимые для проведения работ по техническому обслуживанию и ремонту пожарной техники в данных учреждениях на 15 – 40 % ниже, нежели проводить выше упомянутые виды работ в сторонних организациях.

Кроме этого ряд узконаправленных видов работ проводимых ремонтниками учреждений МЧС России не имеет аналогов в различных субъектах Российской Федерации. Поэтому разработка методики исследования производственной программы по техническому обслуживанию и ремонту пожарной техники, на сегодняшний день является актуальной.

Цель настоящего исследования – изучить требования к обеспечению постоянной технической готовности подразделений территориального органа МЧС России к выполнению задач по предназначению, а также выполнение мероприятий по их материально – техническому обеспечению и дать рекомендации по повышению показателей качества выполняемых работ ремонтными органами при выполнении производственной программы.

В рамках исследования были изучены технические возможности ремонтных органов МЧС России на возможность осуществлять работы по ремонту пожарной техники. В настоящее время органы власти уделяют большое внимание защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечению пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах, утверждена программа, в которой одной из приоритетных задач является развитие материально – технического обеспечения системы МЧС России.

В целях [6] выполнения задач материально – технического обеспечения подразделений в территориальных органах МЧС России были созданы – ремонтно–технические центры (РТЦ) федеральной противопожарной службы по субъекту Российской Федерации.

Производственная деятельность РТЦ осуществляется в соответствии с разработанным РТЦ производственным планом на год. При оформлении производственного плана проводится анализ наличия фонда рабочего времени производственников РТЦ и потребности в трудовых затратах на обслуживание и ремонт техники подразделений территориального органа МЧС России.

Для оценки выполнения производственной программы ремонтного органа необходимо ежегодно проводить анализ работы, задачей которого будет, является определение степени выполнения плановых заданий, а так же выявление резервов в использовании трудовых и материальных ресурсов. Анализ позволит не только наметить мероприятия по повышению производительности труда, но и создать условия для работы в соответствии с требованиями нормативных актов МЧС России и российского законодательства.

Рассмотрим анализ выполнения производственной программы по трем направлениям:

- анализ объема производства работ по типам и маркам машин за отчетный период;
- анализ выполнения плана по производительности труда за отчетный период;
- анализ использования трудового ресурса за отчетный период.

Анализ объема производства работ по типам и маркам машин за отчетный период.

В конце календарного года на основании сводных данных проводится расчет объема производства по типам и маркам пожарной техники ($V_{П}$) по формуле (1):

$$V_{П} = \left(\frac{V_{П.ТО-2} \times K \times K_k}{V_{П.ТО-2}} + \frac{V_{П.ТР} \times K_k}{V_{П.ТР}} + \frac{V_{П.СР} \times K_k}{V_{П.СР}} + \frac{V_{П.КР} \times K_k}{V_{П.КР}} \right) \times 100, \text{ где:} \quad (1)$$

$V_{П.}$ – общий объем производства работ по типам и маркам пожарной техники в %;

$V_{П.ТО-2}$ – общий объем выполненных работ технического обслуживания №2 по типам и маркам пожарной техники;

$V_{П.ТР}$ – общий объем выполненных работ текущего ремонта по типам и маркам пожарной техники;

$V_{П.СР}$ – общий объем выполненных работ среднего ремонта по типам и маркам пожарной техники;

$V_{П.КР}$ – общий объем выполненных работ капитального ремонта по типам и маркам пожарной техники;

$V_{П.П.ТО-2}$ – общий объем запланированных работ технического обслуживания №2 по типам и маркам пожарной техники запланированный по производственному плану;

$V_{П.П.ТР}$ – общий объем запланированных работ текущего ремонта по типам и маркам пожарной техники запланированный по производственному плану;

$V_{П.П.СР}$ – общий объем запланированных работ среднего ремонта по типам и маркам пожарной техники запланированный по производственному плану;

$V_{П.П.КР}$ – общий объем запланированных работ капитального ремонта по типам и маркам пожарной техники запланированный по производственному плану;

K – в случаи участия водителей структурных подразделений в выполнении работ по техническому обслуживанию №2 применяется коэффициент $K=0,85$;

K_k – в случаи возврата техники отремонтируемой в ремонтном органе для проведения работ по устранению технических недоработок связанных с некачественным исполнением работы в объеме менее 50 % от общего производства применяется коэффициент качества $K_k=0,95$, при более 50 % $K_k=0,85$, при отсутствии возвратов и рекламаций $K_k=1$.

Анализ выполнения плана по производительности труда за отчетный период.

С учетом объема производства работ по типам и маркам пожарной техники, творческого подхода и активности рабочего персонала, а так же использования рабочего времени производится анализ выполнения плана по производительности труда (P) по формуле (2):

$$P = \left(\frac{\frac{V_{П.ТО-2}}{V_{П.ТО-2}} \times \frac{T_{П}}{T_{Ф}}}{\frac{V_{П.ТО-2}}{V_{П.ТО-2}} \times K \times K_k \times K_p} + \frac{\frac{V_{П.ТР}}{V_{П.ТР}} \times \frac{T_{П}}{T_{Ф}}}{\frac{V_{П.ТР}}{V_{П.ТР}} \times K \times K_k \times K_p} + \frac{\frac{V_{П.СР}}{V_{П.СР}} \times \frac{T_{П}}{T_{Ф}}}{\frac{V_{П.СР}}{V_{П.СР}} \times K \times K_k \times K_p} + \frac{\frac{V_{П.КР}}{V_{П.КР}} \times \frac{T_{П}}{T_{Ф}}}{\frac{V_{П.КР}}{V_{П.КР}} \times K \times K_k \times K_p} \right) \times 100, \text{ где:} \quad (2)$$

P – выполнение плана по производительности труда, %;

$T_{\text{п}}$ – затраты времени на производство работ по плану, часы;

$T_{\text{ф}}$ – фактические затраты времени на производство работ, часы;

$K_{\text{р}}$ – в случаи рационализаторского и творческого подхода работников ремонтного органа к выполняемой работе $K_{\text{р}}=1,05$

Анализ использования трудового ресурса за отчетный период.

С учетом данных о количестве участников задействованных в проведении работ по различным видам обслуживания и ремонта техники, производится расчет использования трудового ресурса $\text{Ч}_{\text{т.р.}}$ по формуле (3):

$$\text{Ч}_{\text{т.р.}} = \left(\frac{V_{\text{п.лто-2}} \times K_{\text{р}} / \text{ч}}{V_{\text{п.лто-2}} / \text{ч}} + \frac{V_{\text{п.т.р}} \times K_{\text{р}} / \text{ч}}{V_{\text{п.т.р}} / \text{ч}} + \frac{V_{\text{п.с.р}} \times K_{\text{р}} / \text{ч}}{V_{\text{п.с.р}} / \text{ч}} + \frac{V_{\text{п.л.к.р}} \times K_{\text{р}} / \text{ч}}{V_{\text{п.л.к.р}} / \text{ч}} \right) \times 100, \text{ где} \quad (3)$$

$\text{Ч}_{\text{т.р.}}$ – использование трудового ресурса, %.

Ч – количество производственников, чел.

Таким образом, проведя анализ выполнения производственного плана должностным лицам входящих в организационно – штатную структуру ремонтного органа МЧС России будут видны основные факторы, влияющие на показатели оценки производства, позволят сформулировать обоснованные требования к обслуживанию и ремонту пожарной техники, направление на повышение эффективности технических методов в работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 21624-81 «Система технического обслуживания и ремонта автомобильной техники. Требования к эксплуатационной технологичности и ремонтпригодности изделий»;
2. ГОСТ 21623-76. Система технического обслуживания и ремонта техники. Показатели для оценки ремонтпригодности. Термины и определения;
3. Приказ МЧС России от 25.11.2016 N 624 "Об утверждении Положения об организации ремонта, нормах наработки (сроках службы) до ремонта и списания техники, вооружения, агрегатов, специального оборудования и имущества в Министерстве Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий";
4. Приказ МЧС России от 18.09.2012 №555 «Об организации материально-технического обеспечения системы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий»;
5. Временные нормативы трудоемкости технического обслуживания и ремонта пожарных автомобилей федеральными государственными бюджетными учреждениями производственно-техническими центрами (отрядами, частями технической службы) федеральной противопожарной службы по субъектам Российской Федерации (утверждены заместителем Министра МЧС России 03.09.2012);
6. Методические рекомендации. Порядок расчета предельной штатной численности ремонтного органа и формирования организационно – штатной структуры ремонтно – технического центра территориального органа МЧС России (утверждены заместителем Министра МЧС России 07.11.2019).

УДК 699.812:666.972.16+691.6

К. А. Зайцева, М. В. Пуганов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ ПОВЫШЕННОЙ ЭТАЖНОСТИ

Рассмотрена пожарная опасность и пожарная безопасность в зданиях повышенной этажности. Представлен комплекс конструктивно-планировочных решений здания, а также применением средства противопожарной защиты в зданиях повышенной этажности.

Ключевые слова: пожарная безопасность, пожарная опасность, здания повышенной этажности, эвакуации людей при пожаре.

K. A. Zaitseva, M. V. Puganov

ENSURING FIRE SAFETY OF HIGH-RISE BUILDINGS

Fire danger and fire safety in high-rise buildings are considered. The complex of structural and planning solutions of the building is presented, as well as the use of fire protection equipment in buildings of high storeys.

Key words: fire safety, fire danger, high-rise buildings, evacuation of people in case of fire.

Высотное строительство начинает завоевывать весь мир. Количество ежегодно строящихся высотных зданий исчисляется уже тысячами. В настоящее время общее число построенных небоскребов превысило 110000. В связи с этим пожары в высотных зданиях стали одной из ключевых проблем безопасности человека. По данным статистики на одном пожаре в здании высотой 25 этажей погибает в 3-4 раза больше людей, чем в 9-16-этажном доме.

Высотные здания относятся к объектам с массовым пребыванием людей. Кроме того, в них сосредоточены огромные материальные ценности. Поэтому возникающие в них чрезвычайные ситуации, связанные с пожарами и взрывами, могут приводить к большим жертвам и материальным потерям. Этим обусловлено особое внимание к проблеме обеспечения безопасности людей и самих высотных зданий при возникновении пожара.

Пожарная опасность зданий повышенной этажности характеризуется сразу несколькими значительными факторами. Это и возможность быстрого развития пожара, и трудности с подачей средств тушения, и продолжительное время эвакуации людей. Кроме этого, существует ряд природных факторов, которые не зависят от действий человека - например, высокие ветровые нагрузки.

Чем лучше защищен объект различными современными системами, тем выше его устойчивость при пожаре, а чем проще планировка, тем быстрее происходит эвакуация людей из здания, что, естественно, повышает эффективность работы пожарных подразделений.

Это далеко не все факторы и средства, используемые для обеспечения противопожарной защиты высотных зданий. Но даже этот перечень не будет полным, если не заострять внимание всех участников строительства высотных зданий на концептуально новом условии - условии интегрирования противопожарных мероприятий в каждую фазу проектирования, строительства и эксплуатации высотного здания. И в данном случае я говорю, как о заказчиках, инвесторах, проектировщиках, так и о строителях, арендаторах и жильцах.

Все требования по обеспечению пожарной безопасности будут мало эффективны без организации последующей качественной эксплуатации и контроля за содержанием строительных конструкций, путей эвакуации, систем противопожарной защиты и других инженерных систем, отвечающих за пожарную безопасность.

На всех высотных объектах должна быть создана специальная служба, осуществляющая контроль за эксплуатацией и техническим обслуживанием систем противопожарной защиты.

Необходимо также учитывать, что уровень пожарной опасности при эксплуатации может со временем меняться, так как он зависит во многом от установленного в здании противопожарного режима, степени выполнения людьми требований пожарной безопасности, уровня технических средств пожарной защиты, а также функционального назначения.

В процессе обеспечения безопасности, на этапе строительства, существует ряд проблем, которые возникают из-за ограниченной территории стройплощадки:

- отсутствие беспрепятственных проездов и подъездов для пожарной техники, отсутствие воды в пожарных гидрантах, либо отсутствие вообще каких-либо источников водоснабжения,
- хаотичная установка временных бытовок на территории стройплощадок без соблюдения противопожарных разрывов,
- размещение временных административно-бытовых зданий в три и более этажей без создания необходимых условий для эвакуации людей.

Сюда же можно включить отсутствие монтажных работ по созданию внутреннего противопожарного водопровода и автоматических систем пожаротушения одновременно с возведением объекта, складирование в строящемся здании горючих строительных материалов. В конце концов, несоблюдение элементарных правил пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ - это и режим курения, и проведение огневых и пожароопасных работ.

Но даже несмотря на этот внушительный перечень, можно отметить, что проблемы, возникающие при высотном строительстве, не являются проблемами одной отдельно взятой организации. Решение этих проблем возможно только при комплексном подходе, заинтересованности всех участников процесса проектирования,

строительства и жизнедеятельности объекта, а также соблюдении и неукоснительном выполнении требований нормативных документов, регламентирующих надлежащую безопасность здания.

Обеспечение пожарной безопасности высотных зданий начинается на стадии проектирования таких объектов. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» п. 8 (№ 384-ФЗ) устанавливает для высотных зданий повышенный уровень ответственности, определяемый в соответствии с объемом экономических, социальных и экологических последствий в случае их разрушения.

В начале 1990-х годов были выработаны общие подходы к проектированию противопожарной защиты высотных зданий, которые применяются в каждом из разрабатываемых СТУ до сих пор.

Однако в силу того, что многие высотные здания являются нестандартными, нормативная база федерального уровня для разработки СТУ высотных зданий до сих пор отсутствует, нет единой взаимосвязанной системы противопожарных нормативов. В еврокодах невозможно найти требования к архитектуре и объемно-планировочным решениям высотных зданий и сооружений, так как еврокоды нормируют пока только требования к материалам для несущих конструкций.

Как показывают результаты разбора причин пожаров в высотных и уникальных зданиях, в цепочке «проектирование - строительство – эксплуатация» именно последняя оказывается самым слабым звеном, процедура прохождения экспертных проверок при проектировании гарантирует, что проектировщик выберет правильные конструктивные решения, хотя в последние годы процесс подписания справки и превратился в автоматический. Подписи ставят даже на справках по объектам, на которые отсутствует нормы проектирования и работа ведется по специальным техническим условиям. На этой стадии, путь к повышению качества проектной документации – повышение ответственности главных архитекторов (инженеров) проекта за принимаемые решения, поскольку безопасность должна начинаться с грамотного проекта. При строительстве принятые проектом решения воплощаются, как правило, без изменений. Иногда строители могут допустить некоторые незначительные ошибки при выборе материалов, установив, например, дверь, ведущую в лифтовый холл, из другого типа стали. При сдаче объекта в эксплуатацию компетентная комиссия проверяет его соответствие нормам безопасности. В процессе эксплуатации начинают копиться мелкие, на первый взгляд, нарушения

правил пожарной безопасности. К примеру, блокируются люки между пролетами наружной лестницы, соединяющей балконы, а ведь эти лестницы являются также аварийными выходами. Средства индивидуальной защиты куда-то исчезают, проверки работоспособности системы пожарной безопасности не проводятся, а сигнализация выходит из строя. В результате несоблюдения правил, мелкие проблемы приводят к большому несчастью.

С целью предотвращения тяжёлых последствий пожара, все высотные объекты обеспечиваются системой противопожарной защиты, которая характеризуется комплексом конструктивно-планировочных решений здания, а также применением средств противопожарной защиты:

- повышенные пределы огнестойкости строительных конструкций (до 3-х часов для зданий высотой от 75 метров до 100 метров и до 4-х часов для зданий высотой более 100 метров);
- деление здания противопожарными стенами и перекрытиями (или техническими этажами) на пожарные отсеки, для ограничения площади распространения огня и дыма, как по вертикали, так и по горизонтали;
- устройство незадымляемых лестничных клеток и лифтов для транспортирования пожарных подразделений;
- устройство внутри зданий или на их покрытиях пожаробезопасных зон (специальных помещений, в объём которых обеспечивается подпор воздуха при пожаре и выгороженные противопожарными преградами, предназначенных для защиты людей от опасных факторов пожара), а также объектовых пунктов пожаротушения с набором необходимого оборудования для обеспечения тушения пожаров и спасения людей;
- применение самых современных адресно-аналоговых систем автоматической пожарной сигнализации;
- автоматическое водяное пожаротушение и внутренний противопожарный водопровод;
- применение систем противодымной защиты, обеспечивающих создание условий для безопасной эвакуации людей и ограничение распространения опасных факторов пожара, таких как дым;
- оповещение при пожаре и управление эвакуацией людей;
- применение фасадных систем из негорючих материалов; и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
2. Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений";
3. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. N 390)

4. СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы (с изменениями) НСЧС ПБ ФГБОУ ВНИИПО МЧС России

УДК: 614.841.4

Г. Т. Земский, В. А. Зуйков, А. В. Ильичев, Н. В. Кондратюк, А. В. Зуйков
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВКА ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ

Рассмотрен вопрос о способах определения совместимости пожаровзрывоопасной продукции при хранении или транспортировании.

Приводится терминология: пожаровзрывоопасная продукция, несовместимые вещества, малоопасная продукция, безопасная продукция. Рассмотрены способы определения совместимости продукции: расчётные, экспертные и экспериментальные.

Ключевые слова: пожаровзрывоопасная продукция, совместимость веществ, способы определения совместимости.

G. T. Zemsky, V. A. Zuykov, A. V. Ilyichev, N. V. Kondratyuk, A. V. Zuykov

STORAGE AND TRANSPORTATION OF FIRE AND EXPLOSION HAZARDOUS PRODUCTS

The question of how to determine the compatibility of fire and explosion-hazardous products during storage or transportation is considered.

The terminology is given: fire and explosion hazardous products, incompatible substances, low-hazard products, safe products. Methods for determining product compatibility are considered: calculated, expert, and experimental.

Key words: fire and explosion hazardous products, compatibility of substances, methods for determining compatibility.

Пожаровзрывоопасная продукция - продукция (химическая, фармацевтическая, парфюмерно-косметическая, пищевая и кормовая, строительных материалов, текстильной и кожевенной промышленности) в любом агрегатном состоянии, обладающая способностью воспламениться и гореть (взрываться), а также способствовать горению других веществ.

Одной из причин чрезвычайных ситуаций с пожарами и взрывами, возникающих на промышленных объектах, является неправильное хранение несовместимых друг с другом пожароопасных веществ и материалов. Непредвиденный проектом контакт несовместимых веществ может вызвать выделение тепловой энергии, достаточной для возгорания окружающих материалов или взрыва.

Несовместимыми называются такие вещества и материалы, которые при хранении совместно (без учёта защитных свойств тары или упаковки):

- увеличивают пожарную опасность каждого из рассматриваемых веществ и материалов в отдельности;
- вызывают дополнительные трудности при тушении пожара;
- вступают в реакцию взаимодействия друг с другом с образованием опасных веществ.

Опасными считаются такие вещества и материалы (грузы по ГОСТ 19433-88 [2], которые обладают свойствами, проявление которых может привести к взрыву, пожару, гибели, травмированию, облучению, заболеванию людей и животных, повреждению сооружений, транспортных средств.

Отнесение веществ и материалов к опасным осуществляется по ГОСТ 19433-88 [2].

Вещества и материалы, не относящиеся к опасным по [2], могут быть малоопасными или безопасными.

К безопасным относятся негорючие и неокисляющие вещества и материалы в негорючей упаковке, которые в условиях пожара не выделяют опасных (горючих, ядовитых, едких) продуктов разложения или окисления и не образуют опасных смесей с другими веществами.

К малоопасным относятся такие трудногорючие и слабоокисляющие вещества и материалы, которые не относятся к безопасным и не подпадают под определение опасных, а именно:

- жидкости с температурой вспышки более 90 °С;

- твёрдые вещества и материалы, воспламеняющиеся от действия газовой горелки (по ГОСТ 12.1.044-89 [3]) в течении 120 с и более;
- вещества и материалы при взаимодействии с водой выделяющие горючие газы с интенсивностью менее $0,5 \text{ дм}^3/\text{кг}\cdot\text{ч}$;
- вещества и материалы, разложение которых, начавшееся в определённом месте, не распространяется на всю массу;
- вещества и материалы в аэрозольной упаковке, у которых: отсутствует горючий газ; избыточное давление не превышает 850 кПа при температуре $55 \text{ }^\circ\text{C}$;
- вещества и материалы, температура самонагревающихся которых при температуре окружающей среды $140 \text{ }^\circ\text{C}$ не превышает $150 \text{ }^\circ\text{C}$ за время более 24 ч.

Среди опасных веществ выделяют особоопасные: жидкости с температурой вспышки не более $28 \text{ }^\circ\text{C}$ (ГОСТ 12.1.044-89 [3]), вещества, несовместимые с веществами одинаковой с ними категории транспортной опасности (ГОСТ 12.1.004-91 [1]) или имеющие неоднородные средства пожаротушения.

Классификация опасности химической продукции (отнесение к виду, классу) производится в зависимости от вида и степени опасности продукции по ГОСТ Р 53856 -2010 [4].

Установлены следующие виды опасной химической продукции:

- взрывчатая химическая продукция;
- сжатые, сжиженные и растворенные под давлением газы;
- воспламеняющиеся газы;
- химическая продукция в аэрозольной упаковке;
- химическая продукция, представляющая собой воспламеняющуюся (горючую) жидкость;
- химическая продукция, представляющая собой воспламеняющееся твердое вещество;
- саморазлагающаяся химическая продукция;
- пиррофорная химическая продукция;
- самонагревающаяся химическая продукция;
- химическая продукция, выделяющая воспламеняющиеся газы при взаимодействии с водой;
- окисляющая химическая продукция;
- органические пероксиды;
- коррозионная химическая продукция.

Контакты несовместимых веществ могут происходить по различным причинам:

- отказ технических средств;
- неправильные, ошибочные действия операторов;
- разгерметизация упаковки,
- попадание воды в гидрореагирующие вещества;
- транспортные аварии;
- природные катаклизмы и т.д.

Каждая из таких причин должна быть прогнозируема с принятием мер к недопущению контакта несовместимых веществ друг с другом.

Важную роль в установлении несовместимости веществ играет скорость тепловыделения, а также условия окружающей среды.

Скорость тепловыделения предсказать практически невозможно, в связи с зависимостью её от множества факторов (поверхности контакта, энергии активации, начальной температуры, скорости реакции и т.д.).

Из практики известно, что большим тепловым эффектом обладают реакции горючих веществ с окислителями, кислот со щелочами, реакции гидролиза и т.д. Поэтому вещества, вступающие в такие реакции издавна хранят порознь.

Однако, в большинстве случаев предсказать поведение веществ при их контакте по теплоте реакции не представляется возможным.

Пожарную опасность веществ и их смесей можно определить по энергии Гиббса (ΔG°), которая является мерой реакционной способности реагирующих веществ [5].

Энергию Гиббса иначе называют изобарно-изотермическим потенциалом или свободной энтальпией, или просто термодинамическим потенциалом [8].

Реакции между веществами, сопровождающимися большой потерей энергии Гиббса, протекают самопроизвольно (без затраты работы извне) и до конца, иногда приобретая взрывной характер. В этих реакциях энергия Гиббса отрицательна. Реакции, протекающие с затратой работы, не способны идти самопроизвольно; энергия Гиббса для них положительна.

Вычислить величину энергии Гиббса реакции (ΔG°) можно вычитая сумму стандартных энергий образования исходных веществ из суммы таковых продуктов реакции, т.е. ($\Delta G^\circ = \sum (\Delta G_f^\circ)_{\text{прод.}} - \sum (\Delta G_f^\circ)_{\text{исх.}}$), где:

ΔG°_f —энергия Гиббса образования соединений из простых веществ в стандартном состоянии.

Исходными данными для определения теплового эффекта взаимодействия несовместимых веществ могут служить теплоты сгорания или теплоты образования как исходных веществ, так и продуктов их взаимодействия, которые являются справочными величинами. Теплоты сгорания более 12 тысяч веществ приведены в справочнике [6], а теплоты образования в справочнике [7].

Критерием самопроизвольного процесса в нестандартных условиях принимается условие $\Delta G^{\circ} \ll 0$, критерием невозможности протекания процесса принимается неравенство $\Delta G^{\circ} \gg 0$.

Ориентировочно величину, сопровождающую направленность химического взаимодействия, считают 41,8 кДж/моль.

Если для реакции расчётом получено $\Delta G^{\circ} <$ минус 41,8 кДж/моль, то реакция возможна не только в стандартных ($T=298,15$ К, $P=101325$ Па), но и в нестандартных условиях.

Если $\Delta G^{\circ} >$ 41,8 кДж/моль, то процесс невозможен как в стандартных, так и в иных условиях. По изменению энергии Гиббса от 0 до 41,8 кДж/моль нельзя сделать заключение о возможности протекания процесса в стандартных условиях. В этом случае необходимо дополнительно подобрать условия, при которых по расчёту энергия Гиббса будет отрицательной.

Если по расчёту получено $\Delta G^{\circ} <$ 0, то вещества, участвующие в реакции, пожароопасны и несовместимы. К совместному хранению такие вещества не допускаются. При $\Delta G^{\circ} >$ 41,8 кДж/моль, вещества совместимы и допускаются к совместному хранению.

При ΔG° от 0 до 41,8 кДж/моль – вещества пожароопасны при каких-то условиях, например при повышенных температурах.

Несмотря на кажущуюся простоту прогноза совместимости веществ с использованием энергии Гиббса, этот метод применим для ограниченного числа реакции, поскольку не для всех веществ известны величины энергии Гиббса образования, а также во многих случаях неизвестны продукты реакции.

В связи с этим актуальным остаётся изучение поведения смеси веществ экспериментальным путём по методикам, описанным в книгах [9,10] и инструкции [11].

В этих публикациях описан метод определения характера взаимодействия горящего вещества с водопенными средствами тушения. Некоторые сведения из этого метода могут оказаться полезными при разработке метода контроля совместимости веществ.

Более приемлемая методика испытаний веществ на совместимость приводится в [12] и [3].

Суть метода испытаний заключается в том, что исследуемые вещества после предварительных оценочных испытаний на взрывоопасность при смешивании ограниченного количества, смешивают в термостатируемых условиях в различных соотношениях и при различных температурах и выдерживают смесь в течение 2-х часов. Если при этом температура смеси увеличивается не более чем на 5 °С, то вещества считают совместимыми с точки зрения пожарной безопасности и допускается их совместное хранение. В противном случае вещества считают несовместимыми.

Мировой опыт накопил достаточно большое количество информации о несовместимых веществах. Наиболее полная информация о взаимодействующих веществах содержится в книге [13].

Отдельные публикации на эту тему содержатся также в работах [14-19].

Используя эту информацию можно рекомендовать следующий порядок установления несовместимости веществ.

1) Располагая наименованием веществ и их химическими формулами проверить не содержатся ли данные вещества в таблицах несовместимых веществ [20] или в перечне самовозгорающихся веществ [21] или в перечне саморазлагающихся веществ [22]. Вещества, содержащиеся в указанных списках, не подлежат совместному хранению с другими горючими веществами или материалами.

При отсутствии веществ в списках и при наличии их термодинамических характеристик следует проверить по энергии Гиббса степень совместимости (несовместимы при любых условиях, несовместимы при стандартных условиях, совместимы).

При отсутствии термодинамических характеристик следует определить принадлежность данных веществ к категории транспортной опасности (по ГОСТ 19433-88 [2]) и далее по таблицам ГОСТ 12.1.004-91 [1] установить порядок хранения.

При невозможности определения категории транспортной опасности следует определить совместимость веществ экспериментальным путём по методикам [3] или [12].

Следует также учитывать, что Правила противопожарного режима в Российской Федерации [23] предписывают хранить обособленно следующие материалы:

- каучук и резинотехнические материалы;
- зерно;
- горючие газы.

Кроме того, хранить в разных помещениях склада следует материалы, имеющие разные средства пожаротушения (например материалы, которые нельзя тушить водой должны храниться отдельно от традиционных материалов).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования.
2. ГОСТ 19433-88 Грузы опасные. Классификация и маркировка.
3. ГОСТ 12.1.044 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
4. ГОСТ Р 53856-2010 «Классификация опасности химической продукции. Общие требования.»
5. Саушев В.С. Пожарная безопасность хранения химических веществ. М., Сройиздат, 1982,– 127 с.
6. Земский Г.Т. Физико-химические и огнеопасные свойства химических органических соединений.(Справочник в двух книгах)-М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России:2009, кн.1-502с., кн. 2-458с
7. Рябин В.А., Остроумов М.А., Свит Т.Ф. Термодинамические свойства веществ. Справочник. Л., Химия, 1977,– 392 с.
8. Карапетьяниц М.Х. Примеры и задачи по химической термодинамике. Изд. 4-е, испр. М., Химия, 1974,– 302с
9. Монахов В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. М., Химия, 1972,– 416 с.
10. Монахов В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. 2-е изд., М., Химия, 1979,– 424 с.
11. Временная методика по определению характера взаимодействия горящего вещества с водопенными средствами тушения (№ 09-70), ВНИИПО, М., 1970,– 17 с.
12. Монахов В.Т. Показатели пожарной опасности веществ и материалов, 2007
13. National Fire Codes, Boston, 1979, v.3, 447 p
14. Канадзек С. Несовместимость опасных веществ. Убоданхо. 1963,№ 54, с.40.
15. Шидловский А. Взрывчатые смеси магния и алюминия с водой и метанолом. ЖПХ, 1946, XIX. Вып.4, с.371.
16. Некрасов Б.В. Основы общей химии. М, Химия, 1973,– т.1, 656 с.; т.2, 688 с.
17. Боуден Ф., Иоффе А. Быстрые реакции в твёрдых веществах. Пер. с англ. М., изд.Иностранная литература, 1962,-243с
18. Фрайштат Д.М. Реактивы и препараты. Хранение и перевозка. М., Химия, 1977– 424 с.
19. Земский Г.Т. и др. Определение категорий помещений по пожаровзрывоопасности, в которых обращаются взимореагирующие вещества. «Пожаровзрывобезопасность», 1993,– № 4, т.2, с.28
20. Земский Г.Т., Зуйков В.А. «Несовместимые вещества». Пожарная безопасность. 2010,– № 1, с.66-84.
21. Земский Г.Т., Зуйков В.А Самовозгорающиеся химические вещества.//Пожарная безопасность .2010, №2,с. 89-93
22. Земский Г.Т., Зуйков В.А. Саморазлагающиеся со взрывом вещества. // Пожарная безопасность, 2010, №3, с.96-105.
23. Правила противопожарного режима в Российской Федерации. Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 г. № 390.

УДК 614.84

В. Е. Иванов, Л. И. Романов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ НАПОРНЫХ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ

В данной статье рассматриваются вопросы, посвященные разработке новой конструкции устройства для устранения течи в рукавных линиях на пожаре и при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: пожарный рукав, конструкция, устройство, работоспособность.

V. E. Ivanov, L. I. Romanov

DEVELOPMENT OF A DEVICE DESIGN FOR RESTORING THE OPERABILITY OF PRESSURE FIRE HOSES

This article discusses issues related to the development of a new design of a device for eliminating leaks in hose lines during a fire and emergency response.

Key words: fire hose, design, device, performance.

Пожарный рукав является основным трубопроводом для доставки огнетушащих веществ к очагу возгорания. Пожарные рукава во время эксплуатации подвергаются воздействию многих факторов и основными причинами выхода их из строя являются:

1. Разрывы;
2. Прогары;
3. Порезы и проколы оболочки;
4. Отслоение внутреннего слоя;
5. Ослабление наливки.

Для устранения течи при малых отверстиях (до 5-8 мм) устраняют при помощи ленточных зажимов. При больших продольных порезах применяют корсетные зажимы для ликвидации протечек в рукавной линии. Одним из главных недостатков применения корсетных зажимов является низкая скорость устранения течи в рукавной линии. Из-за высокой трудоемкости установки корсетных зажимов, в подразделениях пожарной охраны, чаще всего применяются зажимы пожарных рукавов ЗПР-80 и ЗПР-150. Данные зажимы применяют в зависимости от диаметра пожарного рукава, и они не являются универсальными. Поэтому разработка универсального устройства для быстрой ликвидации течи из отверстий и свищей в напорных пожарных рукавах без прекращения подачи огнетушащего вещества при пожаротушении является актуальной задачей. При разработке конструкции учитывались такие параметры как: малые габариты для удобства хранения и перемещения устройство, малый вес, универсальность для ликвидации течи на различных пожарных рукавах.

Для разработки конструкции устройства были использованы системы автоматизированного проектирования. В программе Inventor были разработаны отдельные детали устройства и произведены прочностные исследования конструкции деталей. На рисунке представлено разработанное устройство в сборе. Данное устройство состоит из корпуса, рукоятки и текстильного материала. Текстильный материал крепится, с одной стороны, к корпусу устройства и зажимается рукояткой. С целью ликвидации течи напорного пожарного рукава, необходимо обернуть один раз вокруг рукава текстильным материалом, пропустить между рукояткой и корпусом и зажать рукояткой материал. На рукоятке предусмотрены выступы, чтобы прочно закрепить материал. Для разработанной конструкции были проведены прочностные исследования с помощью компьютерного моделирования. На основании исследований выявлено, что наиболее слабым и уязвимым местом являются два шипа рукоятки, которые вставляются в отверстия в корпусе устройства.

С целью оптимизации конструкции и повышения показателей надежности и долговечности устройства прочностные исследования выполнялись в программе Inventor. На основании произведенных прочностных исследований конструкция устройства была доработана, усилены шипы, а слабонагруженные участки изменены согласно полученным результатам генератора форм программы Inventor.

Таким образом разработана конструкция устройства для восстановления работоспособности напорных пожарных рукавов, которая позволит оперативно восстанавливать работоспособность рукавных линий на пожаре при поперечном разрыве пожарных рукавов не прерывая при этом подачу огнетушащих веществ к очагу возгорания.



Рисунок. Разработанное устройство в сборе:
1 – рукоятка, 2 – корпус, 3 – текстильный материал

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кропотова Н.А., Иванов В.Е.* Новое решение пожаротушения // Актуальные вопросы профессиональной подготовки пожарных и спасателей: сборник материалов IV Межвузовской научно-практической конференции, Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. С. 49-52.
2. *Лескова И.А.* Применение систем автоматизированного проектирования для обеспечения надежности различных конструкций // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции, Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. С 144-147.

УДК 614.842

С. А. Имамутдинов, Р. М. Султанов, Л. П. Волокитина
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННОЙ МОДЕЛИ ГОРОДСКОГО ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ

Общая тенденция уплотнения городских застроек, увеличение этажности, скопление легкового автотранспорта во дворах жилых домов, затрудняют своевременное прибытие пожарных расчетов к месту вызова, имеются трудности с подачей огнетушащих веществ выше 10 этажа, что определяет важность пересмотреть концепцию конструирования пожарного автомобиля для нужд крупных городов.

Ключевые слова: модель, пожарный автомобиль (ПА), автоцистерна (АЦ), шасси грузового автомобиля, пожарно-техническое вооружение(ПТВ), насосная установка.

S. A. Imamutdinov, R. M. Sultanov, L. P. Volokitina

DEVELOPMENT MODERN MODEL CITY FIRE TRUCK

The general trend of compaction of urban buildings, increasing number of storeys, accumulation of passenger vehicles in the courtyards of residential buildings, make it difficult for timely arrival of fire brigades to the place of call, there are difficulties with the supply of fire extinguishing agents above the 10th floor, which determines the importance of reviewing the concept of designing a fire truck for the needs of large cities.

Key words: model, fire truck, tanker truck, truck chassis, fire-technical armament, pumping unit.

Современная городская инфраструктура стремительно развивается, занимая всё больше свободных территорий города, при этом все новые постройки, как правило, являются зданиями повышенной этажности или же высотными.

Главными проблемами таких зданий, с точки зрения пожаротушения, является высота объекта и затрудненный проезд по внутридворовой территории. Успех тушения пожара достигается своевременным сосредоточением к месту вызова сил и средств пожарной охраны, а это, к сожалению, в крупных городах затруднительно.

С каждым годом увеличивается интенсивность дорожного движения, а вместе с ним и среднее время прибытия пожарного расчета, что приводит к увеличению количества человеческих жертв и материальных убытков. Среднее время прибытия первого пожарного подразделения с 2015 по 2018 год выросло с 8,21 до 8,41 мин. Среднее время тушения пожара на 2018 год составило 15,74 мин., а прямой материальный ущерб от одного пожара (в городах) с 2016 по 2018 год увеличился на 38,7 тыс. рублей. [1, 5, 9]

Разработку современных моделей, а также обновление и модернизацию существующей пожарной техники с улучшением ее рабочих параметров (скорости следования к месту вызова, сокращением времени подачи первого ствола, боевого развертывания и ликвидации пожара, а также надежности, долговечности, экономичности, простоты в эксплуатации и др.) надо признать актуальной и эффективной, так как суммарные затраты на это, в конечном счете, будут меньше, чем материальный ущерб от пожаров. [4, 6, 11]

Концепция современного городского пожарного автомобиля общего применения должна строиться таким образом, чтобы автоцистерны обладали маневренностью и оптимальными габаритами, имея возможность

проехать по дворам, заставленным легковым автотранспортом, а энергетические установки были экологичными и экономичными.

Основной пожарной автомобиль, а именно автоцистерна, согласно ГОСТ, предназначен для доставки личного состава на место тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ с помощью вывозимых на нем огнетушащих веществ (ОВ) и пожарного оборудования, а также для подачи к месту пожара огнетушащих веществ от других источников. [2, 7]

Всем этим требованиям отвечают пожарные автоцистерны на шасси современных отечественных и зарубежных грузовых автомобилей.

На данный момент основной парк автоцистерн города Уфы (до 90%) составляют пожарные автомобили на шасси грузовых автомобилей «КАМАЗ» и «УРАЛ» колесных формул 4х2, 4х4 и 6х6, которые имеют внушительные размеры и тяжело маневрируют в городских условиях. [16]

Также конструкции этих автомобилей являются довольно высокими (высота более 3 м), что значительно затрудняет работу пожарных низкого и среднего роста, приводя к увеличению времени на проведение боевого развертывания. [8, 14]

Кабина для пожарного расчета, конструкция кузова и расположение в нем ПТВ, на пожарных автомобилях, находящихся на вооружении пожарных подразделений, согласно исследованиям, отвечают требованиям нормативных документов, но не является удобными для доставки к месту вызова боевых расчетов и работы, с точки зрения антропометрии пожарных. [3, 10]

Вышеуказанные автоцистерны оборудованы пожарными насосами типа НЦПН-40/100 нормального давления (Нн-100 м.в.ст.) или комбинированными насосами типа НЦПК-40/100-4/400 (Нн -100 и 400 м.в.ст.). [13]

Ввиду естественных физических причин, поднять воду на тушение пожаров выше 14 этажа насосом с нормальным давлением (Нн-100 м.в.ст.) затруднительно. Конечно, данную проблему частично решают встраиваемые в здания системы сухотрубов и комбинированные насосы модели НЦПК 40/100-4/400, которые имеют только один ствол-распределитель высокого давления типа СРВД соединенный резиновым шлангом длиной от 30 до 90 метров, который ограничен габаритами отсека кузова пожарного автомобиля. Компоновка пожарного автомобиля с задним расположением насосной установки является нецелесообразной, так как это занимает неоправданно много места и, согласно ГОСТ, обязывает предусмотреть его дополнительный обогрев. [2, 12, 15]

Целью работы является разработка современной модели городского пожарного автомобиля, с учетом требований нормативно-правовых актов в области организации и проведения пожаротушения, которая должна существенно сократить время прибытия пожарной бригады к месту вызова, реализации работ по тушению пожара и ликвидации его последствий.

Разрабатываемая модель пожарного автомобиля, при ее внедрении в деятельность подразделений пожарной охраны, должна существенно снизить социально-экономический ущерб, вызванный пожарами.

Проектируемый пожарный автомобиль можно классифицировать, как АЦ 1,5-20 (С41R33), средний пожарный автомобиль полной массой до 14 тонн, 1-й категории.

Предлагаемая вместимость цистерны для воды 1,5 м³ обосновывается тем, что для тушения пожаров в городах, где хорошо развита водопроводная сеть и имеются системы наружного противопожарного водоснабжения, большой запас вывозимых огнетушащих средств не требуется.

Предлагаемая нами модель автоцистерны спроектирована на базе шасси ГАЗон NEXT CITY колесной формулы 2х4, которое было специально разработано для городских условий, что обеспечит более успешное маневрирование на дороге в отличие от полноприводных шасси.

Главными преимуществами данного грузового автомобиля являются:

- колеса малого диаметра;
- меньшие размеры и габариты, чем у ПА на базе «КАМАЗ» и «УРАЛ»;
- небольшой внешний радиус поворота – менее 8 м, что близко к легковому автомобилю;
- моноприводная трансмиссия более экономична и менее энергозатратна в отличии от полноприводной;
- капотная компоновка.

Капотная компоновка ГАЗона NEXT CITY позволяет разместить насосную установку в кабине, что обеспечивает более удобное ее обслуживание и создает комфортные условия для работы водителя, защищает его от внешних осадков, а при установке специальной вентиляционной системы и от опасных факторов пожара, также не потребуются дополнительная радиостанция и дополнительный обогрев насоса.

Внесены определенные изменения в компоновку кузова, а именно, для ручных пожарных лестниц предлагается разработать специальные вентилируемые пеналы (отсеки), которые позволят защитить оборудование от внешних осадков и снизить высоту размещения, что поспособствует более быстрому приведению их в действие для проведения спасательных работ.

В кузове, за счет освободившегося от насосной установки места, предусмотрены отсеки для:

- запасного колеса, размещение которого представляет некоторые трудности для многих заводов изготовителей ПА;

- дополнительного ПТВ и аварийно-спасательного оборудования;
- хранения групповых спасательных средств, таких как натяжное полотно, «куб жизни» и др.;
- запасных баллонов со сжатым воздухом (кислородом), регенеративных патронов и других технических средств газодымозащитной службы.

Разрабатываемую модель ПА предлагается оснастить насосом высокого давления типа НЦПВ-20/200, так как ГОСТ [2, табл.1] дает право установить насос производительностью 20 л/с на данном автомобиле.

Особенности и преимущества насоса НЦПВ-20/200 рассчитанного на работу с широким диапазоном выходных параметров:

- малые габариты и вес;
- высокое давление обеспечивает возможность тушения пожаров тонко-распыленными струями;
- обеспечивается малый расход воды при повышенных огнетушащих свойствах и эффективное осажение дыма;
- снижается ущерб от пожара за счет исключения излишнего пролива воды;
- обеспечивается возможность тушения пожаров в зданиях повышенной этажности.

Установка насоса высокого давления требует применять напорные рукава на рабочее давление 1,6 МПа диаметрами 77 и 51 мм, которые позволят установить разветвления типа РТ-80 и подать на тушение развившегося пожара и защиту верхних этажей не менее трех ручных пожарных стволов, вместо одного ствола-распределителя высокого давления типа СРВД комбинированного насоса.

Для стандартизации модели были использованы ГОСТы – 34350-2017, 6134-2007, 7877-75, 2.601-2013, 9.402-2004, 12.0.004-2015, 27.002-2015 и другие.

Этапы реализации разработки современной модели городского пожарного автомобиля:

- анализ пожарных автомобилей (автоцистерн) и их эргономики для пожарных, ГОСТов, нормативно-правовых актов и другой документации;
- подбор наиболее подходящего варианта шасси, насосной установки, компоновки кузова, пожарных рукавов и т.д.;
- разработка 3D модели пожарного автомобиля;
- проектирование и конструирование пожарного автомобиля, включая разработку конструкторской документации;
- создание экспериментального образца;
- внедрение созданной модели ПА в использование крупными городами.

Экспресс анкетирование руководителей подразделений пожарной охраны Уфимского пожарно-спасательного гарнизона показал, какие именно характеристики модели пожарного автомобиля заслуживают положительной оценки, а именно:

- проектирование автоцистерны на шасси грузового автомобиля типа Газон NEXT CITY позволит получить пожарный автомобиль среднего класса (объем цистерны от 1000 до 2000 литров);
- малые габариты пожарного автомобиля позволят успешно маневрировать на городских дорогах с интенсивным движением и в современных дворах многоэтажных домов;
- насос с одним рабочим колесом (одной ступенью) более долговечен, в отличии от комбинированного (многоступенчатого), и проще в эксплуатации;
- напорные пожарные рукава, в отличие от резиновых шлангов высокого давления, легче в использовании и более экономичны;
- возможность подавать на тушение пожара до трех комбинированных стволов;
- применение отечественных продуктов производства позволит существенно удешевить цену на подобный пожарный автомобиль.

Выводы:

Разработанная модель современного городского пожарного автомобиля позволит:

- сократить среднее время прибытия первого пожарного подразделения к месту вызова;
- уменьшить время, затрачиваемое на приведение в действие спасательных средств и боевое развертывание;
- улучшить условия труда пожарного расчета;
- подать воду на тушение пожаров в высотных зданиях;
- снизить количество человеческих жертв и материальных затрат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2019, - 125 с.: ил. 42.

2. ГОСТ 34350-2017 Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний.
3. *Самохвалов, Ю.П.* Приспособленность пожарных автомобилей основного назначения к работе пожарных: Автореф. дисс. канд. техн. наук – М. АГПС, 2007. - 25 с.
4. *Савин, М.А.* Повышение эффективности эксплуатации двигателей основных пожарных автомобилей в условиях отрицательных температур: Автореф. дисс. канд. техн. наук – М. АГПС, 2001. - 23 с.
5. *Sharafutdinov, A.A.* Development of a method for calculating fire and oil spills parameters/ A.A. Sharafutdinov, F.S. Khafizov, I.F. Khafizov, A.V. Krasnov, A.V. Akhmethafizov, V.I. Zakirova, A.N. Khafizova// AIP Conference Proceedings. 28. Сер. «28th Russian Conference on Mathematical Modelling in Natural Sciences». 2020. С. 070004.
6. *Sharafutdinov, A.A.* Structural and intelligent scheme of navigation system of a ground-based mobile robot for forming a traffic route/ A.A. Sharafutdinov, A.Y. Timasheva// 2020 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 860(1), 012019
7. *Khafizov, F.S.* Evaluation of the mobile simulator for fire protection training/ F.S. Khafizov, A.M. Gazizov, I.F. Khafizov, A.A. Sharafutdinov// CEUR Workshop Proceedings. Сер. «CSASE 2018 - Proceedings of the Annual Scientific International Conference on Computer Systems, Applications and Software Engineering». - 2018.
8. *Шарафутдинов, А.А.* Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного мониторинга окружающей среды / А.А. Шарафутдинов, С.А. Имамутдинов, А.Н. Мухаметьянова, А.Т. Табульдина, Т.А. Маннанов // Нефтегазовое дело. - 2018. - № 2. - С. 99-116.
9. *Устюжанина, А.Ю.* Прогнозирование чрезвычайных ситуаций на предприятиях нефтехимии с применением геоинформационных технологий / А.Ю. Устюжанина, А.А. Ганиева, А.А. Шарафутдинов// В сборнике: Современные технологии в нефтегазовом деле - 2016. Сборник трудов Международной научно-технической конференции посвященной 60-летию филиала. - 2016. - С. 442-447.
10. *Хафизов, И.Ф.* Проектирование технических средств обучения для специалистов нефтегазового комплекса на основе оптимального множества тренингов / И.Ф. Хафизов, А.А. Кудрявцев, Д.И. Шевченко, А.А. Шарафутдинов// В сборнике: Современные технологии в нефтегазовом деле - 2016. Сборник трудов Международной научно-технической конференции посвященной 60-летию филиала. - 2016. - С. 366-369.
11. *Шарафутдинов, А.А.* Особенности применения информационно-ситуационных технологий в области обеспечения комплексной безопасности объектов / А.А. Шарафутдинов, Е.А. Пономарева, Е.С. Егорова// Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. - 2016. - № 1-2 (5). - С. 194-196.
12. *Хафизов, И.Ф.* Применение геоинформационных технологий на предприятиях нефтехимии / И.Ф. Хафизов, А.А. Шарафутдинов, А.Ю. Устюжанина, А.М. Галимов // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. - 2016. - № 1-1 (7). - С. 76-80.
13. *Шарафутдинов, А.А.* Применение автоматизированной системы связи и оперативного управления подразделениями пожарной охраны государственной противопожарной службы при тушении крупных пожаров / А.А. Шарафутдинов, Ф.Ш. Хафизов, А.А. Кудрявцев, Р.Р. Каримов // Нефтегазовое дело. - 2015. - № 1. - С. 345.
14. *Шарафутдинов, А.А.* Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного мониторинга окружающей среды / А.А. Шарафутдинов // Нефтегазовое дело. - 2018. - № 2. - С. 99.
15. *Фукалов, Д.С.* Разработка и создание приложения по моделированию чрезвычайных ситуаций на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса для совместной подготовки оперативно-диспетчерского персонала / Д.С. Фукалов, А.Ю. Устюжанина, А.А. Галкина, К.Э. Писаренко, А.А. Шарафутдинов // Информационные технологии. Проблемы и решения: Материалы Международной научно-практической конференции. - 2017. - № 1 (4). - С. 56-61.
16. *Шарафутдинов, А.А.* Инновационные методы ликвидации аварий, связанных с открытыми выбросами с возгоранием, при разработке нефтяных месторождений / А.А. Шарафутдинов, С.А. Имамутдинов, И.А. Хайретдинов // В сборнике: Актуальные проблемы и современные технологии обеспечения пожарной, экологической и промышленной безопасности. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. - 2017. - С. 99-101.

УДК: 614.843.8

С. С. Казарин, А. Д. Семенов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ КРАТНОСТИ ВОЗДУШНОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТВОЛА ВОЗДУШНО-ПЕННОГО С ЭЖЕКТИРУЮЩИМ УСТРОЙСТВОМ

В работе показано, что для повышения эффективности образования пены, снижения расхода пенообразователя требуется увеличить подпор воздуха на пеногенерирующих устройствах. При использовании ствола воздушно-пенного с эжектирующим устройством можно обеспечить дополнительное обогащение раствора пенообразователя воздухом за счет подсоса через эжектирующее отверстие вакуумной камеры.

Ключевые слова: воздушно-механическая пена, ствол воздушно-пенный.

S. S. Kazarin, A. D. Semenov

METHOD FOR INCREASING THE MULTIPLICITY OF AIR MECHANICAL FOAM WHEN USING AIR-FOAM BARREL WITH EJECTING DEVICE

It is shown that to increase the efficiency of foam formation and reduce the foaming agent consumption, it is necessary to increase the air pressure on the foam generating devices. When using an air-foam barrel with an ejecting device, it is possible to provide additional enrichment of the foaming agent solution with air due to suction through the ejecting hole of the vacuum chamber.

Keywords: air-mechanical foam, the barrel of the air-foam.

Огнетушащие свойства пен обусловлены охлаждающим действием воды, содержащейся в пене, и изоляцией источника огня от кислорода воздуха. Важнейшее достоинство пен как средства тушения пожара заключается в их малой плотности, что позволяет применять пены для тушения горящих органических жидкостей. Высокая стабильность и плавучесть пены на поверхности органических жидкостей, по отношению к которым применение воды неэффективно, делает ее незаменимым огнетушащим веществом.

Пены, применяемые для тушения пожаров, обладают определенными свойствами: высокой структурно-механической прочностью, высокой устойчивостью по отношению к тепловому воздействию, хорошей растекаемостью по твердым телам и поверхностям жидкостей [1-2]. В связи с этим не каждое пенообразующее вещество может быть использовано для получения противопожарных пен.

Основными способами получения пены являются: - химическое взаимодействие веществ, растворенных в воде, сопровождающееся выделением каких-либо газов (химическая пена); - механическим смешением воздуха и водного раствора пенообразователя (воздушно-механическая пена).

Особенностью химической пены является высокая устойчивость. Ее применяют для тушения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Для получения химической пены используют пенообразующие порошки, которые состоят из двух частей (раздельные пенопорошки): кислотной и щелочной. Компоненты раздельных пенопорошков хранятся отдельно, их растворы смешиваются в момент применения. Существуют также композиции, содержащие одновременно кислотную и щелочную части (единый пенопорошок).

Основным недостатком химических пен заключается в их небольшой кратности, обычно не превышающей значения 5-6.

Воздушно-механическая пена (ВМП) используется для тушения различных веществ, таких как горящие жидкости, порошкообразные вещества, а также материалы, которые нельзя тушить водой из-за возможного изменения их свойств. Воздушно-механическую пену получают при помощи устройств оборудованных комплектом сеток с естественным или принудительным подпором воздуха. В качестве поверхностно-активных веществ, для смешения с водой, применяют пенообразователи, которые отличаются по свойствам и химическому составу.

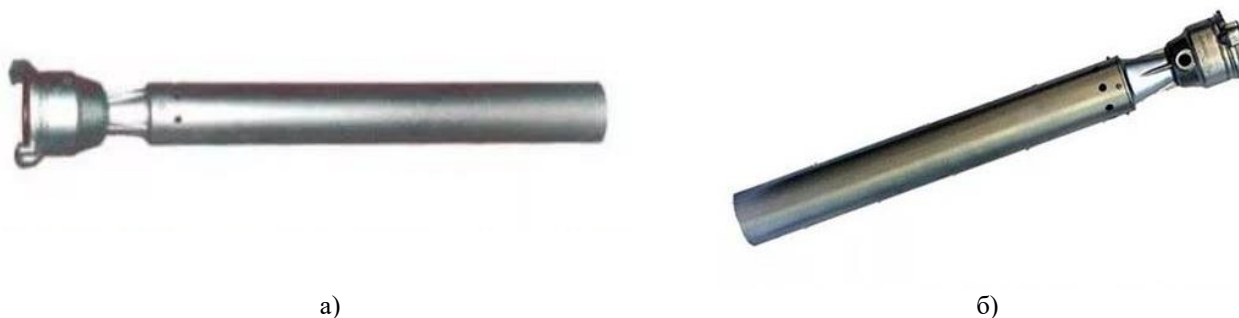


Рис. 1. Общий вид воздушнопенных стволов
а) ствол воздушнопенный; б) ствол воздушнопенный с эжектирующим устройством

Смешение пенообразователя с водой можно осуществлять, непосредственно в пеногенерирующем устройстве (рис. 1) – стволах воздушно-пенных (СВП) с эжектирующим устройством (СВПЭ) или подавать раствор воды и пенообразователя в пеноподающий ствол. Использование СВП позволяет получать пену низкой кратности, которая характеризуется повышенной дальностью подачи. ВМП средней кратности получают при использовании пеногенерирующих устройств с комплектом сеток – генераторы пены средней кратности (ГПС) [3], а для получения пены высокой кратности используют приборы с комплектом сеток и принудительным подпором воздуха, для увеличения производительности по пене.

Таким образом, для повышения эффективности образования пены, снижения расхода пенообразователя требуется увеличить подпор воздуха на пеногенерирующих устройствах. При использовании ствола воздушно-пенного с эжектирующим устройством можно обеспечить дополнительное обогащение раствора пенообразователя воздухом за счет подсоса через эжектирующее отверстие вакуумной камеры.

В работе рассматривается возможность увеличения производительности ствола СВПЭ по пене при использовании эжектирующего устройства в качестве устройства повышения подачи воздуха.

Конструкция СВПЭ представлена на рисунке 2 [4].

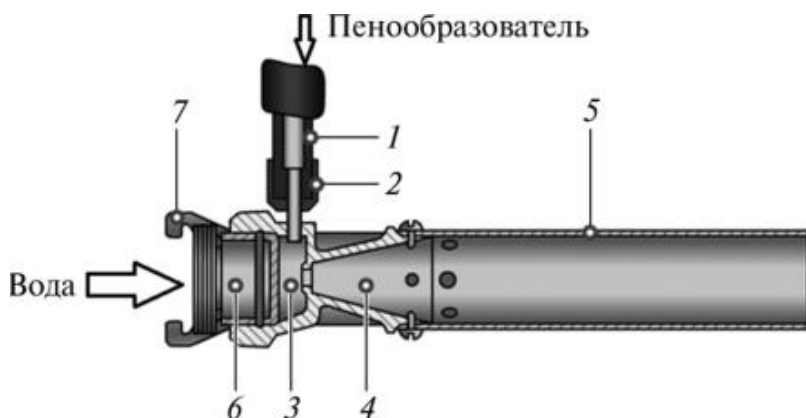


Рис. 2. Устройство ручного ствола СВПЭ
1 – шланг; 2 – ниппель; 3 – вакуумная камера; 4 – выходная камера; 5 – направляющая труба; 6 – приемная камера; 7 – соединительная головка

Таким образом, шланг 1 и ниппель 2 подсоединены к отверстию, которое соединяет вакуумную камеру 3 и атмосферу. Отсоединив ниппель 1 и шланг 2 от отверстия вакуумной камеры 3 можно обеспечить дополнительный подсос воздуха во всасывающую камеру 3, из которой водяно-воздушная эмульсия поступает в выходную камеру, где осуществляется перемешивание раствора пенообразователя с воздухом. Применение СВПЭ без ниппеля вакуумной камеры позволит увеличить объем ВМП и сократить расход пенообразователя на тушение пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Молчанов В.П., Гречушкин Н.Н. и др. Основные тенденции и направления развития пожарно-спасательных технологий и оборудования. - М.: 2010 185 с.
2. Шараварников А.Ф., Шараварников С.А. Пенообразователи и пены для тушения пожаров (состав, свойства, применение) – М.: 2005, - 334 с.

3. ГОСТ Р 50409-1992 «Техника пожарная. Генераторы пены средней кратности. Технические требования. Методы испытаний».

4. ГОСТ Р 53251-2009 «Техника пожарная. Стволы пожарные воздушно-пенные. Технические требования. Методы испытаний».

УДК 614.8.067

Е. А. Калинин, С. А. Сырбу

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ О ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МАСЛОМАЗУТОДИЗЕЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ ОБЪЕКТОВ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Актуальность рассматриваемой темы обусловлена тем, что пожарной безопасностью масомазутодизельного хозяйства объектов атомной энергетики напрямую связана с повышением безопасности объектов энергетики. Основная цель системы обеспечения пожарной безопасности состоит в исключении условий возникновения пожаров, в статье представлены способы исключения условий образования горючей среды

Ключевые слова: пожарная безопасность, масломазутодизельное хозяйство, объект атомной энергетики, причины пожаров

E. A. Kalinin, S. A. Syrbue

TO THE QUESTION OF FIRE SAFETY OF OIL AND LUBRICANTS AND DIESEL FACILITIES OF NUCLEAR ENERGY FACILITIES

The relevance of the topic under consideration is due to the fact that the fire safety of the oil-and-fuel economy of nuclear power facilities is directly related to improving the safety of power facilities. The main goal of the fire safety system is to exclude the conditions for the occurrence of fires, the article presents ways to exclude the conditions for the formation of a combustible environment

Key words: fire safety, oil and diesel fuel economy, nuclear power facility, causes of fires

Атомная энергетика — это отрасль энергетики, занимающаяся производством электрической и тепловой энергии путём преобразования ядерной энергии. В основном для получения ядерной энергии применяется цепная ядерная реакция деления ядер урана-235 либо плутония. Ядра делятся при попадании в них нейтрона. Нейтроны деления и осколки деления обладают большой кинетической энергией. При столкновении осколков с другими атомами кинетическая энергия преобразуется в тепло.

Многочисленные АЭС расположены в странах Европы, Северной Америки, Дальневосточной Азии и на территории бывшего СССР, в Африке их практически нет, в Австралии и Океании АЭС полностью отсутствуют.

Мировой лидер по установленной мощности в рассматриваемой сфере — США, но в этой стране ядерная энергетика составляет лишь 20 % в общем энергобалансе. Мировым лидером по доле в общей выработке является Франция (второе место по установленной мощности), в которой ядерная энергетика является национальным приоритетом — 77 %.

В последние годы производство электроэнергии на АЭС мира возрастало ежегодно на 15-20% быстрее, чем производство какого-либо другого источника энергии.

Интенсивный рост потребления электроэнергии во всех отраслях народного хозяйства требует постоянного внимания к повышению безопасности объектов энергетики [5].

Анализ состояния объектов атомной энергетики различного назначения показывает, что их безопасность во многом зависит от технического состояния электрооборудования, электроустановок, а также от человеческого фактора. Больше половины всех аварий, пожаров и взрывов происходит по вине человека: по халатности, некомпетентности, невнимательности, безответственности. Недооценка этого факта нередко приводит к возникновению чрезвычайных ситуаций (в том числе и крупных) со значительным материальным ущербом.

Крупные объекты атомной энергетики имеют маслосмазодизельные хозяйства (далее ММДХ), пожар или авария в этих структурных подразделениях способен привести не только к огромному материальному ущербу, но и нанести большой вред окружающей среде.

Приведём примеры нескольких пожаров, которые произошли именно в маслосмазодизельных хозяйствах атомных станций.

На Калининской атомной электростанции в Тверской области произошло задымление при тестовом пуске дизель-генератора. Это произошло 11 августа 2020 года. Возгорание было локализовано на площади два квадратных метра. В состав Калининской АЭС входят четыре энергоблока с энергетическими реакторами мощностью 1000 мегаватт каждый.

Пожары на атомных электростанциях за рубежом периодически появляются в сообщениях СМИ.

Так в американском штате Калифорния сгорел трансформатор 7 марта 2016 года, возгорание было потушено в течение получаса. На Южноукраинской АЭС 16 января 2015 года загорелся трансформатор, произошёл выброс радиоактивных веществ.

Пожары в ММДХ возникают чаще всего при авариях маслосмазодизельных аппаратов либо из-за воспламенения изоляции. К наиболее пожароопасным относятся масляные выключатели, трансформаторы, реакторы и конденсаторы. Чаще всего причиной загорания в масляных выключателях служит перекрытие между проходными изоляторами внутри выключателя либо между изолятором и корпусом. В данных случаях возможны разрыв корпуса, а также его прогар и разлив горящего масла. Иногда при сильном разрыве корпуса происходит срыв двери камеры, в таком случае горение может распространиться по секции и в целом по всему зданию.

Особенности развития пожаров в других маслосмазодизельных аппаратах аналогичны. Для пожаров в ММДХ свойственна большая скорость задымления помещения из-за небольших объемов камер, коридоров и высокой дымообразующей способности материала изоляции и трансформаторного масла. Также возможно задымление смежных помещений.

Пожары с тяжелыми последствиями возможны в основных и вспомогательных помещениях котельных цехов, потому что здесь находится большое количество котельного топлива.

Одним из широко применяющихся топлив является мазут, свойства которого и эксплуатационные характеристики в ряде случаев достаточно нестабильны. Нестабильность проявляется в мазутопроводах и особенно в мазутохранилищах, как способность мазута постепенно образовывать на стенках смолистые и коксообразные отложения, трудно поддающиеся удалению. Проведение ремонтных работ обычно сопровождается процессами резки и сварки металлов. Образующиеся при этом частицы металлов являются вероятными источниками загорания мазута при его транспорте, хранении и перегрузке.

Пожары в ММДХ также принимают значительные размеры при разрыве масляной системы генератора, взрывах и повреждениях трансформаторов. В такой ситуации основным очагом горения является разлившееся и вытекающее масло. В сложные пожары способны превратиться загорания обмотки генератора при достаточно поздно принятых мерах тушения. Воспламенение водорода при его утечке из системы водородного охлаждения способно привести к распространению пожара на обмотку, кабели, систему смазки.

Эти обстоятельства заставляют специалистов постоянно искать новые, отвечающие требованиям времени, средства и методы предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций.

В соответствии со статьей 5 «Обеспечение пожарной безопасности объектов защиты» ФЗ № 123 от 22.07.2008 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» установлено, что каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности.

К цели создания системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты относится предотвращение пожара, а также обеспечение безопасности людей и защиты имущества при пожаре.

В систему обеспечения пожарной безопасности объекта защиты входит система предотвращения пожара, система противопожарной защиты, комплекс организационно-технических мер по обеспечению пожарной безопасности [1, 4].

Руководитель АЭС осуществляет непосредственное руководство системой пожарной безопасности в пределах своей компетенции на подведомственной территории и несет персональную ответственность за соблюдение требований пожарной безопасности [2, 3].

Система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты должна содержать комплекс мероприятий, при которых исключена возможность превышения значений допустимого пожарного риска [1].

Таким образом, основной целью системы обеспечения пожарной безопасности является исключение условий возникновения пожаров, которое достигается путем исключения условий образования горючей среды или исключением условий образования в горючей среде либо внесения в нее источников загорания.

Способы исключения условий образования горючей среды перечислим следующие:

- 1) использование негорючих веществ и материалов;
- 2) ограничение массы и (или) объема горючих веществ и материалов;
- 3) применение более безопасных способов размещения горючих веществ и материалов, материалов, при взаимодействии с которыми происходит образование горючей среды;

- 4) изоляция горючей среды от источников зажигания;
- 5) поддержание безопасной концентрации в среде окислителя и (или) горючих веществ;
- 6) понижение концентрации окислителя в горючей среде в защищаемом объеме;
- 7) поддержание температуры и давления среды, при которых распространение пламени исключается;
- 8) механизация и автоматизация технологических процессов, связанных с обращением горючих веществ;
- 9) использование пожароопасного оборудования в некоторых помещениях либо на открытых площадках;
- 10) использование устройств защиты производственного оборудования, которые исключают выход горючих веществ в объем помещения, а также устройств, исключающих образование в помещении горючей среды;
- 11) удаление из помещений, коммуникаций пожароопасных отходов производства, отложений пыли.

Большинство чрезвычайных ситуаций на объектах атомной энергетики в целом, и на объектах ММДХ в частности, можно предотвратить, а причиняемый ими ущерб свести к минимуму, если на объекте будут соблюдаться требования пожарной безопасности, а обслуживающий персонал будет знать особенности возникновения чрезвычайной ситуации и порядок действий при их ликвидации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон № 123 от 22.07.2008г. Технический регламент «О требованиях пожарной безопасности». [Электронный ресурс]:// СПС «Консультант плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/>. (Режим доступа свободный, дата обращения 12.02.2020).
2. Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [Электронный ресурс]: // СПС «Консультант плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/>. (Режим доступа свободный, дата обращения 12.02.2020).
3. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [Электронный ресурс]: // СПС «Консультант плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/>. (Режим доступа свободный, дата обращения 12.02.2020).
4. СП 13.13130.2009 «Атомные станции. Требования пожарной безопасности». [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200092705>. Доступ из справ.-прав. системы «ТЕХЭКСПЕРТ».
5. Энергетическая стратегия России до 2030 года и Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики России до 2020 года с учетом перспективы до 2030 года.

УДК 614.87

*Е. А. Карам, К. П. Селиверстов **

ФГБОУ Уральский институт ГПС МЧС России

*СПСЧ 14 ФГКУ Специальное управление ФПС 34 МЧС России г. Пермь

СПАСАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ

В статье рассматриваются актуальные вопросы защиты Арктической зоны Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Учитывая опасности и риски возникновения ЧС в Арктической зоне Российской Федерации, их возможные последствия, представлено описание проекта передвижного многофункционального аварийно-спасательного модуля.

Ключевые слова: комплексная безопасность, Арктическая зона, чрезвычайная ситуация, аварийно-спасательный модуль.

Е. А. Karama, K. P. Seliverstov

RESCUE TECHNOLOGIES FOR THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

The article deals with topical issues of protection of the Arctic zone of the Russian Federation from natural and man-made emergencies. Taking into account the dangers and risks of emergencies in the Arctic zone of the Russian Federation, their possible consequences, a description of the project of a mobile multifunctional rescue module is presented.

Key words: integrated security, Arctic zone, emergency situation, rescue module.

К арктическим территориям, Северному Ледовитому океану и его окраинным морям с недавних пор приковано особое внимание ученых и политиков.

Арктика – северная полярная область Земли, включающая Северный Ледовитый океан и его моря: Гренландское, Баренцево, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское и Бофорта, а также море Баффина, залив Фокс-Бейсин, многочисленные проливы и заливы Канадского Арктического архипелага, северные части Тихого и Атлантического океанов; Канадский Арктический архипелаг, Гренландию, Шпицберген, Землю Франца-Иосифа, Новую Землю, Северную Землю, Новосибирские острова и о. Врангеля, а также северные побережья материков Евразия и Северная Америка.

Арктическая зона Российской Федерации определяется как "часть Арктики, в которую входят полностью или частично территории Республики Саха (Якутия), Мурманской и Архангельской областей, Красноярского края, Ненецкого, Ямало-Ненецкого и Чукотского автономных округов, определенные решением Государственной комиссии при Совете Министров СССР по делам Арктики от 22 апреля 1989 г., а также земли и острова, указанные в Постановлении Президиума Центрального Исполнительного Комитета СССР от 15 апреля 1926 г. "Об объявлении территорией СССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане", и прилегающие к этим территориям, землям и островам внутренние морские воды, территориальное море, исключительная экономическая зона и континентальный шельф Российской Федерации, в пределах которых Россия обладает суверенными правами и юрисдикцией в соответствии с международным правом.

Рассматривая Арктическую зону Российской Федерации сквозь призму конституционных ценностей, очевидно, что при регламентации ее правового статуса и решения актуальных вопросов ее развития необходимо исходить из несомненной данности: Арктика - объект стратегически важный для реализации конституционных основ страны и конституционно закрепленных ценностей.

Обеспечение комплексного социально-экономического развития Арктической зоны, безопасности человека и его окружающей среды, требует объективного мышления, основанного на количественном анализе рисков и результатов принимаемых решений в рамках системы управления рисками, и включает непрерывный мониторинг параметров опасных объектов, прогнозирование развития текущей ситуации; организацию мероприятий, направленных на предотвращение возможных аварий на объекте; если авария уже произошла – организация мер по восстановлению нормального функционирования объектов и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций; внедрение системы мер, направленных на снижение риска; организация сбора и хранения данных об объектах защиты, их анализ и выявление наиболее проблемных мест; повышение готовности органов местного самоуправления и муниципальных услуг по реагированию на угрозы или возникновение чрезвычайных ситуаций в Арктической зоне Российской Федерации.

Вопросы наращивания Российского присутствия в Арктической зоне становятся всё более актуальными. В ближайшее время следует ожидать дальнейшей активизации российской и международной деятельности в Арктике, что выводит на первое место вопросы обеспечения безопасности в Арктической зоне.

Важная роль в реализации соответствующей стратегии формирования комплексной системы безопасности в Арктике принадлежит эффективной системе защиты населения и территорий, критически важных и потенциально опасных объектов в Арктической зоне Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Учитывая опасности и риски возникновения ЧС в Арктической зоне Российской Федерации, их возможные последствия, которые будут возрастать в связи с промышленным освоением этого региона, климатическими изменениями, мы разработали проект передвижного многофункционального аварийно-спасательного модуля (АСМ).

Основной задачей АСМ является спасение терпящих бедствие людей, их защита от опасных факторов до прибытия основных спасательных подразделений. Автономность АСМ прогнозируется от 3 до 14 дней. Срок автономности будет зависеть от погодных условий и комплектации модуля. АСМ будет представлять собой небольшой передвижной цельномонолитный модуль с овальным дном. Данная форма дна оптимально подходит для условий Арктики, так как исключает возможность быть зажатым во льдах, с таким дном легко передвигать модуль по снегу, льду, воде.

Модуль будет обладать высокой тепло и морозостойкостью и работать в температурном интервале от -60 °С до +60 °С. Вариантом АСМ может быть модуль для поисково - спасательных операций дальнего следования (авиационно-десантируемый). Данный модуль можно будет сбрасывать в место ЧС с помощью самолетов дальней авиации (ИЛ-76, АН -22). Не исключается использование модуля для спасения в Арктической зоне терпящих бедствия экипажей кораблей, подводных лодок, экипажей космических судов.

Парашютный способ доставки модуля к месту ЧС является самым быстрым и эффективным для спасения людей в труднодоступных местах. Десантирование АСМ планируется как в сопровождении спасателя-парашютиста, так и без него. Аварийно-спасательный модуль можно использовать как стационарный спаса-

тельный модуль, включенный в состав оборудования дрейфующих полярных станций. Размеры модуля могут варьироваться в зависимости от типа оснащения.

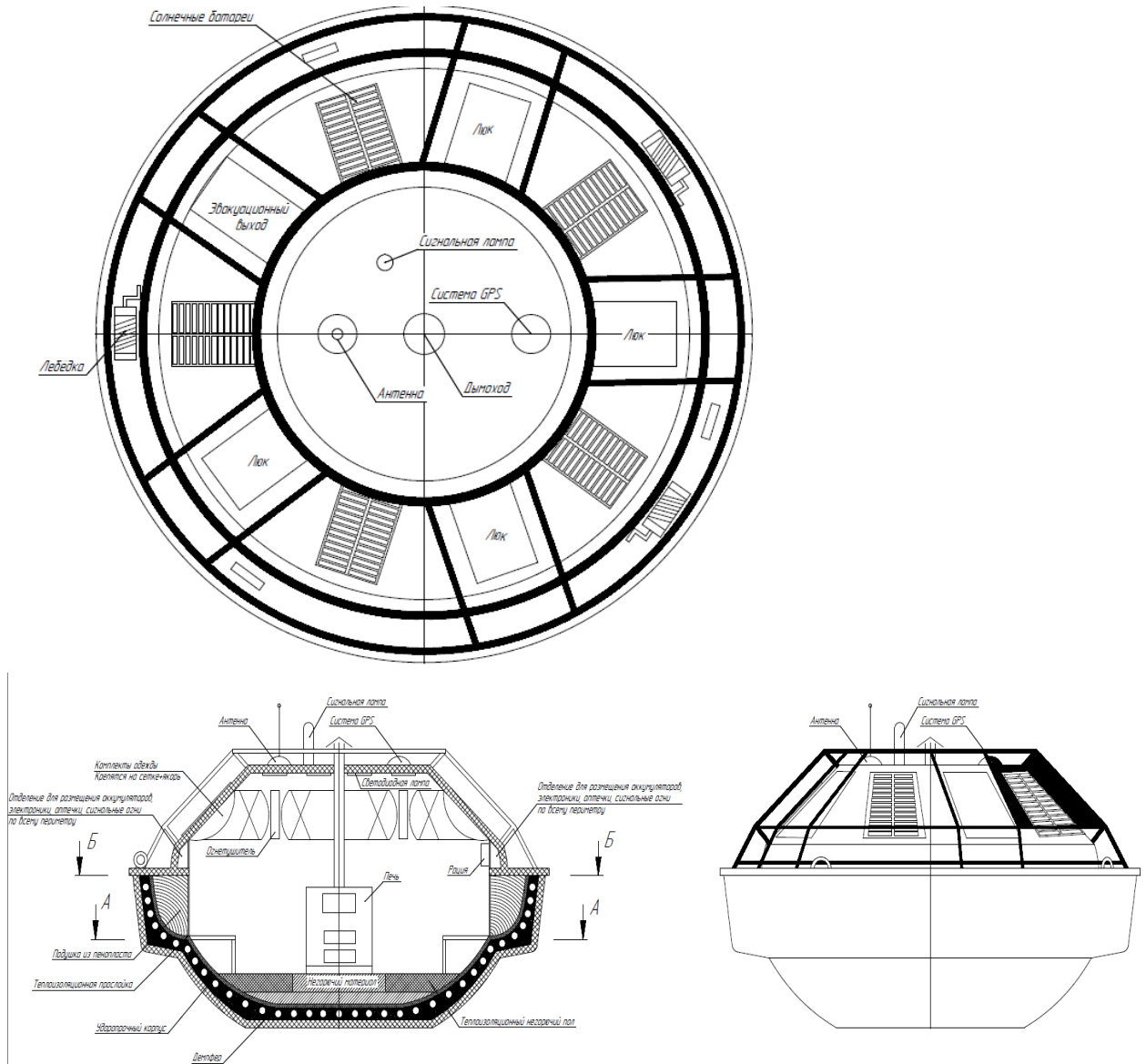
АСМ будет оснащен солнечными батареями, установленными на крыше модуля, спутниковыми системами для отслеживания места нахождения (ГЛОНАСС) или (GPS); необходимыми средствами первой помощи и медикаментами; тройным запасом продуктов питания (по принципу индивидуальный рацион питания, сухой паек); запасом бутилированной питьевой воды. Предусматривается оснащение ручным и электрическим опреснителем воды; стационарной рацией и антенной; сигнальной лампой и сигнальными огнями; лебедками, которые можно использовать как якорь; на корпусе АСМ будут установлены универсальные петли, для осуществления работ по перемещению модуля.

Предусматривается отопление по системе теплый пол, а также мини печное отопление с запасом топливных брикетов. При экстренном (аварийном) отключении отопления, благодаря эффекту “термоса” в модуле будет поддерживаться комфортная для человека температура в течение 24 часов.

Принципиальная схема АСМ представлена на рисунке.

Модуль будет оснащен откидными кроватями и столом, встроенным окном и дверью. Аварийно-спасательный модуль будет обладать положительной плавучестью и возможностью дрейфовать в открытом море, что повышает шансы на спасение в условиях ЧС.

Безусловно, что с учетом существующих и вновь возникающих рисков создание эффективной системы аварийно-спасательной готовности такой огромной территории, как Арктика, является сложнейшей задачей.



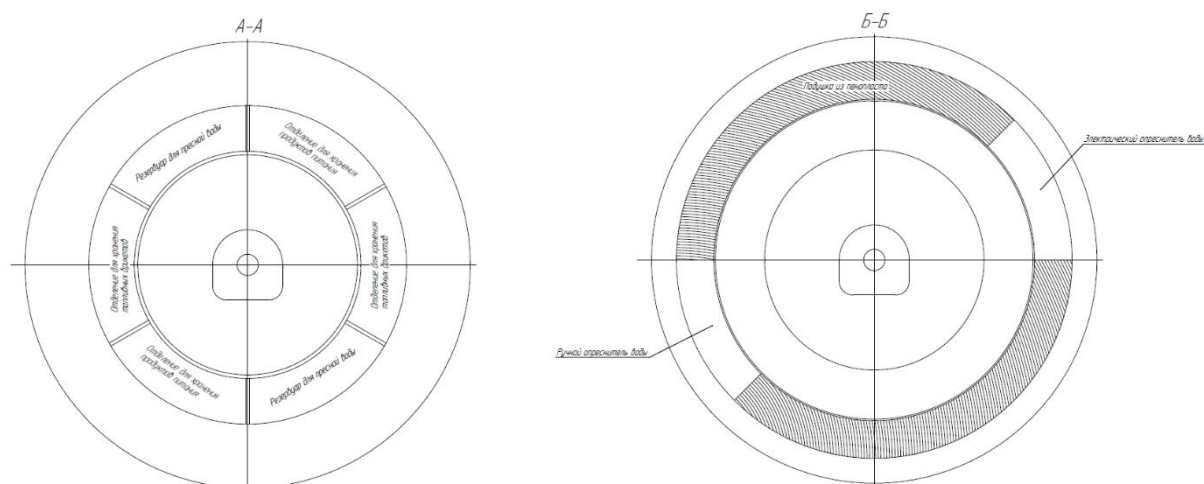


Рис. 1. Передвижной многофункциональный аварийно-спасательный модуль

Одним из основных проблемных вопросов остается оперативность проведения аварийно-спасательных работ, что в свою очередь требует совершенствования спасательных технологий. Анализ аварийности и опыта проведения спасательных работ в Арктике показывает, что наземной поисково-спасательной техники и спасательных судов недостаточно для обеспечения достаточного уровня оперативного реагирования.

Таким образом, создаваемая система комплексной безопасности населения и территорий в Арктической зоне Российской Федерации, оснащение передвижными многофункциональными аварийно-спасательными модулями, позволит создать условия для безопасного освоения Арктики и обеспечить реализацию экономических проектов в северных широтах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 28.12.2010 № 390-ФЗ (ред. от 05.10.2015) «О безопасности» // Российская газета. 2010. № 295, 29.12.
2. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года (утв. Президентом РФ) // СПС КонсультантПлюс.
3. Яковлева, Е.В. Проблемы комплексного управления безопасностью жизнедеятельности региона (на примере Оренбургской области) // Безопасность в техносфере. 2012. Т. 1. № 1. С. 3-6.
4. Главный эксперт по Арктике в МЧС России Николай Дяблов рассказывает о перспективах региона // <https://arctic-ru.livejournal.com/>
5. Газета «Спасатель МЧС России» №21 (484) – 8 июня 2015год. С.6. Тема «Арктические широты ждут нас»
6. Арктика без опасности <https://arctica.igps.ru/>
7. Арктика: предупреждение и ликвидация ЧС. Разработки ученых Академии ГПС МЧС России. <https://academygps.ru/>

УДК 327, 339.9, 614.8

Е. А. Карам, К. П. Селиверстов¹

ФГБОУ Уральский институт ГПС МЧС

¹СПСЧ 14 ФГКУ Специальное управление ФПС 34 МЧС России г. Пермь

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РФ

Арктическая зона Российской Федерации занимает значительную часть территории страны и отличается особыми природно-климатическими условиями. Наличие экономических интересов является следствием

концентрации в Арктике крупных месторождений полезных ископаемых, которые определяют долгосрочное развитие экономики страны и составляют геоэкономическую основу присутствия России в этом регионе.

Ключевые слова: Арктическая зона, геоэкономические интересы, критически важный объект, чрезвычайная ситуация, силы и средства, аварийно-спасательные центры, спасательные работы.

E. A. Karama, K. P. Seliverstov

ENSURING THE SECURITY OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

The Arctic zone of the Russian Federation occupies a significant part of the country's territory and is distinguished by special natural and climatic conditions. The presence of economic interests is due to the concentration of large mineral deposits in the Arctic, which determine the development of the country's economy in the long term, and is the geo-economic basis for Russia's presence in this region.

Key words: Arctic zone, geoeconomic interests, critical facility, emergency, manpower and resources, rescue centers, rescue operations.

Новые вызовы и угрозы ставят перед экспертами задачу переосмысления местоположения и роли арктической зоны в России с целью обеспечения национальных интересов, развития экономической, социальной и стратегической обороны страны, а также методов государственного регулирования России. развитие макрорегиона. В современных условиях успех российской политики в отношении Арктики зависит не только от практической реализации уже определенных стратегических целей, но и от уточнения конкретных планов и программ с учетом быстро меняющегося характера геополитической ситуации в мире и непосредственно в Арктике. Наибольшие вызовы по обеспечению национальной безопасности в Арктике видны в попытках ряда иностранных государств пересмотреть основные положения международных договоров, регулирующих экономическую и иную деятельность в Арктике, и создать систему национального законодательства без этих договоров и форматов, региональное сотрудничество. Ряд стран (США, Китай, Япония, Финляндия) работают над изменением режима судоходства по маршруту Северного моря с целью достижения интернационализации в будущем, что может в конечном итоге снизить влияние России в регионе. [7].

В частности, высокопоставленные официальные лица США предлагают распространить действие свободы судоходства на Северный морской путь. С другой стороны, по словам А. Бартоша, вопрос контроля над СМП имеет для нашей страны решающее значение, так как это пока единственный транспортный маршрут, на котором отдаленные районы Крайнего Севера и их ресурсный потенциал могут быть интегрированы в национальную экономику страны.

Интеграция Северного морского пути в мировую транзитную систему как эффективного евразийского транспортного коридора при сохранении его суверенитета в Арктике.

Россия должна улучшить свою инфраструктуру, создать условия, способствующие развитию контейнерных перевозок, а также привлечь к перевозке грузов крупнейших международных судовладельцев и грузовладельцев. Усилилось давление на Россию по таким вопросам, как определение внешних границ континентального шельфа, раздел морских пространств, разработка нефтегазовых ресурсов в контексте экологической безопасности, разработка биологических ресурсов. и доступ иностранного государства к СМП.

Одним из вызовов обеспечения национальной безопасности в Арктике является незавершенность международно-правового разграничения морских пространств в Арктике. Неарктические государства пытаются использовать это положение в своих интересах, не имея необходимых прав на освоение арктического шельфа, поскольку у них нет прямого выхода к Северному Ледовитому океану, они прилагают усилия политические и специализированные, чтобы ослабить правовые стандарты, уже принятые в Арктике. Они стремятся поддерживать свои амбиции по доступу к богатым природным ресурсам арктического региона и своим транспортным средствам на адекватной финансовой, экономической, научной и технологической основе.

Предпринимаются попытки воспрепятствовать Российской Федерации в ведении законной экономической или иной деятельности в Арктике со стороны зарубежных стран и / или международных организаций. Это особенно важно в действиях Норвегии против России на архипелаге Шпицберген [8].

Угрозой национальной безопасности является создание иностранными государствами военного присутствия в Арктике, что увеличивает вероятность конфликта в [9] регионе. Так, в отчете расширенного заседания коллегии Минобороны РФ в декабре 2018 года министр обороны С.К. Шойгу обратил внимание на следующие тенденции усложнения военно-политической ситуации в Арктике: с 2018 года идет реконструкция второго действующего флота ВМС США; Чтобы обеспечить переброску войск из США для развертывания в Европе, было решено создать к 2022 году два новых атлантического командования объединенных сил НАТО и объединенное командование внутренних районов; в Норвегии, в 60 км от границы с Россией, строится новая радиоло-

кационная станция, что удвоит количество американских военно-морских сил, размещенных на ее территории в 2018 году; количество учений растет, в них участвует все больше и больше стран, не входящих в НАТО, в частности Швеции и Финляндии; количество разведывательных полетов у границ России растет. Военная активность США в Арктике и в других местах увеличилась [4].

В апреле-мае 2020 года на территории нескольких европейских стран вдоль западной границы России прошли учения НАТО «Защитник Европы-2020», в которых, помимо европейских членов НАТО, участвуют более 20 тысяч человек. Американские солдаты и десятки тысяч единиц военной техники. Учения стали крупнейшими с момента окончания холодной войны и, что удивительно, совпадают с празднованием 75-летия Победы в Великой Отечественной войне. В первой декаде мая 2020 года в Баренцевом море разместились объединенная ударная группа НАТО, в которую вошли американские эсминцы Porter, Donald Cook, Franklin Roosevelt, британский фрегат Kent, некоторые из которых были оснащены маневренными ракетами. Система противоракетной обороны «Томагавк» и «Иджис».

Все это усугубляется неизбежными попытками наших оппонентов дискредитировать геополитические действия Российской Федерации в Арктике. Они делают эту работу постоянно. Постепенно она ослаблялась или усиливалась. Актуальность этой проблемы заключается в том, что она касается суверенитета Российской Федерации.

Россию по-прежнему обвиняют в милитаризации Арктики. В настоящее время особое внимание уделяется фактам нарушения экологических норм, загрязнения собственной территории с использованием старого оборудования при добыче углеводородов и других видах экономической деятельности. Есть тенденция обвинять Российскую Федерацию в подавлении коренных малочисленных народов Севера. Западные страны регулярно вспоминают о радиоактивной нагрузке российских арктических регионов в период военно-экономической деятельности СССР. Это радиоактивные сбои при испытаниях ядерного оружия, перенос радиоактивности из северных рек России, эксплуатация советского / российского ядерного флота, затопленные и затонувшие радиоактивные объекты и т. Д. В настоящее время около 18 000 из них затоплены в арктических водах СССР / России. К настоящему времени утилизировано 119 из 121 атомной подводной лодки в Арктике. Помня об этом, академик А.А. Саркисов, руководство страны, прилагает значительные усилия для завершения радиоэкологической реабилитации российской Арктики и разработки ряда государственных актов, необходимых для решения этого вопроса.

Анализ основных вызовов по обеспечению национальной безопасности в Арктике показывает, что России необходимо своевременно принимать адекватные меры для сохранения равноправия и создания благоприятных условий для защиты национальных интересов в этом важном регионе.

Международное сотрудничество России в Арктике осуществляется рядом международных организаций, важнейшими из которых являются Арктический совет и Совет Баренцева / Евроарктического региона.

Российская Федерация подписала соответствующие соглашения о взаимодействии с некоторыми странами Арктики.

В рамках Арктического совета, объединяющего восемь арктических государств, МЧС России в настоящее время организует работу в составе рабочей группы по предупреждению, подготовке и ликвидации чрезвычайных ситуаций и осуществляет деятельность двух международных проектов: «Поиск и спасание в Арктике» и «Создание комплексной системы безопасности при реализации экономических и инфраструктурных проектов в Арктике».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года. Указ Президента Российской Федерации от 5 марта 2020 г. № 164 <http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/f8ZpjhpAaQ0WB1zjywN04OgKi11mAvaM.pdf> (дата обращения: 16.09.2020).
2. Материалы Международной научно-практической конференции «Предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций в Арктике», Анадырь, 2009.
3. Государственные доклады о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. М.: МЧС России; ФГУ ВНИИ ГОЧС, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010.
4. Доклад Министра природных ресурсов и экологии Российской Федерации С.Е. Донского на Научной сессии Общего собрания членов Российской академии наук 16 декабря 2014 г. // Научно-технические проблемы освоения Арктики / Российская академия наук. М.: Наука, 2015. С. 11.
5. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2016 году» / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2017. С. 150–151.

6. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях / Я.Д. Вишняков и др. - М.: Academia, 2015. - 304 с.
7. *Мастрюков, Б. С.* Безопасность в чрезвычайных ситуациях в природно-техногенной сфере. Прогнозирование последствий / Б.С. Мастрюков. - М.: Academia, 2016. - 368 с.
8. *Федоров В.П.* Арктические преобразования // Современная Европа. 2018. № 1. С. 5-14.
9. *Журавель В.П., Литвинов Н.Д.* Суверенитет стран Арктического совета в Арктике: проблемы и механизмы обеспечения // Мир политики и социологии. 2019. № 4. С. 129–141.
10. *Саркисов А.А.* К вопросу о ликвидации радиоактивных загрязнений в Арктическом регионе // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89. № 2. С. 107–124.
11. *Хмельнов И.Н.* Применение Военно-Морского Флота для обеспечения безопасности развития Арктического региона // Вестник Академии военных наук. 2018. № 2. С. 61–64.
12. *Загорский А.В.* Нестратегические вопросы безопасности и сотрудничества в Арктике. М.: ИМЭМО РАН, 2016. 104 с.

УДК 614.84

М. В. Квасов, И. А. Легкова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВАРИАЦИИ СИСТЕМ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ И ВИДЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

В данной статье были рассмотрены различные варианты систем пожарной сигнализаций и автоматических установок пожаротушения. Рассмотрены их принцип действия и область применения. Данные системы, не смотря на всю сложность установки и эксплуатации, делают огромный вклад в защиту граждан от пожаров.

Ключевые слова: пожарная безопасность, системы оповещения, пожарные извещатели, спринклерная система, установки автоматического пожаротушения, пожарный робот.

М. В. Kvasov, I. A. Legkova

VARIATIONS OF FIRE ALARM SYSTEMS AND TYPES OF AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING

In this article, various options for fire alarm systems and automatic fire extinguishing systems were considered. Their principle of operation and scope are considered. These systems, despite the complexity of installation and operation, make a huge contribution to protecting citizens from fires.

Key words: fire safety, warning systems, fire detectors, sprinkler system, automatic fire extinguishing installations, fire robot.

Многие люди считают, что основной задачей пожарного является непосредственное тушение и спасение людей. Но лишь единицы начнут перечислять обязанности пожарного караула с упоминания о быстром реагировании всей части на поступающий звонок о возгорании. Тем временем своевременная отправка сил и средств к месту вызова является одним из самых важных условий успешного тушения пожара. Аттестация рядового пожарного на допуск к работе проходит в два этапа. Первый этап – практический, во время сдачи экзаменуемый должен выполнить три норматива по пожарно-строевой подготовке и продемонстрировать имеющиеся у него практические навыки и умения, а так же опыт работы с пожарной и аварийно-спасательной техникой, снаряжением. Первый этап считается пройденным, если выполнены все виды нормативов по пожарно-строевой подготовке на оценку не ниже «удовлетворительно». Второй – теоретический, на нем будущие «тушилы» отвечают на экзаменационные вопросы, связанные с их будущей профессией. Одним из аспектов оценки практической части аттестации является время, за которое будет выполнен норматив. Среди прочих существует норматив № 2.1 «Сбор и выезд по тревоге». От отработки данного норматива зависит скорость реакции пожарной команды на поступающий вызов. Однако успешное тушение пожара и спасение людей не может всецело зависеть от мгновенного выезда сил пожарной охраны на место происшествия. Не малую долю ответственности берет на себя современные системы пожарной сигнализации и автоматического

пожаротушения. Действительно, вовремя не замеченное возгорание может превратиться в пожар на несколько десятков квадратных метров и тогда даже несколько быстро приехавших автоцистерн не смогут обеспечить сохранность имущества.

Проблема обнаружения и сигнализации о пожаре преследует пожарную охрану на протяжении всего ее существования. На древней Руси ничего не могло быть страшнее огня. Из-за отсутствия науки о пожарной безопасности, деревянные дома стояли рядом, и распространению пламени могло помешать только чудо. Так например в 1493 году возгорание в московской церкви привело к ужасающим последствиям. Огонь был замечен слишком поздно, и Замоскворечье выгорело почти дотла. Затем огонь перекинулся на Арбат, Неглинную, Сретенку, Петрову слободу – всё пространство от нынешней Софийской набережной до Якиманки горело. Пострадала и часть Кремля.

Однако способы оповещения о пожаре существовали на Руси и в большинстве своем представляли высоко подвешенный колокол со спущенным к низу шнуром. Тот, кто заметил возгорание, обязан был бить в колокол, распространяя весть о беде. Тем временем в Европе в отличие от Русской версии система оповещения отличалась своею «автономностью», поскольку не требовала участия человека. Она состояла из отягощения подвешенного над металлической пластиной и в случае возникновения пожара, веревка перегорала и груз падал на пластину издавая громкие звуки.

В настоящее время технический прогресс в области пожарной безопасности вывел систему оповещения на новый уровень. Более того с 1806 года появилась новая ветвь развития пожарных технологий, появилась новая система автоматического пожаротушения, которая тесно связана с системой обнаружения возгорания и оповещения о нем.

Чтобы сигнал о возгорании поступил в пожарную часть, это возгорание необходимо обнаружить. До появления современных технологий, человечеству приходилось ориентироваться на органы чувств и первичные признаки возникновения пожара. Запах, яркое зарево, сильный жар – все это указывало на возникновение неконтролируемого возгорания. В современных системах автоматического противопожарного анализа заложены всё те же принципы, которыми пользовались наши предки на протяжении целых веков, только фиксирует их теперь не человек, а целый комплекс пожарных извещателей.

Пожарный извещатель – это техническое средство, находящееся непосредственно на объекте защиты для передачи сигнала о пожаре на пожарный приёмно-контрольный прибор, а порой и вовсе передают подробную информацию об обнаружении загораний. Извещатель обнаруживает пожар путем контроля резких перепадов физических параметров окружающей среды, вызванных пожаром. Однако пожарные извещатели (в отличие от датчиков) не являются средствами измерения и являются только сигнализаторами возникновения возгорания. Извещатели являются самыми важными элементами систем пожарной сигнализации и автоматики. В основном именно они и определяют возможности и характеристики системы пожарной безопасности объекта в целом.

Все многообразие пожарных извещателей можно разделить на 4 вида: тепловой пожарный извещатель, дымовой пожарный извещатель, извещатель пламени и ручные извещатели.

Система теплового извещателя довольно проста: чувствительный элемент различных типов реагирует на изменение температуры. Однако сам принцип работы такого извещателя будет зависеть от термочувствительного материала, который используется в том или ином датчике.

В дымовом извещателе, не смотря на простое и понятное название, принцип работы является довольно сложным для понимания обычными обывателями. Их классифицируют на две большие группы: ионизационные и оптические. Чаще всего используются оптические точечные извещатели. Цена их высока, однако способность решать почти все поставленные задачи поражает. Технический смысл работы данного прибора заключается в фиксации рассеивания пучков света проходящего через дым. Другой вид данной системы – ионизационные. Ионизационные дымовые извещатели являются последним словом техники в области АПС. Его основная задача это регистрация изменений в ионизационных токах. Данный способ позволяет определить наличие возгорания на более ранних стадиях, в отличие от других видов пожарных извещателей. Однако их массовому внедрению мешает высокая стоимость и сложность в эксплуатации.

Тепловой и дымовой датчики почти бесполезны в производственных помещениях имеющих большую площадь рабочей зоны. В отличие от них извещатель пламени фиксирует электромагнитное излучение возгорания. Дальнейшая классификация данных приборов проходит согласно виду излучения, на который направлен данный датчик, а именно: ультрафиолетовое (диапазон длины волны 0,1-0,4 мкм), видимое (диапазон 0,4-0,75 мкм), инфракрасное (диапазон 0,75-1000 мкм).

Ручной извещатель представляет собой пожарную кнопку, установленную на стене в помещении. Основная особенность данного вида сигнализации это отсутствие автономности. Чтобы с помощью ручного извещателя сообщить о начавшемся пожаре, его должен активировать человек, в противном случае, даже при большой площади распространения пламени, сигнала о пожаре не будет.

Вполне логично, что на первых этапах возгорания требуется намного меньше сил и средств для его тушения. Этот очевидный факт навел инженеров пожарной охраны на мысль о создании автономной системы

пожаротушения, которая при поступлении сигналов от многочисленных датчиков, не дожидаясь человека, применяла бы первичные меры по ликвидации огня. Впервые о такой разработке задумался инженер-гидротехник К.Д. Фролов. В 1769-1770 годы им был разработан проект и действующий макет прототипа установки водяного пожаротушения. Система представляла собой несколько труб с небольшими отверстиями, прикрепленных к потолку и разделенных на секции. «Двигателем» данной системы являлось водонапорное колесо. Однако данная конструкция была лишена автономности, что являлось большим минусом для пожаротушения в случае происшествия.

И все же основное свойство спринклерной системы впервые было применено во время разработки конструкций системы пожаротушения для зданий и кораблей. Открытие клапанов или распылителей в трубах происходило в результате плавления пробок, выполненных из легкоплавкого металла, гуттаперчи или других составов. В некоторых разработках предлагались схемы, в которых клапаны открывались с помощью перегорающих веревок, которые обеспечивали автоматическое открытие секционных клапанов.

Развитию спринклерных систем пожаротушения в большинстве своем способствовала индустриализация США в 19 веке. В этот период пожары на предприятиях легкой промышленности были обычным делом, и именно поэтому автономная система пожаротушения получила такой большой толчок в своем развитии.

На сегодняшний день спринклер представляет из себя дренчерный ороситель с герметично перекрытым выходным отверстием, который становится полностью свободным при разрушении теплового замка, в качестве которого используют легкоплавкие полиметаллы или колбы из стекла, заполненные термочувствительной смесью, что легко разрушаются при воздействии горячего воздуха, поднимающегося над очагом возгорания.

На сегодняшний день вопрос о возникновении пожара на производстве актуален как никогда. Современные заводы используют современную технически сложную технику, замыкание проводки в устройстве может привести к непоправимым последствиям. Так же не будем забывать о большой концентрации ЛВЖ, ГЖ и легковоспламеняющихся веществ на складах тех же самых предприятий, при наличии коих, возгорание может вызвать угрозу взрыва, что гораздо опаснее обычного пожара. Ярким примером может служить взрыв 2750 тон аммиачной селитры, который произошел в порту Бейрута 4 августа 2020 года. Чтобы не допустить аварий и катастроф, на всей площади производственных, складских и ангарных помещений устанавливают сложную систему автоматических установок пожаротушения (АУПТ). Согласно ГОСТ 12.2.047-86, разработанного еще в СССР, действующего и поныне, АУПТ – это совокупность технического оборудования, приборов, устанавливаемых стационарно, совмещающих функции обнаружения очага возгорания, локализации, ликвидации.

По типу огнетушащего вещества АУПТ делятся на: водяные, пенные, порошковые, газовые, аэрозольные [1].

Самым старым способом борьбы с пожаром является тушение очага возгорания водой. АУПТ на водяной основе представляют собой сложную систему, состоящую из автоматической установки обнаружения первичных факторов пожара, трубопровода, насосов и спринклерных/дренчерных оросителей. Основная задача такой системы это создание водяной завесы. Водяная завеса – это вид противопожарной преграды, основной задачей которой является создание препятствия распространению факторов пожара и предупреждение резкого нагрева корпусов технологических аппаратов, цистерн с ЛВЖ, ГЖ и пр.

На объектах защиты можно встретить два вида противопожарных завес:

Дренчерная завеса как противопожарная преграда указана во многих противопожарных нормативных документах, чаще всего она и используется для защиты проемов, в том числе как составная часть существующих спринклерных, дренчерных установок.

Спринклерная завеса интересна тем, что вся установка для защиты проема является автоматической и может состоять из распределительного трубопровода со спринклерными оросителями, находящегося под давлением, что подсоединен к системе внутреннего противопожарного водоснабжения

Область применения водяных противопожарных завес – это не только пожароопасные производства, цеха, участки объектов нефтеперерабатывающей, химической отраслей, объектов мебельного производства и деревообработки, данный вид защиты так же используются и в театрах для охраны проемов комплекса сцены, в зданиях вокзалов, автостоянок и т.д.

Среди прочих плюсов данного вида пожаротушения нельзя оставить без внимания отсутствие негативного фактора воздействия воды, как основного тушащего вещества, на организм человека.

В случае воспламенения сырья физико-химические свойства которого не позволяют применять классические способы тушения пожара, а именно тушение водой, на помощь приходит воздушно-химическая пена различной кратности. Она образуется за счет специального высококонцентрированного химического раствора и пеногенератора, от которого и зависит кратность пены.

Кратность пены – это то, на сколько увеличивается объем полученной пены по сравнению с исходным объемом пенообразователя. Пены бывают низкой (до 20), средней (от 20 до 200) и высокой (более 200)

кратности. Соответственно, системы пожаротушения так же подразделяются на установки тушения низкой, средней и высокой кратности.

По сравнению с водяными и пенными АУПТ, порошковая установка пожаротушения имеет ряд особенностей, которые выводят данный вид установок на лидерские позиции. Помимо высоких показателей огнетушащей способности и универсальность применения, порошковый способ тушения отличает его экологичность (отсутствие токсичных компонентов, химическая инертность, низкая коррозионная активность), поскольку основой порошков являются минеральные удобрения. Однако самая важная отличительная черта АУПТ на порошковой основе это возможность применения в условиях низких температур, когда использование воды, пены, и других средств неэффективно, экономически невыгодно или недопустимо. И не менее важный аспект сравнения это низкая стоимость огнетушащего вещества.

Область применения порошковых АУПТ практически не знает границ, однако есть перечень объектов, на которых данный вид организации тушения противопоказан. К таким объектам относятся склады и технические помещения, в которых возможно горение материалов, склонных к самовозгоранию и тлению внутри объема вещества (древесные опилки, хлопок и др.), а так же химических веществ и их смесей, пиррофорных и полимерных материалов, склонных к тлению и горению без доступа воздуха.

В газовых АУПТ, как правило, используют два вида газа: хладон и азот или аргон. Хладоны снижают скорость горения, пожар постепенно угасает. Эти газы абсолютно безопасны для человека. Они могут быть использованы в помещениях, в которых находятся люди. Азот и аргон – газы, постепенно уменьшающие концентрацию кислорода в воздухе. С помощью этих газов можно эффективно бороться с огнем. Но для применения в помещениях с людьми такой способ противопоказан. Перед газовыми АУПТ стоит три первоочередные задачи:

1. Своевременно обнаружить и среагировать на возникновение пожара.
2. Задержать подачу газа до момента полной эвакуации людей.
3. Создать концентрацию газа, достаточную для ликвидации пожара.

Газовые установки автоматического пожаротушения так же имеют перечень преимуществ. К ним относится: простота в эксплуатации, скорость полного тушения возгорания, легкость в управлении и регулировании концентрации огнетушащего вещества, и наконец абсолютная безопасность для электроники, техники и документации складского, производственного или иного помещений.

Аэрозольные АУПТ могут применяться только при отсутствии возможности возникновения химических веществ и достаточной герметичности помещения, где будет установлено устройство. Так же не должны применяться в помещениях, где есть сыпучие легковоспламеняющиеся вещества. Не рекомендуется использовать для ликвидации очагов возгорания порошков металлов и пиррофорных веществ. И не стоит забывать, что проходимость зон, в которых будут установлены аэрозольные установки, не должна превышать 5 человек в сутки. Не смотря на большое количество условий эксплуатации, данная система имеет свои плюсы. К ним относят легкость в установке и дальнейшей эксплуатации, неприхотливость в обслуживании и безопасности для охраняемого объекта.

Наличие автоматической установки пожаротушения без сомнения является самым важным условием любого производства. Но помимо оросительной системы существует и другой способ защиты помещений. В настоящее время все активнее начинают рассматривать возможность установки роботизированных лафетных стволов (РЛС) [2]. В состав пожарного робота на базе лафетного ствола входят устройство обнаружения загорания и устройство программного управления. Он предназначен для тушения и локализации пожара или охлаждения технологического оборудования и строительных конструкций. Выполняя эту работу, пожарный робот замещает пожарного ствольщика в местах, опасных для жизни.

Способность защитить достаточно большую площадь – одно из наиболее ценных качеств пожарных роботов. Важно, что адресная доставка воды и пены осуществляется по воздуху по всей защищаемой зоне непосредственно на очаг загорания. Так же пожарный робот дополнительно оснащен «техническим зрением» и наделен интеллектом, соответствующим уровню решаемых задач: распознавание образов, определение координат цели в пределах защищаемой зоны и наведение на очаг загорания, общение с себе подобными [3].

Еще одним уникальным, не имеющим аналогов устройством является противопожарная ампула. Это устройство хорошо тем, что способно предотвращать пожар на ранней стадии развития. Она представляет собой герметичную стеклянную ампулу объемом 600 мл, выполненную из травмобезопасного стекла и заполненную жидким огнетушащим составом. Противопожарная ампула устанавливается непосредственно в местах расположения потенциальных источников возгорания, а так же вблизи выходов из помещений и на путях эвакуации. Благодаря компактности ампулы можно устанавливать за подвесными потолками и под фальшполами, что позволяет защититься от скрытых возгораний электрической проводки. Принцип действия ампулы довольно прост. При повышении температуры вещества в капсуле происходит химическая реакция [4].

Пожар в наше время не является чем-то далеким. Вряд ли можно встретить человека, который бы не знал, насколько эта стихия страшна и опасна. Огонь уничтожает целые дома, поселки, леса. Однако пожарная охрана современной России каждую секунду готова встать на защиту граждан и имеет для этого все необходимое. В

данной статье были рассмотрены различные варианты систем пожарной сигнализаций и автоматических установок пожаротушения. Данные системы, не смотря на всю сложность установки и эксплуатации, делают огромный вклад в защиту граждан, предотвращая необратимые последствия такого страшного явления как пожар.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/statsionarnyie-sistemyi-pozharotusheniya-vidyi-i-klassifikatsiya/>
2. Легкова И.А., Квасов М.В. Применение пожарных роботов на базе лафетных стволов // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: материалы IV Международной научно-практической конференции. – Москва: АГПС МЧС России, 2020. – С. 356-360.
3. Квасов М.В., Легкова И.А. Робототехнические комплексы на службе пожарной безопасности // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: материалы международной научно-практической конференции. Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2019. – С.350-356.
4. https://bontel.ru/production/show2/protivopojarnaya_ampula.html

УДК 621.314.22.

В.В. Кирьянов, С.Н. Ульева, А.Л. Никифоров

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВЛИЯНИЕ СТАРЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ НА ПОЖАРНУЮ ОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

Большую долю пожаров в Российской Федерации занимают пожары, связанные с электроустановками, в частности с пожарами от электропроводок, связанных с преждевременным старением изоляции. Поэтому своевременное выявление предпосылок к развитию процессов деструкции изоляционных материалов является важнейшим направлением работы в области обеспечения пожарной безопасности.

Ключевые слова: Изоляция, пожар, напряжение, ток, возгорание, контроль за состоянием.

V.V. Kiryanov, S.N. Yleva, A.L. Nikiforov

INFLUENCE OF AGING INSULATION ON ELECTRICAL INSTALLATION FIRE HAZARD

A large proportion of fires in the Russian Federation are fires associated with electrical installations, in particular with the insulation of electrical wires. Therefore, timely identification of prerequisites for insulation breakdowns is the most important area of work in this direction.

Key words: Insulation, fire, voltage, current, fire, condition control.

В современном мире пожарная опасность электроустановок занимает одно из ведущих мест среди всей системы обеспечения пожарной безопасности. Доказывается это обычными статистическими данными. Рассмотрим общие тенденции и динамику числа пожаров в Российской Федерации за 11 лет (с 2008 по 2018 года). В 2008 году было зафиксировано 202,0 тыс. единиц пожаров (из них в городах 130,0 тысяч единиц и 72,0 тысяч единиц в сельской местности), а в 2018 году уже 131,8 тыс. единиц пожаров (из них в городах 76,1 тысяч единиц и 55,1 тысяч единиц в сельской местности). С одной стороны мы наблюдаем очень большие цифры, но с другой, мы видим, что это число значительно уменьшилось, и это не может не радовать. Заметен факт того, что число пожаров за представленные 11 лет упало в 1,5 раза, а число пожаров в сельской местности в 2008 году (72,0 тысячи единиц) почти равно числу пожаров в городе в 2018 году (76,1 тысяч единиц), но при этом количество пожаров в сельской местности всегда остается ниже, чем в городе. Теперь непосредственно перейдем к пожарам, связанным с электроустановками. В 2008 году таких пожаров произошло 40320, а в 2018 – 41763 [1,5-8]. На протяжении этого времени количество пожаров выросло, но постепенного роста мы не наблюдаем, данные ежегодно менялись, то возрастали, то снова уменьшались до исходного значения. Теперь мы можем точно сказать, что данное направление имеет высокую актуальность, так как на фоне уменьшения общего количества пожаров, пожары от электроустановок остаются на одной и той же позиции. Если задаваться вопросом «Почему электроустановки являются благоприятной средой для возгорания?», то ответ лежит прямо на поверхности. Все мы в курсе того, что для возникновения горения нам необходимо три составляющие – это горючая среда, окислитель и источник зажигания. Горючей средой выступает изоляция проводов и кабелей, окислителем – кислород воздуха, а вот источником зажигания может выступить, как «ко-

роткое замыкание», так и теплота, выделяющаяся при течении тока по проводам согласно закона Джоуля-Ленца $Q=I^2Rt$, где Q – количество теплоты, выделяемое проводником с током, I –сила тока, R –сопротивление проводника, t – время прохождения тока). Исходя из этого, мы понимаем, что выбор изоляции электропроводов является очень важным аспектом в изготовлении различных электроустановок.

Целью нашей работы является проведение исследований пожарной опасности полимерных электроизоляционных материалов для разработки научно-обоснованных подходов к оценке их пожарной опасности повышение уровня пожарной безопасности на объектах защиты.

Материалы, которые используются в электрических проводах и кабелях, в качестве изоляции это диэлектрики. Это означает, что они обладают высоким сопротивлением электрическому току. Эта способность заключается в том, чтобы не допустить выхода электричества за пределы изоляции. Электроизоляционные материалы разработаны таким образом, что они отделяют жилы проводов друг от друга и защищают их от внешней среды [2].

Диэлектрики изготавливают либо из органических или неорганических материалов. Это их классификация по происхождению. Вторые в свою очередь бывают естественными и искусственными. Среди компонентов природного происхождения хочется выделить слюду, которая очень устойчива к химически активным веществам и высоким температурам.

Представителями искусственных диэлектриков являются: керамика, фарфор и стекло. Материалы этой категории обычно получают особые свойства при добавлении в их состав различных компонентов.

Волокнистые материалы применяются для защиты многочисленного оборудования. Сюда входят резина, целлюлоза, различные ткани, нейлон и нейлон, полистирол и полиамидные изделия. Из-за своей гигроскопичности органические волокнистые диэлектрики почти всегда используются совместно со специальной пропиткой. В настоящее время органические изоляторы почти вытеснили изделия из синтетического волокна с превосходной термостойкостью. Например, можно выделить стекловолокно и асбест: первые пропитаны лаками и смолами для повышения гидрофобности, вторые отличаются минимальной прочностью, поэтому в их состав добавляют хлопковые элементы. Это материалы, которые не плавятся при нагревании. Синтетические материалы включают различные пластмассы и эластомеры, используемые в бытовых приборах и других электрических установках. Для изоляции кабелей в быту выбираются твердые диэлектрики, трансформаторы и другие высокопроизводительные устройства - жидкостные и газовые [3].

В зависимости от агрегатного состояния выделяют три вида изоляционных материалов: твердые, жидкие и газовые.

Наиболее популярные газовые диэлектрики - это электрический газ, азот, водород и воздух. Все их можно разделить на две категории - натуральные и искусственные. Первый - это воздух, который нашел свое применение в качестве диэлектрика токоведущих частей линий электропередач. Помимо преимуществ, воздух имеет и недостатки, поэтому он не подходит для работы в герметичном оборудовании. Поскольку он содержит большое количество кислорода, этот газ является окислителем; следовательно, в неоднородном поле диэлектрическая прочность значительно уменьшается. Азот - лучший вариант для силовых трансформаторов и линий высокого напряжения. Водород часто используется в электрических машинах, потому что помимо хороших изоляционных свойств, он может охлаждать оборудование [2].

Как всем давно известно, в мире ничего вечного нет, все подвержено старению и потере своих качеств и свойств. Это также относится и к электроизоляции. Процесс деструкции изоляции уже давно исследуется многими учеными. Деструкция - (от лат. *Destructio*) – разложения, разрушение. Разрушается изоляция под действием многих факторов, их можно разделить на естественные (природные) и искусственные (эксплуатационные). Например, при долгом использовании кабеля с изоляцией, выполненной из ПВХ, он постепенно теряет пластификаторы, что приводит к «высыханию» изоляции и тресканию. Солнечный свет, то есть ультрафиолетовая часть спектра, осадки, резкое понижение температуры также пагубно влияет на изоляцию. Все выше перечисленные факторы приводят к ускорению процесса высыхания и появления трещин. Теперь поговорим об искусственных факторах. С самого начала, то есть с процесса производства концентрация пластификаторов может быть гораздо меньше, чем требуется. При прокладке проводов могут быть допущены различные ошибки, которые рано или поздно приведут к деструкции изоляции (излишнее натяжение). Такие явления, как токовая перегрузка и некачественный контакт приводят к нагреву проводов. Помимо этого большой ток, текущий по проводу, вызывает разрушение изоляции изнутри (электрический пробой), а плохой контакт, приводит к образованию переходных сопротивлений. Существует огромное количество причин, из-за которых происходит разрушение изоляции, а вследствие значительно уменьшается срока службы электроизоляционного материала. Старение изоляции – это процесс потери изоляцией своих качеств, при длительном ее использовании. В результате какие-либо места провода могут стать оголенными, что уже чревато возгоранием. Чтобы не допустить такого развития событий изоляцию подвергают испытаниям. Существует огромное количество методов оценки состояния изоляции [9], однако диагностика оборудования с использованием большинства из этих методов требуют применения специальных дорогостоящих приборов, навыков и умений пользования ими, знаний в той или

иной области науки, специальных условий проведения измерений, временных затрат на анализ полученных результатов и проведение контроля.

К тому же, практически все методы диагностики позволяют повысить качество и надежность работы электросистем, продлить долговечность, но к сожалению не позволяют выявить развитие пожароопасных предаварийных режимов работы электрооборудования.

Таким образом, становится очевидным необходимость проведения мониторинга изменения пожароопасных характеристик наиболее широко применяемых электроизоляционных материалов в зависимости от условий и сроков их эксплуатации. Кроме того, большой интерес представляет работа по анализу существующих методов диагностики электрооборудования для оценки пожароопасных свойств веществ материалов, целью которого будет являться научно- обоснованный выбор новых методов, пригодных для прогнозирования их пожарной опасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ обстановки с пожарами и последствий от них на территории Российской Федерации. Департамент надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России, Москва. www.mchs.gov.ru.
2. *Иванников В.Л.* Теоретические аспекты пожарной опасности кабельных коммуникаций. -Кишинев.: Картя Молдавеняскэ, 1989. -285 с.
3. *Зыков В.И., Малащенко Г.Н.* Обеспечение пожарной безопасности электропроводки // Материалы двенадцатой научно-технической конференции «Системы безопасности» - СБ – 2003 Международного форума информатизации. –М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. –С. 240-241.
4. Патент RU 2 478 975 С1 Сапунков Михаил Леонидович (RU), Батракова Галина Михайловна (RU), Сапунков Леонид Михайлович (RU).
5. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. - М.: ВНИИПО, 2012, - 137 с.: ил. 40.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. - М.: ВНИИПО, 2015, - 124 с.: ил. 40.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2017, - 124 с.: ил. 40.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2019, - 125 с.: ил. 42.
9. Смелков Г.И. Пожарная безопасность электропроводок. –М.: ООО «Кабель», 2009. -328 с.

УДК 614.849.1

К. В. Клокова

ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет

МОНИТОРИНГ МАГИСТАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ И СООРУЖЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Разработан мобильный комплекс на основе беспилотного летательного аппарата для мониторинга магистральных газопроводов. Применение тепловизора и детектора метана положено в основу комплекса.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, мониторинг, газопровод, БПЛА, детектор метана, обнаружение, утечки.

К. V. Klokova

MONITORING OF MAIN GAS PIPELINES AND STRUCTURES USING AN UNMANNED AERIAL VEHICLE

A mobile complex based on an unmanned aerial vehicle has been developed for monitoring main gas pipelines. The use of a thermal imager and a methane detector is the basis of the complex.

Key words: unmanned aerial vehicle, monitoring, gas pipeline, BPLA, methane detector, detection, leaks.

При транспортировке газа по магистральным линиям есть необходимость в обеспечении бесперебойной работы всех трубопроводных систем. Непредвиденные ситуации на линейных объектах газовой отрасли могут

нанести существенные убытки в экономическом плане, связанные с потерями продукта и нарушения непрерывного процесса производства в смежных отраслях, а также могут быть причинами загрязнения окружающей среды, возникновения пожаров и даже быть угрозой жизни и здоровья населения. Процессы взаимодействия газопроводов с окружающей средой протекают на территориях с большой площадью. При транспорте существенных объемов газа высокого давления крайне важно поддерживать надежность магистральных трубопроводов. [1, 7, 10]

Естественное старение, состояние изношенных трубопроводов, а также значительное повышение требований к их экологической безопасности – важные особенности условий работы транспортировки газа. Количество аварийных ситуаций в производственной отрасли неуклонно возрастает. Это случается в связи с широким использованием новых технологий и материалов, нетрадиционных методов прокладки газопроводов, а также с нехваткой специализируемых в данной сфере сотрудников. [2, 5] Эти основные моменты и определяют направления совершенствования системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций в данной отрасли. Один из основных таких направлений является внедрение систем мониторинга технического состояния магистральных газопроводов и их сооружений.

Оперативно оценить масштабы и состояние трубопроводов можно лишь на основе применения дистанционных методов, которые позволяют получать информацию в режиме online не только с контрольных точек, но и по всей протяженности трубопровода. [3, 8, 12]

В настоящий момент для мониторинга газопроводов и сооружений разработаны более десятка различных комплексов беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на основе которых можно провести оперативное наблюдение за состоянием трубопроводов, а также обнаружить возможные утечки газа и нарушения герметичности. Во время своей работы БПЛА также выполняет функции фотосъемки местности и отправляет на контрольный приемный пункт. Высокая детализация получаемых изображений позволяет выявлять незаконные подключения к трубопроводам для оперативного их устранения [1].

С целью мониторинга, кроме фотосъемки в видимом диапазоне, также используются тепловизионные камеры. Тепловизор, который установлен на беспилотный летательный аппарат, имеет ряд преимуществ и применений. При обнаружении тепла, которое исходит практически от любых объектов и материалов, он фокусируется и делает фото и видеосъемку теплового излучения, а не видимого света. Стоит отметить, что камера, обнаруживающая видимый свет не будет видеть теплового излучения и наоборот. Свет и тепловое инфракрасное излучение являются неотъемлемой частью электромагнитного спектра. Тепловизионные камеры способны обнаруживать значительно больше, чем простое тепловое излучение. Они обнаруживают мельчайшие различия в тепловом излучении, настолько маленькие, как $0,01^{\circ}\text{C}$. Данная информация далее отображается в виде цветовой гаммы на экране, в программном обеспечении или же приложениях.

Для того, чтобы обнаружить утечки газа с воздуха предлагается вариант беспилотного летательного аппарата с лазерным детектором метана. БПЛА, который в свою очередь оснащен чувствительным к метану прибором, повышает личную безопасность сотрудника предприятия за счет того, что можно определять повышенную концентрацию газа на разных расстояниях от источников утечки, а также помогает защитить окружающую среду. Применение детектора возможно как автоматически по GPS-координатам, так и ручным способом управления [2]. При полете все данные и координаты найденных отклонений записываются на съемную флеш-карту, а также могут передаваться на пульт управления пилота в режиме реального времени.

Поиск осуществляется круглосуточно, в благоприятных и ограниченных метеоусловиях. Мониторинг проводится по двум принципам, первый – это по заранее введенным полетным координатам, второй - по мгновенно изменяемому оператором маршруту полета. [4, 6] Во время самого полета, в основном, управление беспилотным летательным аппаратом автоматически осуществляется посредством бортового комплекса навигации и управления, в состав которого входят:

- приемник, обеспечивающий прием навигационной информации от систем ГЛОНАСС и GPS;
- система специальных датчиков, обеспечивающая определение ориентации и параметров движения беспилотного летательного аппарата;
- система устройств, которая обеспечивает измерение параметров высоты и скорости воздушного потока;
- различные виды антенн.

При применении БПЛА старший оператор должен оптимальным образом выбрать соответствующий маршрут, скорость и высоту полета БПЛА для того, чтобы оцепить весь район наблюдения за минимальное время или количество пролетов с учетом секторов обзора камер. При этом необходимо исключать идентичные полеты мест с целью экономии материальных и людских ресурсов [3, 9, 11].

Данные об опасных и быстро распространяющихся ЧС, таких как пожары, следует передавать в реальном масштабе времени для оповещения людей и принятия возможных срочных мер по их ликвидации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Sharafutdinov, A.A.* Development of a method for calculating fire and oil spills parameters/ A.A. Sharafutdinov, F.S. Khafizov, I.F. Khafizov, A.V. Krasnov, A.V. Akhmetshafizov, V.I. Zakirova, A.N. Khafizova// AIP Conference Proceedings. 28. Сер. «28th Russian Conference on Mathematical Modelling in Natural Sciences». 2020. С. 070004.
2. *Sharafutdinov, A.A.* Structural and intelligent scheme of navigation system of a ground-based mobile robot for forming a traffic route/ A.A. Sharafutdinov, A.Y. Timasheva// 2020 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 860(1), 012019
3. *Khafizov, F.S.* Evaluation of the mobile simulator for fire protection training/ F.S. Khafizov, A.M. Gazizov, I.F. Khafizov, A.A. Sharafutdinov// CEUR Workshop Proceedings. Сер. «CSASE 2018 - Proceedings of the Annual Scientific International Conference on Computer Systems, Applications and Software Engineering». - 2018.
4. *Шарафутдинов, А.А.* Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного мониторинга окружающей среды / А.А. Шарафутдинов, С.А. Имамутдинов, А.Н. Мухаметьянова, А.Т. Табульдина, Т.А. Маннанов // Нефтегазовое дело. - 2018. - № 2. - С. 99-116.
5. *Устюжанина, А.Ю.* Прогнозирование чрезвычайных ситуаций на предприятиях нефтехимии с применением геоинформационных технологий / А.Ю. Устюжанина, А.А. Ганиева, А.А. Шарафутдинов// В сборнике: Современные технологии в нефтегазовом деле - 2016. Сборник трудов Международной научно-технической конференции посвященной 60-летию филиала. - 2016. - С. 442-447.
6. *Хафизов, И.Ф.* Проектирование технических средств обучения для специалистов нефтегазового комплекса на основе оптимального множества тренингов / И.Ф. Хафизов, А.А. Кудрявцев, Д.И. Шевченко, А.А. Шарафутдинов// В сборнике: Современные технологии в нефтегазовом деле - 2016. Сборник трудов Международной научно-технической конференции посвященной 60-летию филиала. - 2016. - С. 366-369.
7. *Шарафутдинов, А.А.* Особенности применения информационно-ситуационных технологий в области обеспечения комплексной безопасности объектов / А.А. Шарафутдинов, Е.А. Пономарева, Е.С. Егорова// Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. - 2016. - № 1-2 (5). - С. 194-196.
8. *Хафизов, И.Ф.* Применение геоинформационных технологий на предприятиях нефтехимии / И.Ф. Хафизов, А.А. Шарафутдинов, А.Ю. Устюжанина, А.М. Галимов // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. - 2016. - № 1-1 (7). - С. 76-80.
9. *Шарафутдинов, А.А.* Применение автоматизированной системы связи и оперативного управления подразделениями пожарной охраны государственной противопожарной службы при тушении крупных пожаров / А.А. Шарафутдинов, Ф.Ш. Хафизов, А.А. Кудрявцев, Р.Р. Каримов // Нефтегазовое дело. - 2015. - № 1. - С. 345.
10. *Шарафутдинов, А.А.* Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного мониторинга окружающей среды / А.А. Шарафутдинов // Нефтегазовое дело. - 2018. - № 2. - С. 99.
11. *Фукалов, Д.С.* Разработка и создание приложения по моделированию чрезвычайных ситуаций на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса для совместной подготовки оперативно-диспетчерского персонала / Д.С. Фукалов, А.Ю. Устюжанина, А.А. Галкина, К.Э. Писаренко, А.А. Шарафутдинов // Информационные технологии. Проблемы и решения: Материалы Международной научно-практической конференции. - 2017. - № 1 (4). - С. 56-61.
12. *Шарафутдинов, А.А.* Инновационные методы ликвидации аварий, связанных с открытыми выбросами с возгоранием, при разработке нефтяных месторождений / А.А. Шарафутдинов, С.А. Имамутдинов, И.А. Хайретдинов // В сборнике: Актуальные проблемы и современные технологии обеспечения пожарной, экологической и промышленной безопасности. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. - 2017. - С. 99-101.

УДК 504.05; 614.8; 536.24; 621.039.546

М. В. Кузнецов

ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОСТИ РЕАКТОРОВ ТИПА РБМК ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ ТВЭЛ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПРОЦЕССАХ

Исследование направлено на повышение уровня безопасности ядерных реакторов типа РБМК. Обсуждаются особенности катастрофы на Чернобыльской АЭС в свете явления «парового взрыва». Предлагается усовершенствованная конструкция ТВЭЛов с повышенной устойчивостью в высокотемпературных процессах.

Ключевые слова: паровой взрыв, накипеобразование, детонационное кипение, усовершенствование конструкции ТВЭЛ, повышение уровня безопасности

M. V. Kuznetsov

IMPROVING THE SAFETY LEVEL OF RBMK-TYPE REACTORS BY USING AN IMPROVED FUEL ELEMENT DESIGN IN HIGH-TEMPERATURE PROCESSES

The research is aimed at improving the safety of RBMK-type nuclear reactors. The features of the Chernobyl disaster are discussed in the light of the "steam explosion" phenomenon. An improved design of fuel elements with increased stability in high-temperature processes is proposed.

Keywords: steam explosion, scale formation, detonation boiling, improvement of fuel element design, increase of safety level

Важное место в развитии мировой энергетики занимает проблема безопасной эксплуатации атомных тепловых электростанций. Достаточно большое внимание в настоящее время уделяется усовершенствованию аварийной системы ядерных реакторов одноконтурных парогенерирующих установок путем поиска конструктивного оформления тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов), обеспечивающего повышение уровня безопасности этих энергетических систем и позволяющего увеличить предельно допустимые тепловые нагрузки на единицу массы заложенного в ТВЭЛ ядерного топлива. Основным ориентиром делается на условия работы ТВЭЛов в тепловых парогенерирующих системах прямого действия, без промежуточного теплоносителя.

В российской и мировой атомной энергетике такие энергетические реакторы исключительно мирного назначения широко распространены; по Российской номенклатуре они относятся к классу РБМК. Кроме того, реакторы названного типа находятся в режиме полностью открытого доступа по всем конструктивным и режимным параметрам.

По поводу причин аварии четвертого энергоблока Чернобыльской АЭС всё ещё нет единого мнения специалистов и экспертов. В официальных заключениях приводятся различные версии события, в частности: несоответствие конструкции реактора нормам безопасности; дефекты конструкции стержней («концевой эффект»); некий «скачок мощности» необъяснимой природы; кавитация насосов; упоминается даже локальное землетрясение. Однако, практически, все специалисты сходятся во мнении о том, что разрушающая фаза аварии началась с того, что от перегрева ядерного топлива разрушились тепловыделяющие элементы (ТВЭЛы). Нами рассмотрены альтернативные версии обозначенных техногенных катастроф в ядерных установках, построенные на привлечении механизма явления «парового взрыва» для описания условий возникновения и динамики развития этих масштабных аварийных ситуаций. Отметим, что понятие «паровой взрыв» возникло в науке и инженерной практике более полутора столетий назад с наступления века паровых двигателей: перегретая водная среда в котле, работающем при высоком давлении, в случае аварийного сброса давления мгновенно вскипала, что приводило к формированию разрушающей ударной волны, сопровождавшейся к тому же трагическими последствиями.

Для описания механизма, условий иницирования и динамики развития Чернобыльской катастрофы мы привлекаем понятие «кризиса кипения» хорошо известное всем, кто занимается разработкой и проектированием атомных энергетических паропроизводящих станций (например, реакторов типа РБМК). В современных ядерных реакторах РБМК, как правило, используются стержневые ТВЭЛы с источником тепловой

энергии в виде таблеток с низким содержанием диоксида урана (UO_2). Они загружаются в трубчатую (цилиндрическую) оболочку из стали или сплава циркония однородно по всей длине (так называемая - однородная сборка уложенных друг на друга таблеток ядерного топлива). Энергия, выделяющаяся внутри ТВЭЛов, отводится обтекающим ТВЭЛы водным теплоносителем. «Кризис кипения» – это спонтанный переход из штатного режима «пузырькового кипения» в аварийный режим «пленочного кипения». В штатном режиме парообразования («пузырьковый режим») температура на поверхности тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) не превышает 150-200⁰С. Если снимаемая мощность превысит некоторое предельное значение, то на поверхности ТВЭЛа образуется сплошная паровая пленка, интенсивность теплоотдачи ухудшается на порядок, и, следовательно, на порядок возрастает разогрев ТВЭЛа. ТВЭЛ разрушается, урановое топливо разбрасывается по водному объему реактора, водная среда быстро перегревается много выше температуры кипения, в результате чего происходит взрывное вскипание (т.е. «паровой взрыв») и разрушение реактора. Нами рассматривается наиболее опасный с точки зрения возможности возникновения аварийной ситуации режим перехода от однофазной конвективной передачи тепла от поверхности ТВЭЛа (зона недогретой до температуры кипения рабочей водной среды) к режиму приповерхностного кипения. При данном режиме температурное поле в рабочей среде у поверхности ТВЭЛа теряет устойчивость, в результате чего процесс теплоотдачи в локальной области становится нестационарным. Это явление обусловлено формированием в пограничном между жидкостью и поверхностью ТВЭЛа слое циклически повторяющейся картины сменяющихся друг друга фазовых состояний: I – прогрев приповерхностной пленки жидкости до температур, превышающих температуры ее кипения; II – распад данного метастабильного состояния в режиме «взрывного» вскипания, т.е. в режиме циклически повторяющихся вдоль поверхности ТВЭЛа актов «паровых взрывов». Процесс распада перегретой жидкой пленки (акт «парового взрыва») по своей физической сути аналогичен детонационному процессу. От классической детонации он отличается лишь низкой энергетикой «топлива» и его малой массой. Описанный режим назван режимом «детонационного кипения». Достоверным признаком вхождения ТВЭЛа в этот режим является его сопровождение акустическим эффектом – появление интенсивной акустической эмиссии. Как и в любом взрыве детонационной природы, стадии распада приповерхностного перегретого слоя жидкости сопровождаются генерацией локализованных у поверхности ТВЭЛов ударных волн и кавитационных явлений, которые приводят к ускоренному разрушению оболочек ТВЭЛов и интенсивному накипеобразованию. Процесс «детонационного кипения» может достаточно эффективно способствовать деструкции жидкостей, чувствительных к механохимическому или звукохимическому воздействию, а также приводить к накипеобразованию на поверхностях ТВЭЛа в водных парогенерирующих установках. Воздействие собственно взрывного процесса на структуру ТВЭЛов можно представить в следующем виде. Взрывообразное разрушение перегретой водяной пленки у поверхности ТВЭЛ сопровождается химической активацией «осколков» как самой рабочей жидкости, так и содержащихся в ней солей. Именно это приводит к осаждению на поверхностях ТВЭЛов содержащихся в воде солевых примесей, активированных паровым взрывом. Отложения прочно связываются с поверхностями ТВЭЛов, преодолевая адгезионные барьеры и уплотняясь под влиянием постоянно имеющих место в приповерхностных слоях ударно-волновых воздействий. Относительно местоположения зон интенсивного отложения накипи на поверхностях тепловоспринимающих коллекторов котельных установок. Накипью зарастает не те зоны коллекторов, в которых реализуется процесс развитого объемного кипения воды и где, казалось бы, обеспечиваются наиболее благоприятные условия для выделения солей по классическому механизму пересыщения раствора. Ею зарастает коллекторный тракт, находящийся в зоне приповерхностного кипения холодной жидкости, то есть именно в той части, в которой формируется режим «детонационного кипения». Явление «кризиса кипения» накладывает жесткие ограничения на предельно допустимую удельную тепловую нагрузку, принимаемую за основу при проектировании ядерных реакторов названного типа.

Для проверки справедливости представлений о механизмах образования накипи нами были экспериментально смоделированы процессы накипеобразования. В частности, в качестве модельной жидкой среды в экспериментах использовались низко концентрированные водные растворы комплексных солей металлов платиновой группы, а в роли модели ТВЭЛа был применен электронагреваемый стальной проволочный элемент. При реализации режима «детонационного кипения» в слабых водных растворах комплексных солей на поверхности нагревателя наблюдалось интенсивное выпадение осадка в виде металлической платины (или палладия), то есть образовывалась «платиновая накипь». Платиновая фаза высаживалась только на поверхности ТВЭЛов, то есть реакция деструкции соли реализовывалась только в узком приповерхностном слое жидкости, в котором процесс кипения связан с генерацией детонационных эффектов. Сам же раствор оставался прозрачной гомогенной средой, а в его объеме не наблюдалось даже признаков разложения и появления дисперсной фазы металла. При фиксированной тепловой нагрузке осадок нарастал по четко выраженному линейному закону в зависимости от времени обработки ТВЭЛа детонационным кипением. При поиске способов подавления процесса накипеобразования, торможение этого процесса может быть достигнуто путем целенаправленного подбора присадок, снижающих уровень «предвзрывного» перегрева приповерхностного слоя рабочей жидкости. Вместе с тем, обнаруженные нами интенсивные процессы осаждения металлической фазы на поверхностях ТВЭЛов в усло-

виях «детонационного кипения» следует рассматривать также и с позитивной в практическом отношении точки зрения, так как это может оказаться новым эффективным инструментом для формирования каталитически активных покрытий на металлических и керамических подложках.

Существенным недостатком используемой в настоящее время гомогенной загрузки ТВЭЛов с однородным и равномерным по всей длине энерговыделением (а именно такая схема загрузки ТВЭЛов повсеместно применяется в мировой практике) является неустойчивость штатного теплового режима их работы. То есть, имеет место неустойчивость режима кипения жидкого теплоносителя (в нашем случае, водного) по отношению к возмущениям, случайно возникающим на локализованном участке ТВЭЛа. Именно такие возмущения и могут вызывать в возмущенной зоне спонтанный переход нормального (штатного) теплового режима работы ТВЭЛа (соответствующего пузырьковому кипению рабочей жидкой среды) в аварийный высокотемпературный режим пленочного кипения, который затем распространяется по всей длине ТВЭЛа.

Как итог проведенной экспериментальной работы предлагаются ТВЭЛы для паропроизводящих энергетических установок типа РБМК, в которых источник энергии имеет периодическую структуру загрузки ядерного топлива, чередующегося с инертным балластом (например, в виде термостойкой оксидной керамики или металлических элементов).

Целью внедрения в реальную эксплуатационную практику предлагаемой новой конструкции ТВЭЛов является: снижение опасности возникновения взрывоопасных ситуаций в процессе эксплуатации ядерных энергетических установок в результате потери устойчивости режима парогенерации на ТВЭЛе, сопровождающейся его катастрофическим перегревом и, как следствие, разрушением ТВЭЛа; повышение устойчивости процесса парогенерации на ТВЭЛе к локальным возмущениям, вызванным сбоями в системах управления реакторами или другими случайными факторами; увеличение максимально допустимого значения съема энергии с единицы массы ядерного топлива, загруженного в ТВЭЛ, с целью подъема уровня безопасности («запаса прочности») ядерного реактора.

В дальнейшем планируется провести исследование предлагаемой схемы загрузки ядерного топлива на примере электрической модели ТВЭЛа. Такой модельный ТВЭЛ должен изготавливаться в форме линейного стержневого или проволочного электронагревателя, помещенного в водную рабочую среду. При этом модельный ТВЭЛ состоит из чередующихся активных по интенсивности тепловыделения зон (фрагменты из проволоки с высоким сопротивлением, например, изготовленные из сплавов Ni-Cr или Fe-Cr-Al) и пассивных (низкоомные проволочные фрагменты, например, изготовленные из Cu или Ag). Расчеты, проводимые на базе теоретической модели, и экспериментальное моделирование предлагаемой конструкции позволят разработать практические рекомендации для дальнейшего использования в ядерных реакторах ТВЭЛов предлагаемого нового типа.

Результаты, полученные на предварительном этапе проработки концепции, подтвердили преимущества по уровню безопасности предлагаемого ТВЭЛа с периодическим по его длине размещением источника тепловой энергии перед ТВЭЛом с однородным (равномерным по всей длине) энерговыделением, а именно:

- предельно допустимая тепловая мощность, при которой самопроизвольно возникает аварийное высокотемпературное состояние пленочного кипения, может быть увеличена на 30-40%;
- мощность, при которой локальное возмущение может инициировать пленочный режим, возрастет более чем на 50%.

Таким образом, по нашему мнению именно паровой взрыв, обусловленный различными причинами, привели к разрушительной катастрофе техногенного характера, имевшей место на Чернобыльской АЭС. Предотвращение такого рода явлений в будущем должно стать одной из приоритетных задач при проектировании и эксплуатации объектов ядерной энергетики. С этой целью необходимо развитие теоретических представлений о природе паровых взрывов и создание моделей процессов, протекающих в реальных условиях.

УДК 629.3; 662.758;544.47;665.612.3;661.96

М. В. Кузнецов

ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России

**ГЕНЕРАТОРЫ ВОДОРОДСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК (ГВД) ТОПЛИВА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЕЙ
В ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ И СИСТЕМАХ АВТОНОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

Разработанные в настоящее время ГВД преобразуют природный газ в синтез-газ с помощью наноструктурированного катализатора. Синтез-газ используется в качестве иницирующей добавки, повышающей экономические и экологические характеристики ДВС, а также газотурбинных и дизельных двигателей. Основная идея разработки – перевод различных двигателей и систем автономной энергетики на сверхэкономичный режим работы с обедненной топливной смесью за счет добавок водородсодержащего газа. Достоинства ГВД – компактность и малое время запуска. Достоинства автотранспорта с ГВД: снижение токсичных выбросов с одновременным повышением КПД за счет работы на обедненных топливных смесях; сохранение существующей инфраструктуры снабжения топливом; безопасность, т.к. водород вырабатывается и используется только при работе ГВД; рациональное сочетание достоинств углеводородной и водородной энергетики для различных отраслей промышленности.

Ключевые слова: двигатели внутреннего сгорания, системы автономной энергетики, генераторы иницирующих водородсодержащих добавок (ГВД), синтез-газ, улучшение экономических и экологических характеристик двигателей.

M. V. Kuznetsov

INITIATING HYDROGEN-CONTAINING ADDITIVES (GHCA) OF FUEL TO IMPROVE THE ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF ENGINES IN VEHICLES AND AUTONOMOUS ENERGY SYSTEMS

Currently developed generators of initiating hydrogen-containing additives (GHCA) for converting natural gas into synthesis gas by using a nanostructured catalyst. Synthesis gas is used as an initiating additive that increases the economic and environmental performance of the internal combustion engine, as well as gas turbine and diesel engines. The main idea of the research is the transfer of various engines and Autonomous energy systems to a super-economic mode of operation with depleted fuel mixture due to the addition of hydrogen-containing gas. Advantages of GHCA - compact and low start-up time. Advantages of vehicles with GHCA: reduction of toxic emissions while increasing efficiency by working on lean fuel mixtures; preservation of the existing fuel supply infrastructure; safety, as hydrogen is produced and used only in the operation of GHCA; rational combination of the advantages of hydrocarbon and hydrogen energy for various industries.

Keywords: internal combustion engines, Autonomous energy systems, generators of initiating hydrogen-containing additives (HVD), synthesis gas, improvement of economic and environmental characteristics of engines.

В настоящее время в общемировой практике развитие топливно-энергетического комплекса в области двигателестроения гражданского и специального назначения начинает ориентироваться на использование природного газа в качестве моторного топлива. В Российской Федерации на федеральном и региональном уровнях интенсивно прорабатывается вопрос о переводе транспортных средств (прежде всего, тяжелого транспорта) и двигателей автономных энергетических установок (ЭУ) на использование природного газа в качестве моторного топлива за счет использования ГВД, в том числе и в Арктических районах Российской Федерации. ГВД преобразует природный газ в синтез-газ с помощью наноструктурированного катализатора. Они используются в качестве иницирующей добавки, повышающей экономические и экологические характеристики ДВС, а также газотурбинных и дизельных двигателей – $\text{CH}_4 + 0.5(\text{O}_2 + 3.76\text{N}_2) \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{CO} + 1.88\text{N}_2$

Этому был посвящен уже целый ряд решений правительства. Очевидно, что такой переход может осуществляться и будет экономически выгодным только при условии внедрения инновационных энергосберегающих технологий. В качестве базового двигателя для проведения экспериментальных исследований был выбран поршневой двигатель не с искровым зажиганием, а газо-дизель, работающий на природном газе с запальной дозой дизтоплива. Этот тип двигателя в большей степени позволил реализовать преимущества инновационной технологии и получить масштабный эффект, т.к. дизельный двигатель является самым массовым двигателем в стране.

Поставленные цели в рамках проведения заявленных разработок:

- снижение величины запальной дозы дизельного топлива с 20 до 5-8%, что приведет к уменьшению дизельной составляющей в эквивалентном топливе (природный газ плюс дизтопливо) от 50% до 10-20%, т.е. значительное уменьшение стоимости генерируемой электроэнергии (до 40%);

- значительное улучшение экологических характеристик энергоустановки: уменьшение выбросов сажи, содержания CO, CH и NOx в выхлопных газах двигателя.

Важно отметить, что данная разработка представляет интерес не только для объектов гражданского, но и для объектов специального назначения. Благодаря «двухтопливности» и экономичности появляется возможность экономии дорогого дизтоплива в штатном режиме с мгновенным переходом в режим дизеля при

необходимости. На данном этапе развития работ из широкого круга разнообразных двигателей были выбраны двигатели, эксплуатируемые в транспортных средствах и в стационарных системах автономной энергетики, в том числе в Арктических районах России. Такой выбор был сделан, исходя из следующих соображений:

1. Широкий и востребованный рынок двигателей и систем автономной энергетики такого назначения;
2. Возможность максимально быстрого движения к практическому освоению каталитических генераторов водородной компоненты в топливном тракте (простота эксплуатации каталитического звена при работе системы в стационарном режиме);
3. Острая востребованность в усовершенствовании ДВС и энергетических установок (ЭУ) по экологическим параметрам и по показателям энергосбережения;
4. Весьма широкий спектр двигателей для транспортных средств и энергоустановок по мощностям, что позволит модернизировать топливные тракты, двигаясь последовательно от маломощных и малогабаритных двигателей к мощным двигательным системам.

Достигнутые к настоящему времени результаты:

- создан универсальный компактный генератор водородсодержащих иницирующих добавок (ГВД) небольшого объема (5 л.) с малым временем запуска (до 15 с.) и с возможностью его встраивания в реальные топливные тракты без изменения инфраструктуры снабжения двигателей топливом;

- усовершенствованы и опробованы в условиях реальной эксплуатации ДВС (автомобиль «Соболь» с ДВС ЗМЗ-40522.10 в ходе проведения международного автопробега «Голубой коридор») и энергетические установки (ЭУ) на их базе, работающие с использованием ГВД;

- повышен КПД ДВС транспорта и стационарной энергоустановки (ЭУ) на 15÷20% при одновременном снижении токсичных выбросов до Европейских норм за счет работы на обедненных топливных смесях;

- обеспечивается безопасность работы двигателей, т.к. водород вырабатывается и используется только во время работы ГВД, при рациональном сочетании достоинств углеводородной и водородной энергетики

Следует также отметить, что разработка эффективных, высокопроизводительных, малогабаритных генераторов синтез-газа на основе каталитической конверсии природного газа позволит выйти с этими изделиями на рынки далеко за рамки автомобильной промышленности и потребностей автономной энергетики. Прогнозируется обширный спрос на эти устройства как в различных отраслях гражданского и специального назначения, а также организация серийного производства ГВД для спецтранспорта и стационарных ЭУ, в том числе и в интересах Министерства обороны РФ, МЧС России и других силовых структур.

УДК 64.066.88:

С. А. Кузнецов, А. А. Покровский

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ОГНЕВЫХ РАБОТ НА АВТОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

Разработана математическая модель и компьютерная программа, позволяющие прогнозировать пожарную опасность проведения огневых работ на автозаправочных станциях. Предлагаемый метод моделирования позволяет прогнозировать конфигурацию пожароопасной зоны для конкретной автозаправочной станции с учетом расположения зданий, сооружений и источников испарения бензина.

Ключевые слова: математическая модель, компьютерная программа, огневые работы, автозаправочная станция.

S. A. Kuznetsov, A. A. Pokrovsky

MATHEMATICAL MODEL FOR ASSESSING THE FIRE HAZARD OF FIRE OPERATIONS AT GAS STATIONS

A mathematical model and a computer program have been developed that allow predicting the fire hazard of hot work at gas stations. The proposed modeling method makes it possible to predict the configuration of a fire hazardous zone for a specific gas station, taking into account the location of buildings, structures and sources of gasoline evaporation.

Key words: mathematical model, computer program, hot work, gas station.

В настоящее время большая часть из существующих видов транспорта работает на топливе, которое обеспечивают автозаправочные станции (АЗС). АЗС представляет собой сложный технический комплекс, оснащенный технологическим оборудованием и резервуарами для топлива. Данное оборудование и резервуары во время эксплуатации требуют проведения ремонтных работ, и в частности, огневых работ, которые могут привести к риску возникновения пожара.

Огневые работы – это производственные операции, в которых используется открытый огонь, искрообразование и нагрев до температур, способных вызвать воспламенение материалов и конструкций. К огненным работам относятся электро- и газосварка, паяльные работы, разогрев битума, нагрев деталей открытым пламенем и прочие работы с использованием открытого огня на территории предприятия. При проведении огневых работ необходимо исключить попадание паров нефтепродуктов к месту их выполнения работ, а также проводить непрерывный контроль состояния воздушной среды на рабочем месте. С этой целью для оценки пожарной опасности различных зон АЗС целесообразно разработать математическую модель распространения паров бензина. На основе математической модели можно разработать компьютерную программу, позволяющую заложить конфигурацию конкретной АЗС и построить картограмму пожарной опасности проведения огневых работ.

Модель распространения паров бензина в воздушной среде сформирована на базе уравнения диффузии в движущейся среде относительно земной поверхности.

Моделирование распространения паров бензина в случае отсутствия ветра (неподвижной воздушной среде) можно описать уравнением диффузии:

$$\frac{\partial}{\partial t} c(\vec{r}, t) = (\nabla, D(\vec{r}, t) \nabla c(\vec{r}, t)) + Q(\vec{r}, t), \quad (1)$$

где $c(\vec{r}, t)$ – искомое распределение в пространстве концентрации паров бензина в воздушной среде и ее зависимость от времени; \vec{r} – радиус-вектор изучаемой точки в пространстве; t – время; $\nabla = \frac{\partial}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial}{\partial z} \vec{k}$ –

оператор набла; x, y, z – декартовы координаты исследуемой точки пространства; $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ – единичные векторы декартова пространства; $D(\vec{r}, t)$ – коэффициент диффузии паров бензина, в общем виде зависящий от положения в пространстве и времени; $Q(\vec{r}, t)$ – скорость образования паров бензина, в общем случае зависящая от положения в пространстве и времени.

Уравнение (1) обладает высоким уровнем сложности и не допускает аналитического решения в общем случае, за исключением нескольких простейших случаев (одномерное приближение, стационарный характер, геометрическая конфигурация простейшей формы, постоянный коэффициент диффузии). Поэтому для моделирования распространения паров бензина на реальной АЗС, с заданным расположением зданий, сооружений и конструкций, решение уравнения (1) целесообразно сразу искать с помощью численного метода, в частности сеточного конечно-разностного метода.

Моделирование может производиться как в трехмерном случае, так и в двумерном, в зависимости от конфигурации и структуры АЗС и решаемой задачи. Трехмерное моделирование более адекватное с математической и физической точки зрения, однако требует вычислительных затрат в $10^2 \dots 10^3$ раз больших, чем двумерное. Поэтому математический аппарат изложен для более общего, трехмерного варианта.

Чтобы модель обладала высоким пространственным разрешением, пространство, которое занимает АЗС дискретизируется кубической (или квадратной в двумерном случае) сеткой. В частности, далее используется разрешение $200 \times 200 \times 200$ ячеек для трехмерного случая (тогда общее количество узлов в модели $8 \cdot 10^6$), либо 200×200 для двумерного случая (40 000 узлов на плоскости). Шаг дискретизации выбирается от 10 до 100 см в зависимости от линейных размеров АЗС. Каждый узел сетки имеет шесть узлов в трехмерном случае (рисунок 1, а), либо четыре узла в двумерном случае (рисунок 1, б), от которых возможен прием вещества (паров бензина), либо которым может производиться передача вещества.

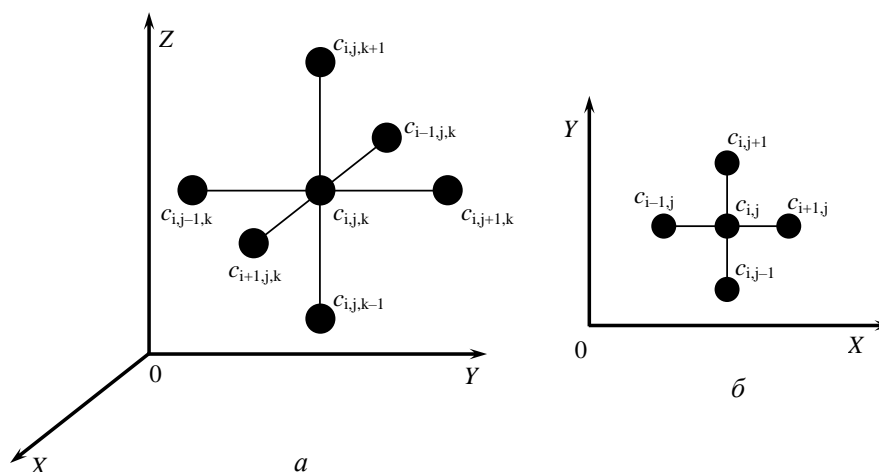


Рис.1. Индексация узлов при сеточном решении уравнения диффузии:
а – для трехмерного варианта модели; б – для двумерного варианта модели

При использовании численного конечно-разностного метода аналитическое уравнение (1) преобразуется к следующему численному уравнению. Для каждого узла (i, j, k) на каждом шаге интегрирования по времени концентрация паров бензина $c_{i,j,k}$ зависит от концентрации паров бензина в соседних ячейках следующим образом.

$$\frac{\Delta c_{i,j,k}}{\Delta t} = D_{i,j,k} \left(\frac{\Delta c_{i,j,k}}{\Delta x} + \frac{\Delta c_{i,j,k}}{\Delta y} + \frac{\Delta c_{i,j,k}}{\Delta z} \right) + Q_{i,j,k}, \quad (2)$$

где Δt – шаг дискретизации по времени; $\Delta x = \Delta y = \Delta z = h$ – шаг дискретизации пространства; $D_{i,j,k}$ – коэффициент диффузии; $Q_{i,j,k}$ – мощность источников паров бензина. Расписывая подробно конечные разности в уравнении (2) получим следующую окончательную формулу для моделирования диффузии паров бензина.

$$\frac{c_{i,j,k}^{\tau+1} - c_{i,j,k}^{\tau}}{\Delta t} = \frac{D_{i,j,k}}{h} \left(c_{i+1,j,k}^{\tau} + c_{i-1,j,k}^{\tau} + c_{i,j+1,k}^{\tau} + c_{i,j-1,k}^{\tau} + c_{i,j,k+1}^{\tau} + c_{i,j,k-1}^{\tau} - 6 \cdot c_{i,j,k}^{\tau} \right) + Q_{i,j,k}. \quad (3)$$

С помощью данного уравнения можно рассчитать концентрацию $c_{i,j,k}^{\tau+1}$ паров бензина в каждом узле (i, j, k) для последующего шага интегрирования по времени $\tau + 1$ на основе концентрации $c_{i,j,k}^{\tau}$ для текущего шага интегрирования τ .

Для паров различных сортов бензина, дизельного топлива и других горюче-смазочных веществ коэффициент диффузии различен. Разработанная методика позволяет моделировать распространение заданных типов паров горюче-смазочных материалов, либо одновременное распространение нескольких типов горюче-смазочных материалов и получать соответствующие карты прогноза с областями пожарной опасности проведения огневых работ для каждого вещества.

Чтобы учесть, помимо диффузии, пространственное перемещение паров бензина в воздушной среде – конвекцию, уравнение диффузии необходимо дополнить уравнением преобразования координат, которое задает связь между неподвижным пространством, связанным с опорной поверхностью и подвижным пространством (воздушной средой, увлекаемой ветром), в котором происходит диффузия паров бензина:

$$\vec{r}_6 = \vec{P}(\vec{r}_3), \quad (4)$$

где \vec{r}_6 и \vec{r}_3 – радиусы-векторы рассматриваемой точки в пространствах, связанных с движущейся воздушной средой и опорной поверхностью; \vec{P} – оператор перехода из пространства, связанного с опорной поверхностью к пространству, связанному с движущейся воздушной средой. Оператор реализуется линейным переносом концентрации паров бензина c между соседними ячейками в направлении, заданном параметрами v_B, φ_B, v_z , где v_B и

v_z – горизонтальная и вертикальная компоненты скорости ветра; φ_v – угол направления ветра.

При решении уравнения диффузии оно дополняется необходимыми начальными и граничными условиями, для чего используется информация о начальном распределении паров бензина по территории АЗС и пространственная конфигурация конструкций, сооружений и зданий на АЗС (возможно моделирование с детализацией вплоть до отдельных автомобилей и людей).

Разработанная математическая модель представляет собой систему из большого количества алгебраических уравнений, пропорционального количеству узлов сетки. Для решения системы уравнений и прогнозирования пожарной опасности проведения огневых работ разработана компьютерная программа (рис. 2), которая предназначена для проведения компьютерного эксперимента по распространению паров бензина по территории АЗС и переносу паров ветром от источника с заданным местоположением и с заданными свойствами, и прогнозирования на этой основе характера зон пожарной опасности проведения огневых работ.

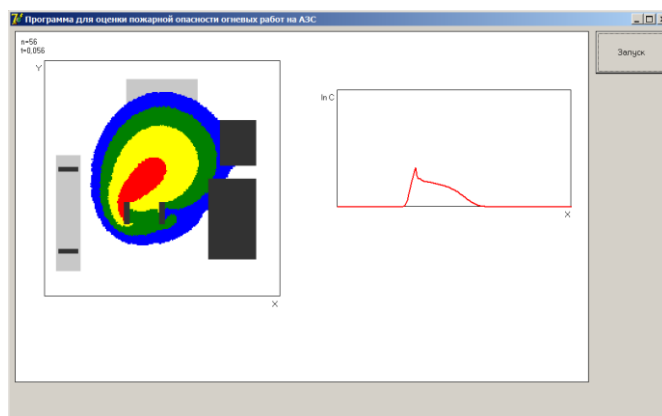


Рис. 2. Вывод на экран результатов моделирования в разработанной программе: картограмма распределения концентрации паров бензина на территории АЗС (слева) и график распределения концентрации паров бензина вдоль выбранного направления (справа)

Основные функциональные возможности программы:

- проведение компьютерного эксперимента по распространению в пространстве паров бензина с учетом ветра;
- задание основных физико-геометрических параметров источника паров бензина, скорости и направления ветра;
- вывод на экран в процессе компьютерного эксперимента картограммы распределения паров бензина по территории АЗС, профиля концентрации паров бензина.

Таким образом, разработанная на базе математической модели компьютерная программа, позволяет прогнозировать пожарную опасность проведения огневых работ на АЗС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бадагуев Б.Т.* Пожарная безопасность на предприятии: Приказы, акты, журналы, протоколы, планы, инструкции. – М.: Альфа-Пресс, 2014. – 720 с.
2. Пожарная безопасность технологических процессов. Учебник / С.А. Швырков, С.А. Горячев и др.; Под общ. ред. С.А. Швыркова. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2011.
3. *Сучков В.П.* Актуальные проблемы обеспечения устойчивости к возникновению и развитию пожара технологии хранения нефти и нефтепродуктов // М.: ЦНИИТЭ нефтехим, 1995. – 69 с.
4. *Попов А.В., Мамонтов Р.С., Золотов А.Н., Иванов М.В.* Системы улавливания паров нефтепродуктов при сливе топлива и заправке автомобилей на АЗС // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Воронеж, 2017. – С. 455-457.

УДК 372881.1

С. В. Куликов

СПб ГКУ ДПО «УМЦ ГО и ЧС»

ПРИЧИНЫ ВОЗГОРАНИЙ И ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ

В статье приведена классификация электроустановок и причины пожаров от них, а также пожарная безопасность комплектующих элементов.

Ключевые слова: пожарная безопасность, электроустановка, энергия.

S. V. Kulikov

CAUSES OF FIRES AND FIRE HAZARD OF ELECTRICAL DEVICES

The article presents the classification of electrical installations and the causes of fires from them, as well as fire safety of components.

Key words: fire safety, electrical installation, energy.

Развитие общества и экономики тесно взаимосвязано с развитием способов получения, преобразования, потребления и передачи энергии.

С конца XIX - начала XX столетия основным видом энергии стала электрическая энергия. Развитая энергетическая система является необходимым условием для развития экономики, науки и техники государства.

В настоящее время просто невозможно представить себе мир без электрической энергии, так как электричество плотно вошло в промышленность, экономику, коммуникации и быт развитых стран. Практически любой процесс жизнедеятельности человека электрифицирован и доля электрификации растет с каждым днем.

Такая популярность электроэнергии связана с ее уникальными свойствами – электричество можно получать за тысячи километров от мест потребления, передавать по проводам, преобразовывать на подстанциях и доставлять в том виде, который ему нужен – это может быть переменный ток или постоянный ток, трехфазная система или однофазная. Можно даже накапливать электричество в конденсаторах, аккумуляторах и т.д. Ни один другой вид энергии на такое не способен.

С другой стороны, применение электротехнического оборудования связано с возможностью возникновения взрывов или пожаров вследствие аварий, неверного выбора или неправильной эксплуатации электрооборудования.

Как показывает статистика, ежегодно в Российской Федерации из-за нарушения правил устройства и эксплуатации электроустановок происходит более 20% пожаров. Это одна из самых распространенных причин пожаров.

Электроустановка - это совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.

Пожарная опасность источников света

Пожарная опасность ламп накаливания (далее - ЛН) складывается из двух составляющих:

1. Опасность зажигания горючих материалов при несоблюдении пожаробезопасного расстояния до их колб.

В этом случае пожарная опасность обуславливается высокими температурами нагрева колб. Температура нагрева колб зависит от мощности ЛН, от положения колбы в пространстве и чистоты поверхности колбы. Например, если поверхность колбы не загрязнена, то в зависимости от мощности ЛН температура ее нагрева может достигать 170 °С. Если колбы ламп загрязнены, например, производственной пылью (мучной, травяной, древесной и т.п.), то температура нагрева может существенно повыситься до 300 °С. На практике пожары от ЛН, как правило, возникают в результате использования ЛН повышенной мощности, поскольку вместо рекомендованной заводом-изготовителем мощности лампы для светильника используют ЛН значительно большей мощности. Поэтому нередки случаи загорания пластмассовых плафонов. Наиболее высокие температуры нагрева на колбе развиваются в местах соприкосновения ее с материалами с низкой теплопроводностью.

2. Опасность появления при аварийных режимах в ЛН источников зажигания с высокой зажигательной способностью.

При определенных условиях в ЛН могут возникнуть дуговые разряды между электродами. В одном случае дуговой разряд может вызвать разрыв колбы, в другом — проплавление ее частицами никеля, образующимися в результате расплавления дугой электродов. В обоих случаях аварийный режим сопровождается образованием и выбросом источников зажигания (частиц никеля, раскаленной вольфрамовой спирали и конструктивных элементов, нагретых до высоких температур). Наиболее пожароопасными являются частицы никеля, поскольку они обладают высокой зажигательной способностью. В условиях эксплуатации светильников с лампами накаливания возможны ослабления контактов с электрическим патроном и связанное с этим искрение, местный нагрев и воспламенение изоляции проводов, пластмассы патрона и других близко расположенных горючих материалов.

Пожароопасными элементами люминесцентных ламп являются стартер, конденсаторы с бумажным диэлектриком, светорассеиватели из органического стекла и др.

Светильники, выполненные по схеме стартерного пуска (без дополнительного устройства в виде токовой защиты), в полной мере не отвечают требованиям пожарной безопасности. Пожарная опасность таких светильников усугубляется особенностью зажигания ламп. Неисправность стартера приводит к увеличению рабочего тока, вследствие чего усиливается нагрев обмоток дросселя, заливочная масса начинает размягчаться и вытекать, что приводит к короткому замыканию в витках обмотки дросселя или к пробоем на корпус. В результате возникает опасность воспламенения горючих материалов.

В последние годы начали широко внедряться в практику строительства бесфонарные промышленные здания, где освещение выполняют в виде световых полос с применением встроенных светильников ВОД-1-4-80. Светильники этого типа снабжены рассеивателями из органического стекла, которое является горючим материалом. При любом загорании в светильнике горение рассеивателя из оргстекла протекает очень интенсивно, причем расплавленные куски рассеивателя разлетаются и вызывают очаги горения. Под действием высокой температуры рассеиватели из оргстекла деформируются, вследствие чего ухудшается уплотнение светильников. Системы электрического питания светильников не обеспечивают отключение их от сети при внутренних коротких замыканиях в схеме, а индивидуальная защита светильников не предусмотрена. Учитывая определенную пожарную опасность таких светильников, в процессе эксплуатации к ним предъявляются повышенные противопожарные требования.

Причины возгораний в электронагревательных приборах, аппаратах, установках.

1. Перегрев приборов, аппаратов, установок от замыкания электронагревательных элементов в результате:

- разрушения электроизоляции конструктивных элементов от старения;
- разрушения электроизоляционных элементов от внешнего механического воздействия;
- наслаивания токопроводящего загрязнения между токоведущими конструктивными элементами;
- случайного попадания токопроводящих предметов и замыкания токоведущих электронагревательных элементов;
- ослабления контактного давления в местах подключения токопроводящих проводников;
- окисления в местах подсоединения токопроводящих проводников элементов, приводящего к значительному увеличению переходного сопротивления;
- пробоя электроизоляции конструктивных элементов повышенным напряжением питания;
- выкипания нагреваемой воды (жидкости), приводящего к деформации конструктивных элементов, электрическому замыканию и разрушению конструкции нагревателя в целом.

2. Загорание от электронагревательных приборов, аппаратов, установок в результате:

- соприкосновения горючих материалов (предметов) с нагревательными поверхностями электронагревательных приборов, аппаратов, установок;
- теплового облучения горючих материалов (предметов) от электронагревательных приборов, аппаратов, установок.

Пожарная опасность электронагревательных приборов, как правило, связана с нарушением условий эксплуатации приборов — расположением вблизи от нагревательного прибора легко возгораемых материалов, способных воспламениться при нагреве до температур, достижимых нагревательными приборами. Также частую причиной возгораний является перегрузка сети по току путем включения одного или нескольких нагревательных приборов, потребляющих из сети ток, превышающий допустимые значения для используемых проводов, кабелей или электроустановочных изделий.

В последнее время количество пожаров, возникших при эксплуатации электроустановок, значительно возросло. Поэтому для улучшения ситуации работники пожарной охраны, инженеры по охране труда, инженеры — электрики должны понимать причины пожаров в электроустановках, владеть нормативно-технической документацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ).-М.: Энергоатомиздат, 2010. – 780с
2. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартиформ, 1995.
3. Правила эксплуатации электроустановок потребителей.- М.:Энергоатомиздат, 2011. – 420с
4. СНиП 3.05.06-85. Электротехнические устройства. ВНИИ проектэлектромонтаж. – М.: Стандартиформ, 1995

УДК 614.862

Э. Э. Маркман, А. Н. Бочкарев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ И МОДЕРНИЗАЦИЯ СРЕДСТВ СПАСЕНИЯ НА АВИАЦИОННОМ ТРАНСПОРТЕ

Проведен краткий обзор существующих средств эвакуации и спасения, а также представлены идеи, об их усовершенствовании и модернизации на авиационном пассажирском транспорте.

Ключевые слова: авиатранспорт, спасение, самолет, безопасность, спасательная капсула.

E. E. Markman, A. N. Bochkarev

ANALYSIS AND MODERNIZATION OF RESCUE EQUIPMENT IN AIR TRANSPORT

A brief overview of the existing means of evacuation and rescue is carried out, as well as ideas are presented on their improvement and modernization in air passenger transport.

Key words: air transport, rescue, airplane, safety, rescue capsule.

Прошло немало времени, после первого полета братьев Райт, совершенного на самолете 17 декабря 1903 года. С этого момента и по сей день, вопрос безопасности на авиационном транспорте актуален. Известно, что каждые три секунды в мире взлетает и садится как минимум один лайнер, это говорит о том, что обеспечение безопасности должно быть на высшем уровне. На сегодняшний день существует огромное количество видов и типов воздушных судов.

Военные: воздушный авианосец, десантные, истребители, корректировщики, многоцелевые и специальные, перехватчики, ракетноносцы, топливозаправщики, транспортные, штурмовики.

Гражданские: пассажирские, почтовые, сельскохозяйственные.

Специальные: экспериментальные, санитарные, геологоразведочные, пожарные, спортивные, транспортные, учебно-тренировочные.

Каждый вид является сложной конструкцией, предназначенной для определенных целей. Самолет состоит из множества миллионов деталей, сотен тысяч метров проводов, и огромного количества механизмов, отказ любого из которых может привести к аварии и многочисленным жертвам. Что бы этого не происходило, летательный аппарат находится под постоянным контролем на земле и в небе [1]. Перед каждым взлетом лайнер тщательно осматривается и обслуживается службами аэропорта [2]. Но не всегда эти меры помогают избежать чрезвычайных ситуаций. Часто эти аварии случаются по другим причинам:

плохие погодные условия, ошибка пилотов, ошибки в работе диспетчеров, террористические акты, различные отказы технического оборудования (двигателей, поломка бортовой техники, плохое качество топлива, неисправность электроники), и самое страшное - пожар. По данным статистики катастрофы чаще всего случаются при взлете или посадке, сам перелет является безопасным отрезком пути. Если все же чрезвычайная ситуация произошла, то штатные средства спасения помогут повысить ваш шанс на то, чтобы выжить. Начать нужно с того, что каждый взлет начинается с инструктажа бортпроводников, они информируют пассажиров о нахождении аварийных выходов, путях к ним и инструкцией о занятии безопасных поз при падении. Часто при аварии на этапе взлета или посадки, происходит отключение света. Находящиеся на борту указатели и световые дорожки, работающие от автономного источника, помогут в темноте или в дыму добраться до аварийного выхода. Высота от земли до самолета сравнима с высотой трехэтажного дома. Для быстрого и безопасного спуска пассажиров на землю в случае аварийной посадки воздушного судна на необорудованную площадку в лайнерах гражданской авиации с высоким расположением фюзеляжа применяются надувные аварийные трапы, находящиеся у каждой двери. При аварийной посадке на воду под каждым сидением находится надувной спа-

сательный жилет с проблесковым маячком (для быстрого нахождения людей воде). Вес его составляет чуть меньше 900 грамм. Наполнение углекислотой происходит за 5 - 7 секунд. Для поддувания жилета ртом, имеются две трубки с мундштуками и клапанами. Независимо от того, в каком состоянии человек находится в воде, жилет поддерживает его лицом вверх. Он позволяет при необходимости перевернуться на грудь и плыть любым способом. Хотелось бы отметить, что частой ошибкой при использовании этого спасательного устройства, служит то, что при аварийной посадке на воду, пассажиры надувают его в салоне, хотя это категорически запрещено, так как с надутыми спасательными жилетами начинается давка и без того в тесном самолете, в котором еще и огромная паника. Также на борту находятся групповые спасательные плоты, которые служат для спасения пассажиров.

В данный момент идет активная разработка спасательной капсулы, являющейся составным элементом фюзеляжа самолета. При какой-либо чрезвычайной ситуации на борту, в случае невозможности командиру воздушного судна и второму пилоту, а также членам экипажа, спасти и безопасно посадить лайнер на землю, она активируется и отделяется от корпуса самолета (Рисунок №1). Далее на высоте 2000 метров от земли выпускаются два больших парашюта с двумя запасными (Рисунок №2). Капсула, плавно планируя, за несколько метров до земли, активирует двигатели, тем самым замедляя скорость снижения и делая посадку наиболее мягкой. В случае приводнения капсулы на воду, после отработки ступеней двигателя, выпускается большие надувные плоты, которые оставляют спасаемый фюзеляж на плаву Рисунок №3.



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

На земле эти же надувные подушки сыграют роль амортизации, которые помогут не разрушиться многотонному корпусу. Пассажиры смогут безопасно эвакуироваться со стационарных аварийных выходов.

Необходимо продумать множество различных нюансов и доработать спасательное устройство, которое в будущем может спасти сотни тысяч жизней. На высоте более 3000 метров воздух разрежен сильнее, чем на земле, кислорода пригодного для дыхания, в момент отделения и полета капсулы до 3000 метров у пассажиров не будет, останется только запас воздуха, находящийся в салоне. Поэтому замкнутую капсулу необходимо обеспечить автономным компрессором, который будет обеспечивать постоянную циркуляцию кислорода в салоне. Даже в случае разгерметизации его можно будет использовать для обеспечения дыхания пассажиров, через стационарные кислородные маски, автоматически активирующиеся, при снижении концентрации кислорода в салоне. Питание после отделения части фюзеляжа отключится, так как электроэнергия в самолете поступает от генераторов, приводящихся в движение двигателями. Важно, чтобы в спасательной капсуле были аккумуляторные батареи, которые смогли бы обеспечить питание компрессора и света в салоне (а также подсветку аварийных выходов и эвакуационных световых дорожек), на всем пути снижения. Это повысит безопасность при эвакуации и уменьшит панику при снижении, ведь чрезвычайная ситуация на борту может произойти и в темное время суток. В спасательной капсуле обязательно должна быть аптечка со всем необходимым, рассчитанная на помощь нескольким десяткам человек, а также запасы пресной воды и еды, обеспечивающие весь экипаж и пассажиров провизией на несколько суток. Спутниковый телефон и маяк, а также наборы различных инструментов. Все это поможет выжить и найти, потерпевший крушения самолет, в самой труднодоступной местности. Также, важно учитывать, что отделение спасательной капсулы нужно проводить в безлюдной местности, так как вторая часть самолета, с кабиной и двигателями, а самое главное с наполненными топливными баками в крыльях, не упала на жилой, городской район и не привела к жертвам на земле. Необходимо предусмотреть механизм управления стропами парашютов и раскрытия запасных. Важно создать систему стабилизации спасательной капсулы, что бы она снижалась в одном положении, допустимо установить появляющиеся стабилизирующие крылья, сразу после ее от стыковки. Герметичность капсулы одна из основных составляющих, нужна для того, чтобы в спасательной капсуле при снижении сохранялся кислород, пригодный для дыхания, она также

позволит ей не утонуть, а вышеуказанная система стабилизации не даст спасательной капсуле перевернуться на волнах, даже в океане.

Пассажирские самолеты очень продуманы в плане обеспечения безопасности, это горький опыт и труд многих лет. Технологический прогресс не стоит на месте, и важно, чтобы безопасность на авиационном транспорте не отставала от появляющихся инноваций, в области самолета строения и контроля полетов. Совершенствование и модернизация спасательных средств и устройств, поможет исключить множество чрезвычайных ситуаций и спасти не одну человеческую жизнь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Егер С.М.* Учебник для вузов, «Проектирование самолетов», 1983
2. *Гуськов Ю.П., Загайнов Г.И.* «Управление полетом самолетов», 1991

УДК 614.842

Д. В. Масленников, А. В. Волков

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Рассмотрены проблемные вопросы выполнения требований пожарной безопасности в процессе эксплуатации торговых центров.

Ключевые слова: пожарная безопасность, торговый центр, расчет риска.

D. V. Maslennikov, A. V. Volkov

ANALYSIS OF HOW SHOPPING MALLS ARE ON FIRE DURING OPERATION

The problematic issues of compliance with fire safety requirements during the operation of shopping centers are considered.

Key words: fire safety, shopping center, risk calculation.

Объекты торговли магазины, торговые центры относятся к объектам массового пребывания людей. Они должны строго соответствовать предъявляемым требованиям противопожарной безопасности.

Малейшее отклонение и нарушение норм и правил, может привести к не только огромным материальным потерям, но и к человеческим жертвам.

В крупных торговых и торгово-развлекательных центрах пожарная опасность создаётся не только из-за больших площадей, но так же и большое количество помещений с различным функциональным назначением, пожарной нагрузкой, порой запутанная планировка и большое количество одновременно находящихся людей. Требования по обеспечению пожарной безопасности для торговых объектов разработаны на уровне федерального закона и направлены на обеспечение безопасности для людей.

В процессе эксплуатации объектов защиты происходит изменение функционального назначения отдельных помещений, а за частую этажей здания, а также объёмно-планировочных решений, частью 3 статьи 80 (1) определено что при изменении функционального назначения зданий, сооружений или отдельных помещений в них, а также при изменении объёмно-планировочных и конструктивных решений должно быть обеспечено выполнение требований пожарной безопасности, установленных в соответствии с настоящим Федеральным законом применительно к новому назначению этих зданий, сооружений или помещений.

В свою очередь собственники торговых помещений справедливо хотят, изменить функциональное назначения и перепланировку отдельных помещений. В то же время, если требования пожарной безопасности не вписываются в их пожелания или архитектурные решения, что случается достаточно часто, приоритет отдается последним. Именно этим чаще всего объясняется то, что не выполняются требования пожарной безопасности, установленные в национальных стандартах и сводах правил.

На объекте защиты, принимаемые объемно-планировочные, конструктивные и инженерно-технические решения по ряду вопросов зачастую идут в разрез с действующими требованиями законодательства в области пожарной безопасности.

В нашем случае на примере «Торгово-развлекательном центре «Московский» в ходе эксплуатации здания произошли конструктивные изменения объемно-планировочных решений, при этом оказались не выполнены требования нормативных документов пожарной безопасности. В результате проверки объекта выявлено не соответствие нормативным требованиям системы противодымной защиты, не соответствие ширины основных проходов и эвакуационных выходов, не соответствие нормативным требованиям числа эвакуируемых людей.

Так на примере «ТРЦ «Московский» в ходе эксплуатации здания произошли изменения объемно-планировочных решений, при этом предусмотрено не выполнение следующих требований нормативных документов пожарной безопасности:

- не соответствует нормативным требованиям система противодымной защиты коридора 6-го этажа (размещение клапанов дымоудаления в коридорах над подвесными потолками (п. 7.2 в) СП 7.13130),
- не соответствует нормативным требованиям система противодымной защиты коридора 5-го этажа (размещение клапанов дымоудаления не в коридоре, а в помещении из-за перепланировки объемно-планировочных решений (п. 7.2 в) СП 7.13130),
- отсутствует система противодымной защиты коридора длиной более 15м 7-го этажа без естественного проветривания (п. 7.2 в) СП 7.13130),
- не соответствует нормативным требованиям система противодымной защиты коридора (вестибюля) 1-го этажа (размещение клапанов дымоудаления не в коридоре, а в помещении из-за перепланировки объемно-планировочных решений (п. 7.2 в) СП 7.13130),
- допущено уменьшение ширины лестничного марша до 1,1 м из-за выступающих колонн в лестничной клетке типа Н2 в осях 3-3"/Б-В менее нормативной 1,35м, 6-ой этаж (п. 7.1.5 СП 1.13130),
- допущено сужение горизонтальных путей эвакуации в коридоре 6-го этажа до 0,8м менее нормативного 1,2м (п. 7.1.14 СП 1.13130),
- не соответствует нормативным требованиям ширина простенка между дверными проемами воздушной зоны незадымляемой лестничной клетки типа Н1 менее 1,2м (0,4м, п.4.4.9 СП 1.13130),
- не соответствует нормативным требованиям ширина простенка между дверным проемом воздушной зоны и ближайшим окном помещения незадымляемой лестничной клетки типа Н1 менее 2м (фактически 1,5м, п.4.4.9 СП 1.13130),
- расстояние по путям эвакуации для помещений 5-го этажа, имеющих выход в тупиковую часть коридора до выхода в лестничную клетку превышает 20м (п. 7.1.22 СП 1.13130, допущено размещение офиса (ООО «ЭОС») на путях эвакуации к выходу с 5-го этажа в лестничную клетку типа Н2 со стороны ФЗФИ),
- допущено применение наружной открытой лестницы 3-го типа для эвакуации людей с 3-7го этажей (п. 7.1.18, п. 8.1.14 СП 1.13130),
- не соответствует нормативным требованиям ширина наружной металлической лестницы предусмотрена менее 1,2м (фактически 0,86м, при числе эвакуирующихся с этажа более 200 человек (п. 4.4.1 СП 1.13130),
- не соответствует нормативным требованиям число эвакуируемых людей наружной открытой лестницы 3-го типа, более 70 человек для здания II степени огнестойкости (п. 7.1.18 СП 1.13130),
- отсутствует открывание оконных проемов в лестничной клетке типа Л1 (п. 5.4.16 СП 2.13130),
- отсутствует второй эвакуационный выход с части торговых помещений 4-го этажа, размещенных в зоне атриума (п. 7.1.11 СП 1.13130),
- изменение объемно-планировочного решения размещение на 4-м этаже торговых площадей с расчетным пребыванием 347 человек согласно нормативных требований (увеличение количества людей, более проектного),
- размещение предприятия общественного питания с числом посадочных мест на 80 человек 3-го этажа более проектного,
- не соответствует нормативным требованиям ширина второго эвакуационного выхода на незадымляемую лестничную клетку типа Н1 из ресторана «Овертайм» 3-го этажа с пребыванием более 50 человек составляет менее нормативного 1,2м (фактически 1,1м; п. 7.1.13 СП 1.13130),
- отсутствует второй эвакуационный выход из закрытого помещения кафе 3-го этажа с пребыванием более 50 человек (п. 4.2.1 СП 1.13130),
- не соответствует нормативным требованиям ширина основных эвакуационных проходов торговых залов (п. 7.2.4 СП 1.13130):
- при торговой площади до 100 м² менее 1,4м,
- при торговой площади свыше 150 до 400 м² менее 2м,

- при торговой площади свыше 400 м² менее 2,5м.
- выходы из лестничных клеток типа Н2 предусмотрены в вестибюль, не отделенный от примыкающих коридоров перегородками с дверями (п. 4.4.6 СП 1.13130),
- ширина эвакуационного выхода из лестничной клетки Н2 предусмотрена менее 1,35м (фактически (1,0м, п. 4.2.5 СП 1.13130),
- изменение объемно-планировочного решения, допущено размещение склада на путях эвакуации к выходу со второго этажа в лестничную клетку типа Н1 (исключение выхода на лестницу типа Н1 из эвакуационных выходов со второго этажа),
- в помещении магазина 1-го этажа (продовольственных товаров «Верный») при количестве людей более 50 человек ширина эвакуационных выходов составляет менее 1,2м в свету (фактически 1,1м) (п. 7.1.13, п 7.2.5 СП 1.13130),
- пути эвакуации- коридоры не отделены от торговых залов 4- го этажа перегородками, возведенных до плит перекрытий (п. 5.2.7 СП 2.13130)
- помещения подготовки товаров к продаже, кладовые торговых залов 4-го этажа не отделены от коридоров противопожарными перегородками до плит перекрытий с противопожарным заполнением проемов противопожарными дверями (п. 5.5.2 СП 4.13130),
- помещение разгрузочной, помещение подготовки товаров к продаже пожароопасных категорий магазина «Фикс прайс» первого этажа не отделены от торгового зала и между собой противопожарными преградами (п. 5.5.2 СП 4.13130,
- не обеспечена нормативная высота эвакуационного выхода из помещения машинного отделения лифта, размещенного на кровле составляет менее 1,9м (1,75м) (п. 4.2.5 СП 1.13130),
- не обеспечена нормативная высота эвакуационного выхода из помещения венткамеры, размещенной на кровле составляет менее 1,9м (1,75м) (п. 4.2.5 СП 1.13130),
- допущено размещение пожарного поста на 6-ом этаже здания (СП 5.13130 п. 13.14.10);
- отсутствует естественное освещение пожарного поста (СП 5.13130 п. 13.14.12).

Собственники на объекте защиты, которые имеют право рисковать своим имуществом, после оценки пожарных рисков, применяют требования пожарной безопасности, направленные на обеспечение своевременной и безопасной эвакуации людей (неполный профиль системы противопожарной защиты), а также на защиту чужого имущества от пожара на объекте с неполным профилем системы противопожарной защиты.

Защита чужого имущества может быть компенсирована страхованием риска причинения вреда чужому имуществу возможным пожаром.

При аренде (субаренде) зданий (сооружений) и помещений:

- требования пожарной безопасности, установленные проектными решениями, применяются к арендодателю (собственнику арендуемого имущества);
- требования пожарной безопасности, направленные на поддержание противопожарного режима и состояния арендуемого имущества, применяются к арендаторам (субарендаторам).

Задачей расчета величины пожарного риска является проверка уровня обеспечения пожарной безопасности в рассматриваемом здании. Мерой уровня обеспечения пожарной безопасности согласно (1) , является значение пожарного риска - возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей.

Расчет по оценке пожарного риска проведен путем сопоставления расчетных величин пожарного риска с нормативным значением пожарного риска, установленным ФЗ (1). Определение расчетных величин пожарного риска выполнено на основании:

- а) анализа пожарной опасности здания;
- б) определения частоты реализации пожароопасных ситуаций;
- в) построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;
- г) оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;
- д) наличия систем обеспечения пожарной безопасности здания.

Определение расчетных величин пожарного риска заключается в расчете индивидуального пожарного риска для персонала и посетителей в здании численным значением индивидуального пожарного риска является частота воздействия опасных факторов пожара (далее ОФП) на человека, находящегося в здании. Перечень ОФП установлен Ст. 9 ФЗ-123. Частота воздействия ОФП определяется для пожароопасной ситуации, которая характеризуется наибольшей опасностью для жизни и здоровья людей, находящихся в здании.

В случае внесения Заказчиком изменений и дополнений в проектные материалы настоящие материалы утрачивают свою силу и подлежат повторной разработке с учётом внесённых изменений и дополнений.

На примере исследуемого «Торгово-развлекательного центра Московский», результаты проведения расчетов по оценке пожарного риска показали, что суммарная ширина лестничных клеток и выходов из них, устройство путей эвакуации, расчетные сценарии по эвакуации людей (проверка этих параметров), без учета

применяемых средств пожаротушения и противодымной защиты, свидетельствует об обеспечении безопасной эвакуации людей при пожаре до наступления опасных факторов пожара.

Отступления от нормативных требований пожарной безопасности не оказывают влияния на безопасную эвакуацию людей с этажей и в целом из здания.

Расчетное значение индивидуального пожарного риска на объект «ТРЦ «Московский» по адресу: г. Калуга, ул. Глаголева, 3 $Q_b = 4,8 \times 10^{-7}$ (год⁻¹), не превышает нормативное значение согласно гл. 18, III раздел, ст. 79 ФЗ-123 одну миллионную в год ($1 \cdot 10^{-6}$ (год⁻¹) при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания точке.

Необходимо выполнить мероприятия для обеспечения соблюдения значения пожарного риска:

- выполнить ограждение наружной лестницы 3-го типа высотой не менее 1,2м (фактически 1м) согласно требований п. 4.4.2 СП 1.13130,

- раздвижные двери первом этаже при выходе из вестибюля в случае возникновения должны иметь устройства, позволяющих вручную открыть и заблокировать в открытом состоянии указанные устройства (п. 36 ППР в РФ, информационное письмо МЧС РФ от 20 августа 2015 года N 19-2-7-3541 «О порядке применения отдельных требований правил противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 года N 390»).

Следовательно, гораздо разумнее и экономичнее подходить к решению вопроса пожарной безопасности на объекте через проведение расчетов пожарного риска и оптимизации расходов на выполнение противопожарных мероприятий и использование технических средства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Информационное письмо МЧС РФ от 20 августа 2015 года N 19-2-7-3541 «О порядке применения отдельных требований [правил противопожарного режима в Российской Федерации](#), утвержденных [постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 года N 390](#)».
3. Приказ МЧС РФ от 30 июня 2009 г. N 382 "Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности" (с изменениями и дополнениями).
4. СП 1.13130-2020 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы .
5. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.
6. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространение пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.
7. СП 5.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.
8. СП 7.13130.2013 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности

УДК 614.841.4

М. С. Машнин, Е. В. Ширяев, С. А. Сырбу

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

О СЦЕНАРИЯХ РАЗВИТИЯ ПОЖАРА НА МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДАХ

Обоснована необходимость проведения оценки пожарного риска на магистральных трубопроводах. Рассмотрены особенности построения логических деревьев событий, лежащих в основе оценки пожарного риска для переустраиваемого участка магистрального нефтепровода. Приведен пример построения логической схемы аварии на участке магистрального нефтепровода для различных сценариев возникновения и развития пожароопасных ситуаций.

Ключевые слова: магистральные трубопроводы, нефтепроводы, авария, сценарии.

M. S. Mashnin, E. V. Shiryayev, S. A. Syrbue

ON SCENARIOS OF FIRE DEVELOPMENT ON MAIN OIL PIPELINES

The necessity of assessing the fire risk on the main pipelines has been substantiated. The features of constructing logical trees of events, which underlie the assessment of fire risk for a reconstructed section of the main pipeline, are considered. An example is given of constructing an accident scheme at a section of a master oil pipeline for various scenarios of the occurrence and development of fire hazardous situations.

Key words: main pipelines, oil pipelines, accident, scenarios.

Необходимость в переустройстве существующих коммуникаций магистральных трубопроводов, как правило, возникает в связи с проектированием новых объектов на участке пересечения или вблизи трасс магистральных трубопроводов. В связи с этим переустройство коммуникаций обусловлено вынужденным отступлением от требований СП 36.13330.2012 в части противопожарных расстояний между магистральными трубопроводами и объектами защиты. Например, нарушение противопожарного расстояния от оси магистрального нефтепровода до проектируемого моста автомобильной дороги III категории, нарушение противопожарного расстояния от оси магистрального нефтепровода до границ населенного пункта п. 7.7, таблица 4 и др. [3].

В связи с переустройством существующих коммуникаций магистральных трубопроводов в целях обеспечения пожарной безопасности объектов защиты должны быть выполнены требования пожарной безопасности в соответствии со ст. 6 ФЗ -123 [1]. В связи с вынужденным отступлением от СП 36.13330.2012 [3] возникает необходимость в проведении оценки пожарного риска, п. 1 ч. 1 ст. 6 ФЗ -123 [1], а именно:

- определение величин индивидуального, социального пожарных рисков в результате воздействия опасных факторов пожара на линейной части магистрального трубопровода (проектируемом участке) с последующим сравнением его с допустимой величиной, на основании требований частей 4, 4.1 ст. 93 123-ФЗ [1].

- определение необходимости применения дополнительных инженерно-технических средств, обеспечивающих ограничение распространения пожара за пределы очага, на основании требования части 1 ст. 52 123-ФЗ и части 4 ст. 59 123-ФЗ [1].

- разработка рекомендаций по устройству инженерно-технических решений системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в соответствии со ст. 5 123-ФЗ [1].

Построение множества сценариев возникновения и развития пожароопасных ситуаций и пожаров рассмотрим на примере участка магистрального нефтепровода МН, в основе которого используется метод логических деревьев событий. Построение логических деревьев событий, лежащих в основе оценки пожарного риска для рассматриваемого участка МН, осуществляется исходя из следующих предпосылок:

1. В качестве иницирующих пожароопасные ситуации на магистральном трубопроводе рассматриваются следующие события: разгерметизация нефтепровода, истечение нефти, размытие грунта в пределах технических устройств, предложенных в компенсирующих мероприятиях.

2. Реализация иницирующих пожароопасные ситуации событий, связанных с разгерметизацией нефтепровода, приводит к образованию пролива в пределах размеров технических устройств, предложенных в компенсирующих мероприятиях.

3. Учитывая, что давление внутри нефтепровода выше атмосферного, на начальном периоде истечения продукта до момента остановки работы насоса из отверстия МН возможно формирование струйного истечения жидкости.

4. При мгновенном воспламенении паров вышедшей нефти возникает пожар пролива в пределах технических устройств, предложенных в компенсирующих мероприятиях.

5. При отсутствии мгновенного воспламенения вышедшего продукта происходит испарение нефти с поверхности пролива с возможностью образования взрывоопасного паровоздушного облака. Принимается, что испарение с поверхности пролива нефти приводит к образованию взрывоопасного паровоздушного облака только в случае безветрия (штиля).

6. Последующее воспламенение при условии отсутствия мгновенного воспламенения приводит к взрыву образовавшегося паровоздушного облака или его сгоранию в режиме пожара-вспышки. Последующее воспламенение при условии отсутствия мгновенного воспламенения при наличии ветра приводит к пожару пролива на ограниченной или неограниченной поверхности, в зависимости от предложенных компенсирующих мероприятий.

При построении логического дерева событий учитываются следующие обстоятельства:

- выбирается наиболее пожароопасные ситуации, которые могут повлечь за собой возникновение аварии с пожаром и дальнейшее его развитие;

- переход с рассматриваемой стадии на новую определяется возможностью локализации пожароопасной ситуации или пожара на рассматриваемой стадии, либо возможностью перехода пожара на расположенные рядом объекты при воздействии на них опасных факторов пожара, возникших на рассматриваемой стадии;

- условные вероятности переходов пожароопасной ситуации или пожара со стадии на стадию одной ветви или с ветви на ветвь определяются с учетом свойств вовлеченной в пожароопасную ситуацию или пожар нефти, условной вероятности реализации различных метеорологических условий в районе расположения магистрального нефтепровода, условной вероятности эффективного срабатывания систем противоаварийной и противопожарной защиты, величин зон поражения опасными факторами пожара (при этом каждой ветви присваивался идентификационный номер).

В соответствии с [2] при разгерметизации нефтепровода подлежат рассмотрению следующие опасные факторы пожара и взрыва: факельное горение (горизонтальное, вертикальное), пожар-вспышка, сгорание паровоздушной смеси в открытом пространстве, пожар пролива.

При построении логического дерева событий для различных сценариев возникновения и развития пожара необходимо учитывать следующие обстоятельства:

1. развитие пожароопасной ситуации рассматривать постадийно с учетом места возникновения на участке нефтепровода, уровня потенциальной опасности каждой стадии и возможности ее локализации и ликвидации;
2. переход с рассматриваемой стадии на новую определять с возможностью либо локализации пожароопасной ситуации или пожара на рассматриваемой стадии, либо с возможностью развития пожара, связанного с вовлечением расположенных рядом объектов в результате влияния на них опасных факторов пожара, возникших на рассматриваемой стадии (эскалация пожара);
3. условные вероятности переходов пожароопасной ситуации или пожара со стадии на стадию одной ветви или с ветви на ветвь определять с учетом свойств вовлеченной в пожароопасную ситуацию или пожар нефти, условной вероятности реализации различных метеорологических условий, условной вероятности эффективного срабатывания систем противоаварийной и противопожарной защиты, величин зон поражения опасными факторами пожара.

Примерная схема развития аварии, связанной с выходом нефти в открытое пространство при разгерметизации магистрального нефтепровода, представлена на рис. 1.

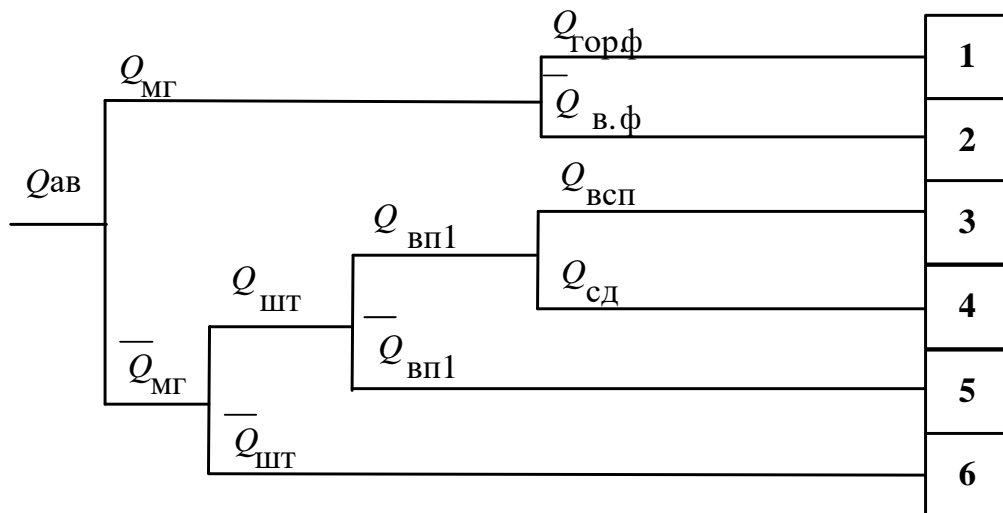


Рис. 1. Логическая схема развития аварии при разгерметизации МН

При составлении логической схемы развития пожароопасных ситуаций необходимо учитывать следующее:

- наибольшую опасность представляют горизонтальные факелы, условную вероятность реализации которой следует принимать равной 0,67;
- воздействие горизонтального факела на соседнее оборудование, приводящее к его разрушению (каскадному развитию аварии), происходит в 30° секторе, ограниченном радиусом, равным длине факела;
- при мгновенном воспламенении струи нефти возможность формирования волны давления допускается не учитывать.

Ниже приводится описание сценариев развития пожароопасных ситуаций при разгерметизации нефтепровода.

Сценарий 1 – разгерметизация магистрального нефтепровода, размытие грунта, струйное истечение нефти, мгновенное воспламенение с формированием горизонтального факела.

Сценарий 2 – разгерметизация магистрального нефтепровода, размытие грунта, струйное истечение нефти, мгновенное воспламенение с формированием вертикального факела.

Сценарий 3 – разгерметизация магистрального нефтепровода, размытие грунта, струйное истечение нефти, мгновенного воспламенения не произошло, образование зоны взрывоопасных концентраций при штиле, ее последующее воспламенение и сгорание без образования избыточного давления (пожар-вспышка с последующим пожаром пролива).

Сценарий 4 – разгерметизация магистрального нефтепровода, размытие грунта, струйное истечение нефти, мгновенного воспламенения не произошло, образование зоны взрывоопасных концентраций при штиле, ее последующее воспламенение и сгорание с образованием избыточного давления взрыва (взрыв с последующим пожаром пролива).

Сценарий 5 – разгерметизация магистрального нефтепровода, размытие грунта, струйное истечение нефти, мгновенного воспламенения не произошло, образование зоны взрывоопасных концентраций при штиле, последующего воспламенения не произошло.

Сценарий 6 – разгерметизация магистрального нефтепровода, размытие грунта, струйное истечение нефти, мгновенного воспламенения не произошло, образование зоны взрывоопасных концентраций не произошло.

Сценарии 5 и 6 не представляют угрозы для жизни и здоровья людей и в дальнейших расчетах не учитываются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. от 10 июля 2012 г., 2 июля 2013 г., 23 июня 2014 г., 13 июля 2015 г., 3 июля 2016 г., 29 июля 2017 г.).

2. Приказ МЧС России от 10.07.2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» с изм., утв. Приказом МЧС России от 14.12.2010 № 649 «О внесении изменений в Приказ МЧС России от 20.07.2009 № 404». Зарег. в Минюсте РФ 20.01.2011 №19546.

3. СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.06-85*.

УДК 614.878

С. М. Михайлова, А. С. Мосолов

ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России», ФГБВОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОНЫ ЧРЕЗВЫЧАЙНОЙ СИТУАЦИИ, ВЫЗВАННОЙ ПОЖАРОМ И ПОРАЖЕНИЕМ ОПАСНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ, В РЕЗУЛЬТАТЕ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕРРОРИСТИЧЕСКОЙ УГРОЗЫ НА ОБЪЕКТАХ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Разработан алгоритм определения класса чрезвычайной ситуации, вызванной угрозой отравления в результате незаконного вмешательства на объект топливно-энергетического комплекса. Алгоритм положен в основу предлагаемой методики паспортизации объектов ТЭК.

Ключевые слова: идентификация веществ; поражение опасными веществами; террористическая угроза; топливно-энергетический комплекс; химическая разведка.

S. M. Mikhailova, A. S. Mosolov

IDENTIFICATION OF AN EMERGENCY ZONE CAUSED BY FIRE AND EXPOSURE TO DANGEROUS SUBSTANCES AS A RESULT OF THE IMPLEMENTATION OF A TERRORIST THREAT AT FUEL AND ENERGY FACILITIES-ENERGY COMPLEX

An algorithm for determining the class of an emergency situation caused by the threat of poisoning as a result of illegal interference with a fuel and energy complex object has been developed. The algorithm is the basis of the proposed method of certification of fuel and energy facilities.

Key words: identification of substances; destruction by dangerous substances; terrorist threat; fuel and energy complex; chemical intelligence.

В соответствии с Федеральным законом №256-ФЗ [1] вопросы промышленной безопасности объектов топливно-энергетического комплекса (далее – ТЭК) являются ключевыми. И требования к обеспечению промышленной и антитеррористической безопасности возрастают и ужесточаются.

При анализе возникновения террористической угрозы понимают угрозы различного характера [2], в том числе угрозу поражения опасными веществами, а именно, возможность загрязнения объекта опасными химическими, радиоактивными или биологическими агентами, угрожающими жизни и здоровью персонала и других лиц. Также, среди основных сценариев актов незаконного вмешательства могут рассматривать поражение объекта или его критического элемента опасными веществами для реализации вышеописанной угрозы. Определение угрозы поражения опасными веществами на предприятиях ТЭК в открытых документах не раскрывается. Актуальность обусловлена отсутствием процедуры прогнозирования последствий реализации террористической угрозы поражения опасными веществами на предприятиях при декларировании опасных производственных объектов.

В соответствии с седьмой статьей Концепции [3] МЧС России должно разрабатывать планы по осуществлению деятельности направленной на уменьшение и предотвращение последствий проявлений терроризма заранее, исходя из результатов прогнозов возможных последствий диверсий [4]. Для этого может быть увеличена эффективность применения подготовительных мероприятий охраны к обеспечению безопасности опасных производственных объектов (далее – ОПО).

В связи с этим, возникла необходимость в разработке модели определения критических элементов опасного производственного объекта опасными веществами для реализации угрозы поражения опасными веществами.

Проведен анализ аварий на ОПО, связанных с выбросом опасных веществ по данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (далее – ФСЭТАН) за период 2004-2018 гг. на объектах нефтехимической и химической промышленности [5].

Анализ результатов технических расследований аварий за 2018 год показывает, что основными причинами возникновения аварий явились: в одном случае (11 %) — внутренние опасные факторы, связанные с разгерметизацией и разрушением технических устройств; в 8 случаях (89 %) — ошибки персонала, связанные с нарушением требований организации и производства газоопасных, огневых и ремонтных работ, а также организации работ по обслуживанию оборудования. Аварии, причиной которых явились разгерметизация и разрушение технических устройств, произошли в ПАО «Органический синтез», АО «Куйбышевский НПЗ», АО «Новокуйбышевский НПЗ», АО «Газпромнефть-Московский НПЗ».

Анализ результатов технических расследований причин аварий показывает, что основными причинами аварий за 2018 год явились: внутренние опасные факторы, связанные с разгерметизацией и разрушением технических устройств.

Результаты анализа причин смертельного травматизма свидетельствуют о том, что основной причиной аварийности и смертельного травматизма является человеческий фактор. Из общего количества погибших в 2018 году (136 чел.) в результате аварий погибло 25 человек (18,4 % от общего числа погибших). Среди перечисленных случаев крупных техногенных аварий вызванных террористической угрозой не было выявлено.

При обобщении ФСЭТАН данных аварий за год не всегда учитываются характер образования токсичных веществ при аварии: разлив жидкостей с последующим испарением, выброс парогазовой смеси, а также характер токсичного поражения: отравления ингаляционно, перорально, через кожные покровы. ФСЭТАН выбросы веществ при учете аварий разделяют на 1) выброс – разлив горючих веществ на объектах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности; 2) выброс – выброс веществ в парогазовой фазе в производственную или окружающую среду. Следовательно, в статистических данных не точно отражены причинно-следственные связи наступления смертельных случаев на производствах.

Образование токсичных веществ возможно как в результате пожара, так и в результате последующей деструкции трубопроводов, производственных емкостей, поломки оборудования, нарушения технологии проведения работ. В исследованиях установили [7], что от термических и термо-химических травм при пожарах погибают 25% и 25% пострадавших, а от ингаляционного воздействия отравляющих веществ, образующихся в результате горения 50%.

Получение прогнозных данных о размерах площадей заражения в случае выбросов при авариях на химически опасном объекте (далее - ХОО) в соответствии с РД 52.04.253-90 [6] осуществляют по формулам руководства.

Определение масштабов заражения аварийно химически опасных веществ (далее – АХОВ) при разрушении химически опасного объекта включает в себя следующие этапы.

Сначала в модуле оценки зоны чрезвычайной ситуации, вызванной реализацией террористической угрозы поражения опасными веществами, производят расчет дополнительных переменных на основе исходных данных объекта с установленными допущениями методики. Определяют параметры толщины слоя жидкости при проливе в поддон или обваловку, времени действия источника заражения, определяют коэффициент K_6 .

Для определения максимального расстояния от точки аварии до фронта облака АХОВ рассчитывают предельно возможную глубину переноса зараженных воздушных масс и глубину зоны заражения, зависящую от эквивалентного количества отравляющих веществ в облаке.

На основании полученных данных определяют зоны возможного и фактического заражения облаком каждого из веществ в облаке для установления общей площади зоны фактического заражения.

Производят расчет возможных потерь среди персонала и населения, числа пострадавших для последующего определения класса чрезвычайной ситуации [8] и дальнейшего присвоения категории потенциальной опасности объекта в рамках его паспортизации.

Для всех выбранных событий в границах оценки химической обстановки на ОПО осуществляется расчет последствий, где учитываются наибольшее число сценариев развития аварийной ситуации с помощью дерева событий и вероятностной оценкой наступления данных событий. К последствиям относятся: зона чрезвычайной ситуации, экономический ущерб и количество пострадавших. На основании последующих расчетов с применением таких математических методов и алгоритмов, как метод смещенного идеала и метод нормирования, выбирают сценарий по степени важности с точки зрения эксперта и полезности. Для обоснования определенного приоритета производят анализ результатов использования нескольких методов. Применять можно оба метода.

Метод смещенного идеала основан на принципе выбора предпочтительного объекта, является интерактивным, относится к методам определения гибкого приоритета. Для выделения одного или подмножества наиболее предпочтительных сценариев развития аварийной ситуации применяют совокупность алгоритмов и процедур отсеивания для того, чтобы по общим признакам выделить наличие «идеального объекта» - сценария развития чрезвычайной ситуации.

В методике [6] в качестве наихудшего сценария рассматривают полное разрушение ХОО. Также при прогнозе техногенных чрезвычайных ситуаций, вызванных реализованной террористической угрозой, отдают предпочтение критериям с максимальным значением потому, что результат такого сценария совпадает с потенциальной целью нарушителя. Формула перехода от ненормированного значения показателя x_i к нормируемому x_i^n , имеет вид:

$$x_i^n = \frac{x_i - f_i^{\min}}{f_i^{\max} - f_i^{\min}}, \quad (1)$$

где f_i^{\min} , f_i^{\max} – соответственно минимальное (наихудшее) и максимальное (наилучшее) значение показателя на множестве исследуемых альтернатив.

Для того чтобы добиться корректности оценки производят нормирование критериев – приводят локальные критерии оптимальности к безразмерному виду при помощи, например, линейной трансформации.

Использование также таких экспертных методов, как метод анализа иерархий, метод расстановки приоритетов, метод предпочтений, метод ранжирования, позволяют использовать методику прогнозирования более качественно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.07.2011 г. № 256-ФЗ «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса» (ред. от 06.07.2016 г.). [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12188188/> (дата обращения 10 сентября 2020 года).
2. Паспортизация объектов ТЭК. [Электронный ресурс]. URL: http://www.jsc-amulet.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=116 (дата обращения 10 сентября 2020 года).
3. Концепция противодействия терроризму в Российской Федерации [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rg.ru/2009/10/20/zakondok.html> (дата обращения 18 июня 2011 года).
4. Перенджиев А.Н. Роль МЧС России в государственной системе противодействия терроризму: нужны уточнение и детализация // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2011 №3 С.65-71
5. Ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [Электронный ресурс]. URL: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/116 (дата обращения 22 июня 2020 года).
6. РД 52.04.253-90 «Методика прогнозирования масштабов загрязнения АХОВ при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200007358> (дата обращения 12 января 2020 года).
7. Токсикология продуктов горения. Клинико-экспериментальные аспекты [Текст]: монография / ФГУП НПЦ "Фармзащита" ФМБА России ; ред.: В. Д. Гладких, М. Б. Иванов. - М. : Комментари, 2020 - 224 с.

8. Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. N 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/12153609/> (дата обращения 29 сентября 2020 года).

УДК 614.842

А. В. Мордвинова, В. П. Некрасов, А. Н. Сычев, М. А. Степанов¹

ФГБУ ВНИИПО МЧС России, г. Балашиха

¹ФГБОУ ВПО «НИУ «МЭИ»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ ПЛОЩАДИ ГЛУХОГО ОСТЕКЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО В КАЧЕСТВЕ ЛЕГКОСБРАСЫВАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗРЫВОУСТОЙЧИВОСТИ ЗДАНИЯ

В работе представлены краткие сведения о видах легкобрасываемых конструкций, применяемых для обеспечения взрывоустойчивости промышленных зданий. Представлены результаты расчетов необходимой площади легкобрасываемых конструкций для разного вида глухого остекления. Проведено сравнение значений, рассчитанных по различным методикам.

Ключевые слова: Легкобрасываемая конструкция, производственный объект, наружная ограждающая конструкция

*A. V. Mordvinova, V. P. Nekrasov, A. N. Sychev, M. A. Stepanov**

DETERMINATION OF THE REQUIRED AREA OF BLIND GLAZING USED AS EASILY DUMPED CONSTRUCTIONS TO ENSURE THE EXPLOSION RESISTANCE OF THE BUILDING

Brief information about the types of easily dumped constructions used to ensure the explosion resistance of industrial buildings is presented. The results of calculations of the required area of easily dumped constructions for different types of blind glazing are presented. The values calculated by different methods are compared.

Key words: The easily dumped constructions, production facility, external fencing construction

Некоторые производственные здания обладают высокой пожаровзрывоопасностью и в случае возникновения взрывов могут быть частично или полностью разрушены. Одним из эффективных способов обеспечения взрывоустойчивости зданий является применение легкобрасываемых конструкций.

Под легкобрасываемой конструкцией понимается специальная наружная ограждающая конструкция, устанавливаемая в открытые проемы и предназначенная для снижения давления при внутреннем взрыве в помещении за счет сброса через эти проемы в целях сохранности конструкций и оборудования. По принципу действия ЛСК подразделяют на три вида: смещаемые, вращаемые и разрушаемые, принцип действия и примеры которых приведены в таблице 1.

Таблица 1. Виды ЛСК

Вид ЛСК	Принцип действия	Пример изделия
Разрушаемые	При воздействии избыточного давления взрыва происходит макроскопическое нарушение сплошности составляющего их материала	Различные остекления (обычно толщиной от 3 до 5 мм) и другие материалы
Смещаемые	При воздействии избыточного давления взрыва разрушаются элементы, посредством которых конструкции удерживаются в ограждении помещения	Открывающиеся створки, наружные ворота и двери, различные специальные поворачивающиеся конструкции
Вращаемые	При воздействии избыточного давления взрыва происходит вращение плоскости конструкции вокруг неподвижной горизонтальной или вертикальной оси	Облегченные элементы покрытия помещения, стеновые панели

В настоящей работе для проведения расчетов было выбрано взрывопожароопасное производственное помещение зерноперерабатывающего предприятия, категории Б по взрывопожарной и пожарной опасности.

В соответствии с п.6.2.5 СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» [1] рассматриваемое помещение следует обустраивать наружными легкосбрасываемыми ограждающими конструкциями.

В качестве легкосбрасываемых конструкций для данного помещения рассматривалось глухое остекление окон. В соответствии с положениями СП 4.13130 площадь легкосбрасываемых конструкций следует определять расчетом, а при отсутствии расчетных данных площадь легкосбрасываемых конструкций должна составлять не менее 0,05 м² на 1 м³ объема помещения категории А и не менее 0,03 м² - помещения категории Б.

Представляет интерес провести сравнительные расчеты для конкретного вида ЛСК и предлагаемыми упрощенными формулами расчета. Расчет необходимой площади глухого остекления, применяемого в качестве ЛСК проведен по рекомендациям ФГУ ВНИИПО МЧС России [2] и монографии Пилюгина Л.П. [3]. Результаты расчета представлены в таблице 2.

Результаты расчета необходимой площади ЛСК показали, что ориентировочный расчет по СП 4.13130.2013 дает несколько заниженный результат, однако полученные значения близки. Необходимую площадь ЛСК целесообразно определять расчетом, а упрощенную формулу следует применять только для ориентировочных расчетов при отсутствии необходимых исходных данных.

Таблица 2. Результаты расчета необходимой площади ЛСК при одинарном, двойном остеклении и толщине стекла 3,4,5 мм.

Объем помещения, м ³	Необходимая площадь открытого проема, м ²	Параметры ЛСК			
		Толщина стекла, мм	Площадь ЛСК при одинарном остеклении, м ²	Площадь ЛСК при двойном остеклении, м ²	Площадь ЛСК при одинарном остеклении, по упрощенному расчету СП 4.13130, м ²
3400	55,3	3	116,73	2114,59	102,03
		4	118,36	2204,06	-
		5	120,00	2300,13	-

В дальнейшем планируется провести более подробные сравнительные расчеты для различных видов ЛСК, в том числе вращаемых и смещаемых.

Следует отметить, что организация только лишь ЛСК в производственном помещении является недостаточным мероприятием для обеспечения пожаровзрывобезопасности данного помещения и работающего в нем персонала, необходимо также предусматривать и другие мероприятия для предотвращения взрывов в помещении и снизить тяжести их последствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 4.13130.2013 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям».
2. Расчет параметров легкосбрасываемых конструкций для взрывопожароопасных помещений промышленных объектов: рекомендации. М.: ВНИИПО, 2015. 48 с.
3. Пилюгин Л.П. Обеспечение взрывоустойчивости зданий с помощью предохранительных конструкций. Ассоциация «Пожарная безопасность и наука», 2000 г. – 224 с, ил.

УДК 699.816+696.11

А. Х. Насырова, Т. В. Чувашова, А. Р. Камалеева

ГАПОУ Уфимский топливно-энергетический колледж.

СТАНЦИИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ С ВОДЯНЫМИ НАСОСАМИ

Исследованы современные установки автоматического водяного пожаротушения с водяными насосами, нормативные требования по безопасной работе оборудования.

Ключевые слова: Противопожарный водопровод, спринклерные, дренчерные, спринклерно-дренчерные установки автоматического пожаротушения.

A. H. Nasyrova, T. V. Chuvashova, A. R. Kamaleeva

FIRE EXTINGUISHING STATIONS WITH WATER PUMPS

Modern installations of automatic water fire extinguishing with water pumps, regulatory requirements for the safe operation of equipment are studied.

Key words: Fire-fighting water supply, sprinkler, drencher, sprinkler-drencher automatic fire extinguishing systems.

При неизменном или же повторяющемся дефекте давления во внутреннем противопожарном водопроводе необходимы пожарные насосные установки.

Образ установки пожаротушения, метод тушения, вид огнетушащего препарата ориентируются организацией-проектировщиком с учетом пожарной угрозы и физико-химических качеств выполняемых, хранимых и используемых препаратов и материалов, а так же индивидуальностей защищаемого оснащения.

Наиболее распространены водяные автоматические станции пожаротушения.

Ведущими документами, регламентирующими создание, подбор и монтаж установок, считаются: СП 5.13130.2009, ГОСТ 12.3.046–91, ГОСТ Р 50680–94, СП 10.13130.2009.

Согласно нормам автоматическая установка пожаротушения (АУП) – установка пожаротушения, автоматически срабатывающая при превышении контролируемым моментом (моментами) пожара поставленных пороговых значений в защищаемой зоне.

Из применяемых сейчас систем пожаротушения АУП более эффективны при ликвидации возгорания в наименьшие сроки. Ведущими преимуществами аналогичного заключения становятся:

- относительно невысокие эксплуатационные расходы;
- высочайшая надежность работы оборудования насосной станции пожаротушения;
- простота установки, наладки;
- малогабаритные оснащения оборудования, которые дают возможность ставить его на маленькой площади;

- невысокая возможность отказов.

Установки автоматического водяного пожаротушения обязаны исполнять функцию тушения или локализации пожара, а ещё (за исключением автономных) обязаны исполнять в одно и тоже время и функцию пожарной сигнализации. Водяные и АУП подразделяются на спринклерные, дренчерные, спринклерно-дренчерные, роботизированные, а ещё с принудительным пуском.

Установки обязаны быть обустроены автоматическим водопитателем, обеспечивающим расчетных затрат и напор, или импульсным устройством, поддерживающим установку в режиме ожидания (контроля) под давлением до подключения главного водопитателя в согласовании с нормативной документацией, утвержденной в установленном порядке.

Установки обязаны гарантировать:

- крепкость и плотность соединений труб при данном давлении и присоединений их к арматуре и приборам;
- надежность укрепления труб на опорных конструкциях и самих конструкций на основаниях;
- вероятность их осмотра, а ещё промывки и продувки.

Установки обязаны относиться по надежности электроснабжения к токоприемникам 1-й категории согласно «Правилам прибора электроустановок», утвержденным в установленном порядке.

Электроуправление установками надлежит гарантировать:

- автоматический запуск рабочего насоса;

- автоматический запуск резервного насоса в случае отказа запуска или невыхода рабочего насоса на режим пожаротушения в направлении установленного времени срабатывания;
- автоматическое управление электроприводами запорной арматуры;
- автоматическое переключение цепей управления с рабочего на резервный источник питания электрической энергией.

Установки обязаны владеть устройствами ручного отключения насосов в помещении насосной станции пожаротушения.

Надобность использования и выбор типа АУП обуславливаются уровнем пожарной угрозе определенного объекта с учетом скорости становления пожара в исходной стадии и экономической целесообразности их применения по ГОСТ 12.1.004.

Конструктивные заключения АУП обязаны отвечать:

- требованиям ГОСТ 15150 – в части категорий выполнения по стойкости к климатическим воздействиям;

- требованиям СНиП 2.04.02 и ГОСТ 12.1.012 – в части сейсмичности и вибрации;
- особенностям строительных систем защищаемых объектов;
- способности сопряжения с технологической автоматикой защищаемого объекта;
- расположению и работе технологического и подъемно-транспортного оснащения с целью исключения механических повреждений и неверных срабатываний АУП;

- требованиям СНиП 3.05.05, ГОСТ 356 и ГОСТ 9544 – в части крепости и плотности.

Выбор типа пожарных насосных агрегатов и числа трудящихся агрегатов должны изготавливать на базе обеспечения их общей работы, наибольших требуемых значений рабочих трудящихся затраты и давления.

В зависимости от требуемого затраты имеют все шансы применяться раз или некоторое количество основных рабочих насосных агрегатов. При всяком числе трудящихся агрегатов в насосной установке обязан быть предусмотрен один резервный насосный агрегат, который обязан отвечать рабочему агрегату с предельным расходом и давлением подачи. Резервный насосная конструкция обязана автоматически включаться при аварийном выключении или несрабатывании любого из основных насосных агрегатов.

АУП обязаны гарантировать:

- срабатывание в направлении времени наименее исходной стадии развития пожара (критического времени свободного развития пожара) по ГОСТ 12.1.004;

- локализацию пожара в направлении времени, важного для введения в воздействия оперативных сил и средств;

- тушение пожара с целью его ликвидации;

- интенсивность подачи и (или) концентрацию огнетушащего вещества;

- требуемую надежность функционирования (локализацию или тушение).

Проектирование пожарных насосных установок и определение количества резервных агрегатов следует исполнять с учетом параллельной или последовательной работы пожарных насосов в каждой ступени.

Время выхода пожарных насосов (при автоматическом или ручном включении) на рабочий режим не надлежит превосходить 10 мин.

Насосные станции следует располагать в порознь стоящих зданиях -либо пристройках или в отдельном помещении зданий на первом, цокольном или на первом подземном этаже.

Пожарные насосные установки и гидропневматические баки для ВПВ допускается располагать на первых этажах и не ниже первого подземного этажа зданий I и II степеней огнестойкости из несгораемых материалов. При этом помещения пожарных насосных установок и гидропневматических баков обязаны быть отапливаемыми, разделены от иных помещений противопожарными перегородками и перекрытиями с пределом огнестойкости REI 45 и должен быть отдельный выход наружу или на лестничную клетку, имеющую выход наружу. Пожарные насосные установки имеют все шансы находится в помещениях тепловых пунктов, бойлерных и котельных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования (с Изменением № 1)». М., 2009.
2. *Исаев В. Н., Мхитарян М. Г.* Анализ методик определения расходов во внутреннем водопроводе// Сантехника, №5, 2003.
3. ГОСТ 12.3.046–91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования». М., 2001.
4. ГОСТ Р 50680–94 Установки водяного пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний». М., 1994.

5. СП 10.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Требования пожарной безопасности (с Изменением № 1)». М., 2009.

6. *Исаев В. Н., Сангмамадов Ф.* Развитие нормативной базы внутреннего водопровода// Водоснабжение и санитарная техника, №1, 1993.

7. *Исаев В.Н.* Принципы и концепции управления водоснабжением в современных условиях// Сантехника, №4, 2004.

УДК 621.9

А. М. Полякова, Д. С. Репин, Е. В. Зарубина, Т. В. Шмелева¹, А. А. Смирнов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина*

РАСЧЕТ СЛОЖНЫХ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СЕТЕЙ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА НА ПРОЧНОСТЬ

Создана компьютерная модель для расчета сложных гидравлических сетей систем противопожарного водоснабжения. Получены результаты расчета, применительно для конкретного объекта.

Ключевые слова: компьютерная программа, оптимизация расчета, гидравлические сети систем противопожарного водоснабжения.

*A. M. Polyakov, D. S. Repin, E. V. Zarubina, T. V. Shmeleva**

CALCULATION OF COMPLEX HYDRAULIC NETWORKS OF FIRE WATER SUPPLY SYSTEMS FOR STRENGTH

The computer model for calculation of complex hydraulic networks of systems of fire-prevention water supply is created. The obtained results, in relation to a specific object.

Key words: computer program, the optimization calculation of the hydraulic network of fire fighting water system.

При выполнении дипломных работ, не редко требуется определять прочностные характеристики систем противопожарного водоснабжения при распределении потоков и напоров воды в кольцевых системах со сложной внутренней структурой. Рекомендуемые для этой цели методики позволяют находить решения только для достаточно простых схем и не могут использоваться для анализа ситуаций, когда в схему вводятся новые или из схемы удаляются существующие связи между отдельными узлами. Так же в схемах применяются трубопроводы, подразделяющиеся в зависимости от рабочего давления на следующие типы [1]: трубопроводы низкого давления; трубопроводы высокого давления. Расчет на прочность изучаемой конструкций со сложной геометрией проводить аналитическими методами не удается. Одним из способов решения таких задач является применение метода конечных элементов (МКЭ) [4].

На современном этапе развития науки и техники уже сложно представить проектирование изделий и конструкций без САПР. Наиболее ответственную роль среди всего многообразия CAD/CAM/CAE-программ играют пакеты конечно-элементного анализа. Круг решаемых ими задач охватывает почти все сферы инженерных расчетов: прочность, колебания, устойчивость, динамика, акустика, гидродинамика, аэродинамика и т.д. Представить полный список специализаций конечно-элементных программ, как и полный список пакетов программ конечно-элементного анализа (FEA-пакетов), фактически нереально.

Современный инженер не возможен без знания систем автоматического проектирования (CAD – Computer Aids Design), автоматического производства.

Программный конечно-элементный комплекс Abaqus это универсальная система общего назначения, предназначенная как для проведения многоцелевого инженерного многодисциплинарного анализа, так и для научно-исследовательских и учебных целей в самых разных сферах деятельности.

При моделировании в Abaqus полагают, что упругое поведение чугунных трубопроводов можно описать моделью изотропного упругого материала с одинаковой жесткостью на растяжение и сжатие. Для описания поведения чугуна во время растяжения и сжатия применяют комбинированную поверхность текучести. В пространстве главных напряжений она имеет вид куба Ренкина при растяжении и цилиндр Мизеса при сжатии. Так как материал изотропный, поверхность текучести возможно представить как функцию, которая зависит от трех инвариантных величин тензора напряжений и эквивалентных напряжений от давления (1).

$$p = -\frac{1}{3}\sigma : I \quad (1)$$

эквивалентных напряжений Мизеса (2)

$$q = \sqrt{\frac{3}{2}}S : S \quad (2)$$

и инварианта девиаторных напряжений

$$r = \left(\frac{3}{2}S : S : S\right)^{1/3} \quad (3)$$

где $S = pI + \sigma$ - девиатор напряжений, σ - тензор напряжений Коши, I - единичный тензор второго порядка. Далее, совместив инварианты q и r , найдем безразмерную величину θ :

$$\cos(3\theta) = \left(\frac{r}{q}\right)^3 \quad (4)$$

где θ - определяет меридиональную плоскость.

Нами в работе было проведено моделирование прогрессирующего разрушения в 3D образце трубы в программном комплексе Abaqus при помощи расширенного метода конечного элемента XFEM.

При выбранной схеме моделирования инициирование разрушения происходит при воздействии внутренних и внешних воздействий, при дальнейшем росте разрушения инициирование происходит все с большим значением напряжения.

Благодаря сравнению напряжений при разрыве, и допускаемому напряжению для трубопроводов, выполненных из чугуна, можно сделать вывод о том, что при заданных условиях в трубе произойдет разрушение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бородавкин П.П., Синюков А.М. Прочность магистральных трубопроводов. – М.: Недра, 1984. – 245 с.
2. Е. В. Полякова, А.М. Полякова, В. А. Комельков, А. Г. Наумов, Д.С. Репин. Разработка экспериментальной установки и исследование напряженного деформированного состояния противопожарного водопровода. Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции – Пожарная и аварийная безопасность. Иваново 2014, 48-53 сс.
3. Е. В. Полякова, В. А. Комельков, А.М. Полякова, С.Ю. Сайбель, М. А. Колбашов. Разработка компьютерной модели для исследования гидродинамических напряжений деформированных состояний в противопожарном трубопроводе. Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции – Пожарная и аварийная безопасность. Иваново 2014, 63-65 сс.
4. Секулович М. Метод конечных элементов, М.: Стройиздат, 1993.

УДК 629.7.03

П. В. Пучков

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ РАЗЛИЧНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ В РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСАХ

В данной статье проведен сравнительный анализ, применяемых в роботизированных комплексах движителей по конструктивным и ходовым характеристикам. Рассмотрены достоинства и недостатки таких движителей как: колесо, гусеница, шнек. Применение в роботизированных устройствах гусеничного движителя наиболее целесообразно в силу целого ряда преимуществ данного механизма перед другими. Основными достоинствами гусеничного движителя являются: небольшое удельное давление на грунт, маневренность, высокая грузоподъемность, высокие внедорожные характеристики.

Ключевые слова: движитель, удельное давление, внедорожные характеристики, колесо, гусеница, шнек.

P. V. Puchkov

ON THE USE OF VARIOUS PROPELLERS IN ROBOTIC COMPLEXES

This article presents a comparative analysis of the propellers used in robotic complexes by their design and driving characteristics. The advantages and disadvantages of such propellers as: wheel, track, screw are considered. The use of a crawler in robotic devices is most appropriate due to a number of advantages of this mechanism over others. The main advantages of the crawler are: low specific pressure on the ground, maneuverability, high load capacity, high off-road performance.

Key words: engine, specific pressure, off-road characteristics, wheel, track, auger.

Ликвидация большинства аварий, пожаров, стихийных бедствий всегда сопряжена с угрозой для жизни и здоровья пожарных. Специалистам данных профессий приходится работать в опасных для жизни и здоровья условиях, обусловленных воздействием на организм человека опасных факторов пожара. Для того чтобы снизить риск причинения вреда здоровью и жизни человека, все чаще применяются роботизированные устройства различного назначения. Современные робототехнические комплексы предназначены для проведения аварийно-спасательных работ (АСР) в зоне пожара, а также проведения других специальных работ. В МЧС России наибольшее распространение получили летательные и наземные роботизированные устройства. В данной статье будет сделан акцент на одну из важнейших характеристик наземного роботизированного устройства (робота) – это способность передвигаться по поверхности земли. Одним из важнейших технических параметров любого робота данной специализации является вид движителя, который перемещает его в пространстве. В настоящее время для нужд министерства обороны и МЧС России разработана большая линейка передвижных наземных роботов с различным функционалом в виде самоходных машин на гусеничном, колесном ходу или со шнековым движителем (Рис.1). Движителем называют устройство, взаимодействующее со средой, которое преобразует и передает энергию от двигателя машины или от иного источника энергии для перемещения транспортного средства в пространстве. Рассмотрим данные движители.

Гусеничная лента, «гусеница» — замкнутая сплошная лента или цепь из шарнирно-соединённых звеньев (траков), применяемая в гусеничном движителе (Рис. 1а).

Колесо — движитель, свободно вращающийся или закреплённый на вращающейся оси диск, позволяющий поставленному на него телу катиться, а не скользить. Колесо существенно уменьшает затраты энергии на перемещение роботизированного устройства по относительно ровной поверхности. При использовании колеса работа совершается на преодоление силы трения качения, которая в искусственных условиях дорог существенно меньше, чем сила трения скольжения (Рис. 1б).

Шнек (от нем. Schnecke — улитка) — стержень со сплошной винтовой поверхностью вдоль продольной оси. Шнек - это рабочая деталь механизма, предназначенного для перемещения робота вдоль вращающейся винтовой поверхности (Рис. 1в).

Далее проведем анализ достоинств и недостатков этих движителей.

При проектировании роботизированных устройств, предназначенных для тушения пожара и ликвидации ЧС в первую очередь необходимо обратить внимание на его внедорожные характеристики и живучесть. Данные характеристики во многом зависят от вида установленного двигателя. Каждый вид двигателя имеет определенную область применения в силу своих конструктивных особенностей. Для повышения внедорожных характеристик роботизированного устройства необходимо либо использовать гусеничный двигатель, либо в случае колесного двигателя увеличить количество колес или значительно увеличить диаметр колеса.



Рис. 1. Пожарные роботы с различными двигателями: а- гусеничный беспилотный пожарный робот LUF 60; б - колесный пожарный робот «Пеликан»; в- Шнекороторное роботизированное устройство с манипулятором

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика трех видов двигателей.

Таблица 1. Сравнительная характеристика двигателей

	Характеристики двигателя	Вид двигателя		
		Колесо	Гусеница	Шнек
Конструктивные:				
1	Габариты	+	-	-
2	Масса	+	-	+
3	Надежность конструкции	+	+	-
4	Простота конструкции	+	-	-
5	Удельное давление на грунт	-	+	+
6	Поверхность сцепления с грунтом	-	+	-
7	Балансировка (не требуется)	-	+	-
8	Стоимость ремонта и обслуживания	-	+	-
Ходовые:				
9	Плавность хода (малозумность)	+	-	-
10	Скорость движения	+	-	-
11	Передвижение по дорогам общего пользования	+	-	-
12	Простота управления транспортным средством	+	+	+
13	Внедорожные характеристики	-	+	+
14	Маневренность	-	+	+
15	Грузоподъемность	-	+	-
16	Техническое обслуживание	+	-	-
17	Большое тяговое усилие	-	+	-
Итого:		9	10	5

Следует отметить, что от выбора вида двигателя во многом зависит величина удельного давления роботизированного устройства на грунт и как следствие его внедорожные характеристики. Именно небольшое удельное давление на грунт позволяет преодолевать преграды в виде завалов, слабонесущего грунта, глубокого снега и т.п.

Проанализировав характеристики двигателей, представленных в таблице 1, можно сделать вывод, что гусеничный двигатель имеет больше преимуществ перед другими. Основными его достоинствами являются: небольшое удельное давление на грунт, маневренность, высокая грузоподъемность, высокие внедорожные характеристики. Высокие внедорожные характеристики можно объяснить малым удельным давлением на грунт

из-за большой площади контакта гусениц с грунтом. Удельное давление на грунт определяется как отношение массы машины (кг) к площади поверхности опоры движителя (см²).

Например: удельное давление лыжника на грунт составляет - 0,04 кг/см²; среднего танка - 0,8 кг/см², легкового автомобиля – 1,3 кг/см², а среднестатистического человека - 0,6 кг/см².

Вывод: удельное давление на грунт, создаваемое человеком и средним танком весьма близки по значению. Это связано с тем, что площадь гусениц танка пропорциональна его весу для обеспечения определенного удельного давления на грунт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кропотова Н.А., Пучков П.В.* Робототехнический комплекс, обеспечивающий пожарную и техносферную безопасность на воде при удалении нефтепродуктов // Сборник трудов секции № 5 XXIX Международной научно-практической конференции «Применение робототехнических комплексов специального назначения». – Химки, 2019. – С. 69 – 72.
2. *Пучков П.В., Бык Н.О.* Робототехнический разведывательный комплекс МРДМ-1. ЭЛЕКТРОМЕХАНОТРОНИКА И УПРАВЛЕНИЕ// пятнадцатая международная научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Энергия-2020»: Материалы конференции. В 6 т. Т. 4. Иваново: ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», 2020. С. 95.
3. *Пучков П.В., Саландин Р.М.* Робототехнический комплекс МРДМ-2. Надежность и долговечность машин и механизмов : сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 16 апреля 2020 г. – Иваново : ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – С. 289-292

УДК 614.843

В. Э. Пчелинцев¹, В. Н. Горячева¹, Е. А. Елисева¹, А. И. Карнюшкин^{1,2}

¹ФГБОУ ВПО «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

²ФГБОУ ВО «Академия ГПС МЧС России»

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ В СИСТЕМАХ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

В статье рассмотрена возможность использования методов управления с обратной связью в автоматических системах пожаротушения, позволяющих исправить недостатки наиболее распространённых способов тушения пожаров.

Ключевые слова: методы пожаротушения, недостатки систем пожаротушения, замкнутые системы управления, датчики движения и расходов воды.

V. E. Pchelintsev, V. N. Goryacheva, E. A. Eliseeva, A. I. Karnyushkin

APPLICATION OF AUTOMATIC FEEDBACK SYSTEMS IN FIRE PROTECTION SYSTEMS

The article considers information about the possibility of using feedback control methods in automatic fire extinguishing systems that allow to correct the shortcomings of the most common methods of extinguishing fires.

Key words: fire extinguishing methods, disadvantages of fire extinguishing systems, closed-loop control systems, motion and water flow sensors.

В современных системах пожаротушения повсеместно применяют пенные, газовые и водяные огнетушащие вещества (далее ОТВ). Основной недостаток практически всех установок состоит в причинении вреда помещению и оборудованию.

Установки, использующие воду, наиболее распространены в нашей стране, однако их применение невозможно в помещениях с оборудованием, которое находится под напряжением. В то же время, на больших объектах с постоянным пребыванием большого количества людей этот тип пожаротушения является единственным [1].

Аналогом такой установки считается метод пожаротушения водяным паром. Этот способ основан на уменьшении концентрации кислорода в помещении и создании паровых завес в переходах между помещениями. Такой способ подразумевает серьёзный ущерб оборудованию и помещению за счёт конденсата, а также требует достаточной герметизации помещения.

Пожаротушение тонкораспыленной водой имеет все преимущества тушения водой, однако имеет свой весомый недостаток: огромный расход воды.

Весьма перспективным направлением оказались системы на основе газовых огнетушащих веществ. К достоинствам этого вида пожаротушения можно отнести полное отсутствие ущерба объекту и возможность тушить очаги возгорания в труднодоступных местах. Эта система имеет свой существенный недостаток: используемые в тушении газы очень токсичны (вызывают удушье при попадании в дыхательные пути, а при срабатывании системы возможна потеря видимости), поэтому их применение возможно [2].

Так, статья 102 п. 4 ФЗ-№ 123, глава 9 СП 5 13130.2009 разрешает применение порошкового и газового пожаротушения только после того, как люди покинут помещение. Кроме этого, подобные установки в обязательном порядке должны комплектоваться оборудованием, которое блокирует включение пожаротушения при наличии открытых дверей.

В связи с наличием серьёзных недостатков в наиболее распространённых методах пожаротушения (риск для жизни людей у порошковых и газовых систем, низкая эффективность пожаротушения у водяных систем) возникает вопрос об усовершенствовании методов управления автоматическим пожаротушением. Одним из таких решений могут стать замкнутые системы управления (системы управления с обратной связью).

Обратной связью называется цепь системы управления, которая начинается на выходе объекта и заканчивается на его входе. Она может формироваться в виде непосредственной связи между концами всей системы или любой её части, давая возможность подстраивать её под уже существующие системы. [3] Функциональная схема такого управления представлена на рис. 1.

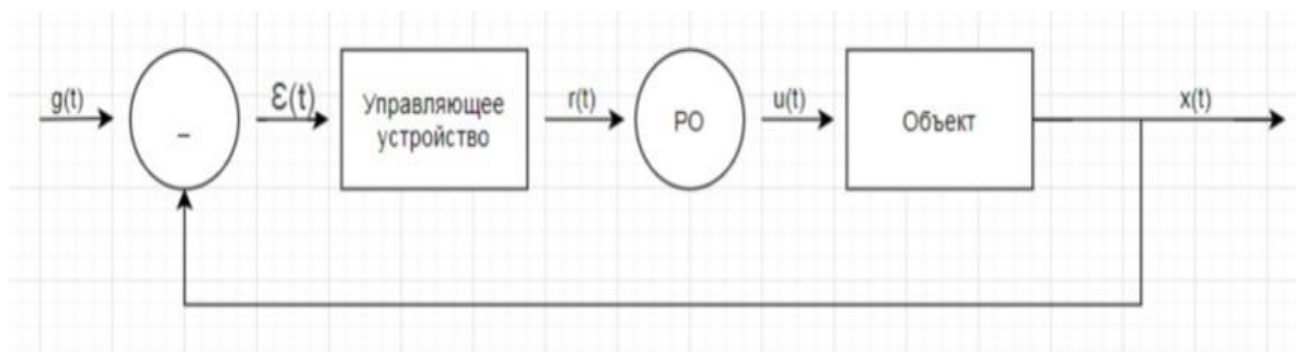


Рис. 1. Функциональная схема управления с обратной связью

В системе с обратной связью воздействие на регулирующий орган, вырабатывается в виде отклонения ϵ управляемой величины $x(t)$ по отношению к изначально установленной величине $g(t)$, поэтому такое управление в функции называется управлением по отклонению [4].

Для эксплуатации данной схемы в пожаротушении управление можно организовать так, чтобы точность выполнения алгоритма функционирования обеспечивалась даже без измерения величины возмущений. В этом случае изменения в алгоритм управления будут вноситься по фактическому значению регулируемых величин. Переходный процесс может (и должен) занимать достаточно длительный интервал времени (например, в случае с газовыми огнетушащими веществами, нет необходимости в быстротечном изменении содержания кислорода в воздухе – это может быть опасно для людей, находящихся в помещении).

Стоит учесть, что управление с обратной связью в системах пожарозащиты должно удовлетворять следующим свойствам:

- система должна быть устойчивой (после возмущения система должна постепенно вернуться в начальное состояние равновесия заданных параметров);
- система должна описываться линейным уравнением для устойчивости на всех видах отклонения (на больших и на малых) [5] - поскольку величина возмущений (отклонение по температуре, по содержанию кислорода и т.д.) заранее не известна, может потребоваться включение дополнительных корректирующих устройств).

На практике часто применяют комбинацию описанного выше принципа с управлением по возмущению для объединения достоинств обоих методов. В случае с системами пожарной защиты, наиболее удачным решением для получения наилучшей эффективности пожарной охраны строения будет объединение систем с обрат-

ной связью с различными датчиками (датчик движения в случае использования газовых средств пожаротушения, датчик содержания кислорода, датчик тепла). Для защиты людей от действия токсичных порошков и газов, описанных выше, может быть использован датчик движения, принимающий на вход параметры состояния пустых помещений и отключающий системы пожаротушения (связанные с газом) при наличии отклонений от указанного значения параметра (при наличии людей в помещении).

Для этой цели могут быть использованы датчики линейной скорости, которые основаны на принципах определения скорости и координат движущихся объектов [6]. Для помещений подойдут микроволновые датчики, применяющие принцип СВЧ волн.

Для измерения линейной скорости объектов с помощью излучающих устройств чаще всего применяется метод измерения, связанный с зондированием объектов непрерывными волнами сантиметрового или миллиметрового диапазона длин волн и базирующийся на доплеровском смещении частоты, рассеянной на движущемся объекте волны. Схема таких датчиков-измерителей представлена на рис. 2.

Принцип работы таких датчиков заключается в передаче колебаний с СВЧ генератора (1) на передающую антенну (2), которая, в свою очередь, излучает со скоростью v волны с частотой f_0 к отражателю (3). Если смеситель и приёмная антенна (4) получают новую частоту, отличающуюся от начальной, это говорит о наличии объекта (человека) в помещении [6]. В этом случае система должна прекратить применение газовых средств пожаротушения.

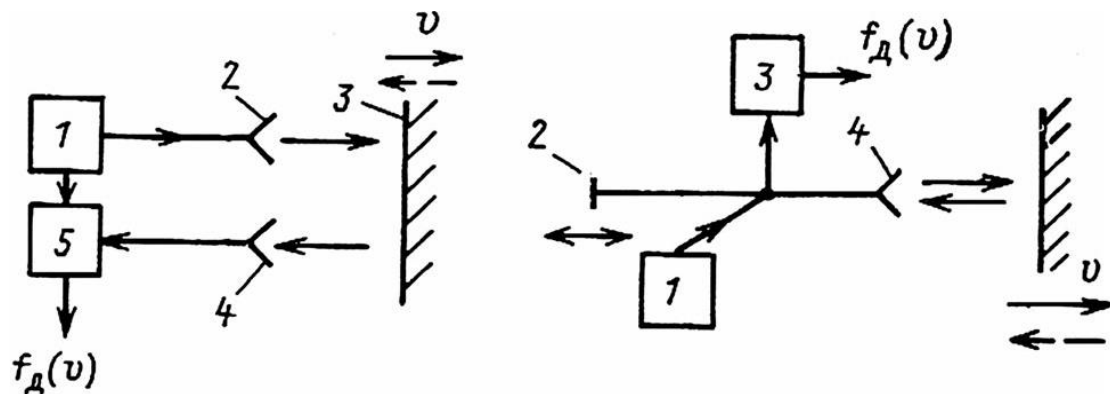


Рис. 2. Схемы измерителей движения с передающей и приёмной антеннами (а) и с приёмно-передающей антенной (б)

Помимо вышеупомянутого датчика движения, система с обратной связью сможет контролировать содержание кислорода при наличии вытяжек, что важно для тушения пожаров методом водяного пара (уменьшение содержания кислорода в помещении будет способствовать уменьшению возгорания); будет способна отключать системы пожаротушения в помещениях, где нет возгорания, экономя ресурс воды и уменьшая ущерб строению; сможет создавать паровые завесы в переходах для предотвращения распространения огня; с помощью тепловизоров сможет определять возможные очаги возникновения пожара (тлеющая проводка, короткое замыкание) ещё до появления открытого огня. Несравненным плюсом таких систем будет являться то, что их можно будет встраивать прямо в узлы управления спринклерных и дренчерных установок пожаротушения, практически не внося изменений в уже существующие схемы систем пожаротушения.

Таким образом, все найденные преимущества использования систем с обратной связью представлены на рис. 3.

В заключение можно отметить, что системы управления пожаротушением с обратной связью помогут решить несколько важных проблем в пожарозащите. В случае использования нескольких типов систем пожаротушения в одном строении, замкнутые системы управления покажут высокую эффективность в совокупности с датчиками движения и количества кислорода. Благодаря наличию обратной связи, системы пожаротушения смогут решить такие важные проблемы, как контроль перемещения огня, экономия расхода воды, минимизирование ущерба помещениям и оборудованию, а также защита здоровья людей от последствий применения газовых огнетушащих веществ.



Рис. 3. Применение систем с обратной связью в системах пожаротушения
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Собурь С.В.* Установки пожаротушения автоматические: Учебно-справочное пособие. 7-е изд., перераб. М.:ПожКнига, 2012.
2. *Валулин Т.Р., Аширова А.Д.* Преимущества и недостатки порошкового пожаротушения//Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций №1(2), 2011.
3. *Тебекин А.В.* Стратегический менеджмент: учебник для бакалавров / Тебекин А.В. Москва: Изд-во Юрайт, 2015.
4. Дядик В.Ф. Теория автоматического управления: учебное пособие/ В.Ф. Дядик, Байдали С.А., Криницын Н.С. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011.
5. *Зайцев Г.Ф.* Теория автоматического управления и регулирования 2-е изд., перераб. и доп. Киев: Выща шк. Головное изд-во, 1989.
6. *Шарапов В.М., Полищук Е.С. и др.* Датчики: Справочное пособие / Под общ. ред. Шарапова В.М., Полищука Е.С. Москва: Техносфера, 2012.

УДК 681.518.5, 628.511.2

Е. В. Романюк

ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕЖИМА ПОДГОТОВКИ К ФИЛЬТРОВАНИЮ ЗЕРНИСТОГО СЛОЯ ДЛЯ АСУ АСПИРАЦИИ

Предложена формула для оценки первоначального состояния зернистого фильтра с несвязанной структурой слоя, используемого для фильтрации взрывоопасных пылегазовых потоков и влияющего на процесс фильтрации и безопасности аспирации. Путем обработки экспериментальных данных получено уравнение для оценки продолжительности периода подготовки при фильтрации зернистыми слоями.

Ключевые слова: фильтрация, проскок, горючая пыль, зернистые слои.

E. V. Romanyuk

MATHEMATICAL SUPPORT OF THE MODE OF PREPARATION FOR FILTRATION OF THE GRANULAR LAYER FOR THE AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF ASPIRATION

A formula is proposed for estimating the initial state of a granular filter with an unbound layer structure used for filtering explosive dust and gas flows, which affects the filtration process and aspiration safety. By processing experimental data, an equation is obtained for estimating the duration of the preparation period during filtration with granular layers.

Key words: filtration, slip, combustible dust, granular layers.

Для предупреждения пожаров и взрывов на производственных объектах, связанных с обращением горючей пыли, целесообразно использовать фильтры с несвязанной структурой зернистого слоя в качестве пылеуловителей в системах аспирации. Фильтры с несвязанной структурой позволяют осадить и удержать горючую пыль в состоянии аэрогеля, однако согласно литературным источникам [1, 2] и экспериментальным данным [3] эксплуатация таких фильтров связана с возникновением аварийных режимов работы, таких как первоначальный проскок пыли, забивание фильтровальной перегородки, выход высокодисперсной пыли со стороны очищенного воздуха. Для предупреждения возникновения и нейтрализации опасных режимов была разработана АСУ аспирации.

Для контроля состояния фильтровальной перегородки использовали показания датчиков давления установленных до и после фильтра, а смену режимов контролировали по динамике общего перепада давления. Показания датчиков передавались в компьютер с заданным интервалом времени [4].

В начале процесса для каждого из реальных зернистых слоев (зерно, гравий, горох и т.д.) наблюдали первоначальное падение общего перепада давления. Данное явление связывали с начальным проскоком пыли и, в большей мере, собственной замусоренностью слоя. Данный период назвали периодом подготовки, а для характеристики слоя ввели формулу

$$E = \frac{F \cdot S \cdot M}{F_{\max} \cdot S_{\max} \cdot M_{\max}}, \quad (1)$$

где F , F_{\max} - определяемая и максимально возможная балльная оценка формы зерна фильтровального слоя соответственно; S , S_{\max} - определяемая и максимально возможная балльная оценка размера зерна фильтровального слоя соответственно; M , M_{\max} - определяемая и максимально возможная балльная оценка замусоренности фильтровального слоя.

Так как на продолжительность периода подготовки зернистого слоя будет также влиять его высота или объем, то отнесли принятый коэффициент E к $1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$ объема зернистого слоя, назвав его удельным $E_{\text{уд}}$.

В таблице представлены результаты обработки экспериментальных данных процесса фильтрования зернистым слоем из пшеницы.

Таблица. Результаты обработки экспериментальных данных.

№ п/п	Материал фильтровального слоя	Объем слоя, м ³	Удельный коэффициент $E_{\text{уд}}$	Коэффициент E , м ³	Продолжительность периода подготовки, с
1.	Пшеница	2,46	0,1	0,246	1000
2.	Пшеница	3,69	0,1	0,369	1800
3.	Пшеница	4,92	0,1	0,492	2100
4	Пшеница	7,38	0,1	0,738	2200
5	Пшеница	13,53	0,1	1,353	-

После обработки и аппроксимации в Microsoft Excel (рисунок) получили уравнение регрессии

$$y = 22391x^3 - 41311x^2 + 25474x - 3100, \quad (2)$$

где x – это коэффициент E ; а y – продолжительность периода подготовки $\tau_{\text{под}}$, с.

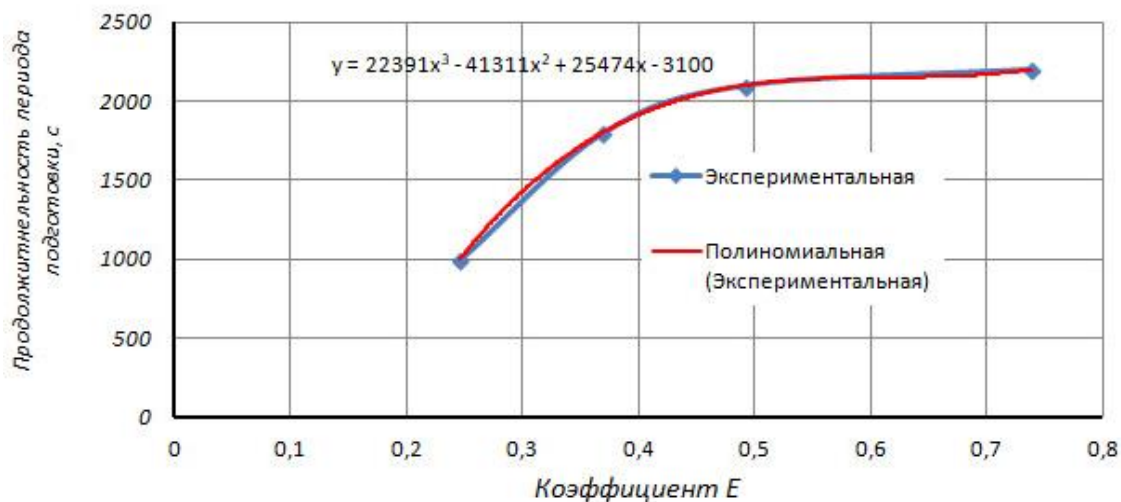


Рисунок. Зависимость продолжительности периода подготовки от коэффициента E.

Можно записать

$$\tau_{nod} = 22391E^3 - 41311E^2 + 25474E - 3100. \quad (3)$$

Полученное уравнение позволяет определить продолжительность периода подготовки слоя к фильтрованию.

При работе системы мониторинга следует определить количество замеров необходимых для идентификации времени подготовки слоя к фильтрованию. При проведении экспериментов интервал между замерами τ_{10} составлял 10 секунд, поэтому количество замеров будет равным

$$t = \tau_{nod} / \tau_{10} = (22391E^3 - 41311E^2 + 25474E - 3100) / 10 = 2239,1E^3 - 4131,1E^2 + 2547,4E - 310 \quad (4)$$

В течении периода подготовки слоя со стороны очищенного воздуха выделяется пыль, поэтому следует избегать попадания данного воздуха в закрытые объемы производственного оборудования и помещений или исключить данный период из рабочего цикла пылеуловителя. Если падение общего перепада давлений после смены слоя продолжается более установленного расчетным путем периода времени, то дальнейшее течение процесса не только неэффективно, но и может привести к выбросу значительного количества пыли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ладыгичев М.Г.* Зарубежное и отечественное оборудование для очистки газов: Справочное издание / М.Г. Ладыгичев, Г.Я. Бергнер. - М.: Теплотехник, 2004. - 696 с.
2. *Красовицкий Ю. В.* Обеспыливание газов зернистыми слоями [Текст] / Ю. В. Красовицкий, В. В. Дуров. - М.: Химия, 1991. - 192 с.
3. *Пигловский Н.В.* Фильтры для очистки пылегазовых потоков / Н.В. Пигловский, Е.В. Романюк, Ю.В. Красовицкий / Мир транспорта. - 2012. № 2. - С. 186-190.
4. *Романюк Е.В.* Автоматизированная система контроля работы фильтров-пылеуловителей с несвязанной структурой зернистого слоя во взрывобезопасном режиме / Е.В. Романюк, А.В. Федоров // Автоматизация в промышленности. - 2018. - № 8. - С.13-16.
5. Мониторинг работы фильтра-пылеуловителя: свидетельство о государственной регистрации РФ программы для ЭВМ № 2020612201 / Е.В. Романюк; заявл. 4.02.2020; опубл. 19.02.2020.

УДК 681.518.5, 628.511.2

Е. В. Романюк

ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

СХЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ АСПИРАЦИЕЙ С ЗЕРНИСТЫМ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ ФИЛЬТРОМ-ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕМ

В статье предложена схема управления системой аспирации посредством оценки состояния фильтра-пылеуловителя. В качестве функции управления используется зависимость общего перепада давления на фильтровальной перегородке от продолжительности процесса.

Ключевые слова: управление, аспирация, фильтры, контроль, безопасность.

E. V. Romanuk

THE AUTOMATED CONTROL SCHEME OF ASPIRATION WITH A GRANULAR CYLINDRICAL FILTER-DUST COLLECTOR

The article offers a scheme for controlling the aspiration system by evaluating the state of the filter-dust collector. The control function uses the dependence of the total pressure drop on the filter baffle on the duration of the process.

Keyword: control, aspiration, filters, safety, control.

Автоматизированное управление системой аспирации позволяет снизить вероятность возникновения пожаров и взрывов на производствах, связанных с обращением горючих пылей [1]. При разработке систем управления аспирацией с фильтрами-пылеуловителями следует учесть, что безопасность аспирации напрямую связано с состоянием фильтра-пылеуловителя, поэтому управление всей системой зависит от контроля фильтра.

Функцией управления целесообразно принять общий перепад давлений на фильтровальной перегородке ΔP , представляющий собой разницу между давлением до фильтра P_1 и давлением после фильтра P_2 . Время фильтрования не учитывается, так как система регулирует время фильтрования по функции управления ΔP [2]. Схема автоматизированного управления представлена на рисунке. На схеме элементы условно объединены в блоки: объект управления и систему управления. Объект управления включает фильтр-пылеуловитель; электродвигатель, приводящий в движение фильтровальный элемент; электродвигатели системы аспирации, электродвигатель вентилятора для транспортировки потока по системе аспирации; заслонки фильтра, позволяющие удалять и засыпать отработанный и новый фильтровальный слой; заслонки бункера-питателя, откуда поступает фильтрующий материал; электродвигатель шнекового транспортера, удаляющего отработанный материал фильтра.

Все элементы (кроме фильтра-пылеуловителя) реализуют управляющие воздействия на систему аспирации. Система управления включает датчики давления, определяющие давление до фильтра и после; регулятор частоты электродвигателя, отвечающего за вращение фильтровального элемента; таймер, отмеряющий время регенерации фильтра и управляющие модули, представляющие собой компьютер и программное обеспечение, которое обрабатывает поступающие с датчиков сигналы и подает сигналы на регулятор частоты и таймер.

По мере работы системы аспирации датчики передают значения давления до и после фильтра в систему управления на модули расчета ΔP , накопления значения и сопоставления с предыдущим значением ΔP . При достижении постоянного значения общего перепада давлений в пределах погрешности 0,1 % модуль подает сигнал о конце цикла фильтрования на модуль регенерации. Модуль регенерации еще раз запрашивает данные об общем перепаде давления и сравнивает текущее и предыдущее значения. Как только общий перепад давлений достигает постоянного значения в течение некоторого промежутка времени (10% от времени фильтрования) модуль регенерации подает сигнал об остановке тягодутьевого устройства аспирации, переключении электродвигателей в режим регенерации [3].

После осуществления регенерации в заданном промежутке времени, выключается электродвигатель вращения, переключаются задвижки аспирации, включается тягодутьево устройство аспирации, датчики давления передают первоначальное значение общего перепада давления после нового цикла регенерации на модуль смены слоя.

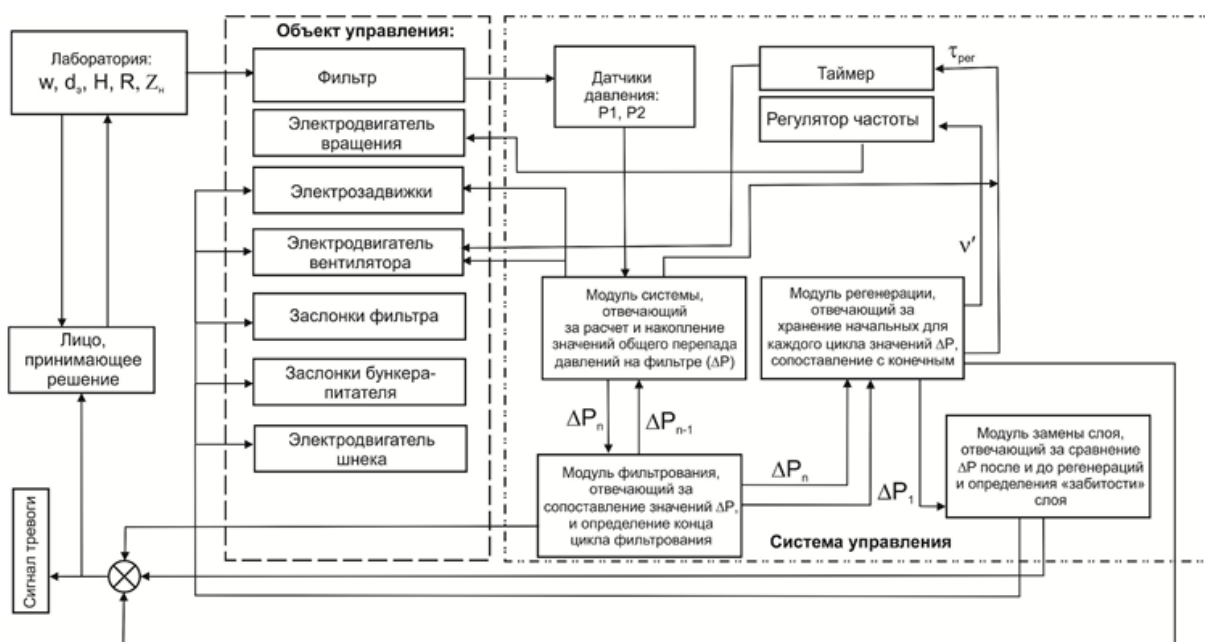


Рисунок. Схема автоматизированного управления системой аспирации с фильтром-пылеуловителем с цилиндрическим однослойным фильтром и регенерацией методом вращения фильтра.

Модуль смены слоя сравнивает значение первоначального давления после каждого нового цикла регенерации с предыдущим. При достижении разницы более 50 % от предыдущего возникает сигнал о необходимости замены фильтрующего слоя. Модуль подает сигнал на отключение тягодутьевого устройства аспирации и закрытие электродвигателей аспирации, далее реализуется режим регенерации фильтра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ларионов В.А. Регулируемые системы аспирации в деревообрабатывающей промышленности / В.А. Ларионов, В.П. Созинов - М.: Лесная промышленность, 1989. – 240 с.
2. Романюк Е.В. Система автоматизированного управления предупреждением пожаров в аспирационных системах с различным типом пылеулавливающего оборудования / Е.В. Романюк, Е.Л. Заславский, А.В. Фёдоров, Д.В. Каргашилов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2017. – № 4. – С. 18–22.
3. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчет химико-технологического и природоохранного оборудования. Справочник. Том.2. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002. – 1028 с.

УДК 620.16

Г. Х. Самигуллин, Е. Н. Кадочникова
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКА ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ НЕФТЕГАЗОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ИЗМЕНЕНИЮ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЕЙ

Представлена концепция оценки состояния основного материала нефтегазового оборудования посредством определения его физико-механических свойств. Результаты испытания микрообразцов SmallPunchTest методом.

Ключевые слова: эксплуатация, авария, риски, повреждения, безопасность

G. H. Samigullin, E. N. Kadochnikova

PROCEDURE FOR ASSESSING RISK OF MAN-MADE ACCIDENTS OF NON-GAS EQUIPMENT BY CHANGING STRENGTH CHARACTERISTICS OF STEELS

The concept of assessing the state of the main material of oil and gas equipment by determining its physical and mechanical properties is presented. The results of the micro-sample test were SmallPunchTest by the method.

Key words: operation, accident, risks, damage, safety

Эксплуатация оборудования нефтегазовых предприятий, как потенциально опасных объектов, сопряжена с необходимостью обеспечения их пожарной и промышленной безопасности. Для этого используется широкий спектр методов по оценке технического состояния и возможности дальнейшей безопасной эксплуатации [1, 2], которые предусматривают выполнение таких процедур, как

а) выявление параметров, периодические измерения которых позволяют судить об изменении работоспособности элементов оборудования;

б) определить такие их численные значения, которые смогли бы идентифицировать переход нефтегазового объекта в состояние, которое можно классифицировать как «неработоспособное или предельное состояние» [3].

Наилучшие результаты методик определения надежности при эксплуатации объектов показал подход, основанный на принципе «безопасной эксплуатации по техническому состоянию» [4]. В данном подходе определение текущего технического состояния проходит по определенным ранее параметрам технического состояния, что дает возможность проводить эксплуатацию объектов в рамках нормативных требований. Параметры текущего состояния нефтегазовых объектов устанавливаются при осуществлении периодического освидетельствования и технического диагностирования.

Данная концепция подразумевает проведение оценки технического состояния рассматриваемого объекта по параметрам технического состояния, которые обеспечат его надежную и безопасную эксплуатацию в соответствии с требованиями нормативно-технической документации, а ресурс дальнейшей эксплуатации подразумевает оценку величины соответствующих рисков. Наиболее перспективным при оценке показателей рисков аварии является проверка состояния основного материала нефтегазового оборудования посредством определения его физико-механических свойств.

Данная проблема может быть решена путем применения альтернативных методов измерения физико-механических свойств трубопроводных сталей, к которым относится метод испытания микрообразцов (SmallPunchTest – SPT). Испытания микрообразцов позволяют получить диаграмму нагружения, пример которой приведен на рисунке 1 [5].

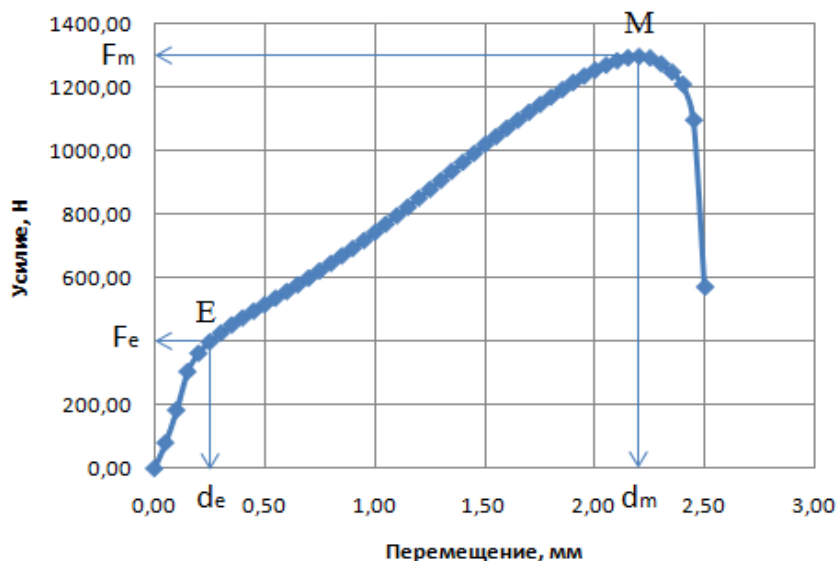


Рис. 1. Пример диаграммы испытания микрообразцов «Усилие-перемещение»

На графиках можно выделить две характерные точки: точка E , соответствующая состоянию перехода от линейности к распространению пластической зоны по толщине образца, и точка M , соответствующая максимальной нагрузке, зафиксированной в момент начала разрушения.

Применение указанного SPT-метода испытания микрообразцов для оценки рисков возникновения аварий выполнялось на примере широко распространенной стали марки СТЗ, физико-механические свойства (например, диаграмма растяжения) и состав которой очень хорошо изучены специалистами нефтегазовой отрасли. В частности, в настоящее время [6] сформировался научно-методологический подход, свидетельствующий о том, что результаты механических испытаний, в частности диаграммы растяжения, широко используются в решении прикладных задач при решении вопросов по оценке надежности и возможности разрушения нефтегазовых объектов.

Аналогичный подход может быть применен и для анализа результатов, полученных при механических испытаниях микрообразцов из стали марки СТЗ. По диаграммам нагружения, приведенным на рисунке 2, анализировался интервал изменения характерных точек диаграммы нагружения образцов с заранее нанесенными повреждениями различной степени.

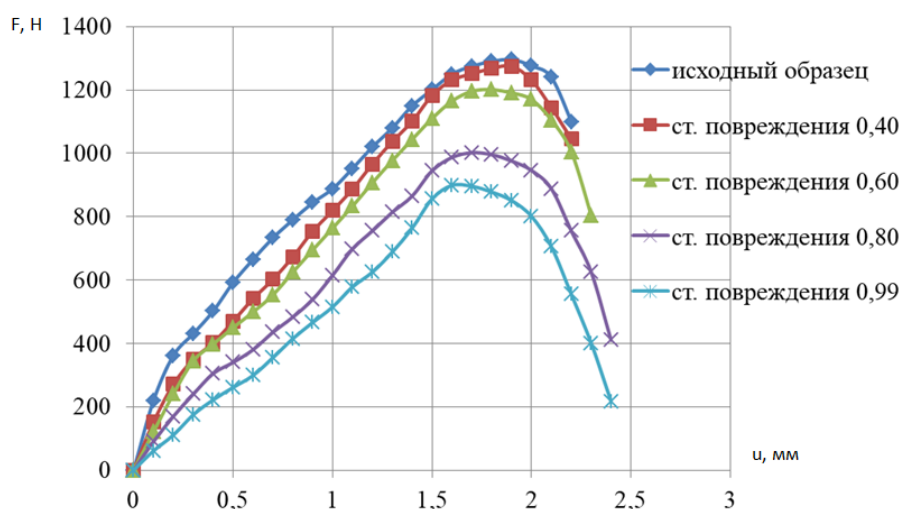


Рис. 2. Диаграмма нагружения микрообразцов в координатах «Усилие – перемещение» для стали марки СТЗ

При этом уровень поврежденности принимается равным отношению действующей величины нагрузки, предварительно приложенной к образцу и предела прочности металла. Соотношение степеней повреждения и соответствующих им изменений координат характерных точек приведены в таблице 1.

В результате было установлено, что у образцов с наиболее высокими степенями повреждения ширина доверительного интервала значительно увеличивалась в сравнении с менее поврежденными и исходными сталями.

Таблица 1. Результаты расчета ширины доверительного интервала для изменений характерных точек диаграммы нагружения стали СТЗ

Степень повреждения образцов	Параметры диаграммы				Ширина доверительного интервала, %
	F _m	d _m	F _e	d _e	
0	1296	2,20	362	0,22	Не определялось
0,40	1275	1,91	350	0,26	65,0
0,60	1201	1,85	345	0,31	73,5
0,80	1002	1,72	305	0,36	89,1
0,99	899	1,51	261	0,51	98,5

Таким образом, ширина доверительного интервала дает высокую вероятность разрушения стали СТЗ и соответственно, более высокий риск возникновения аварийной либо чрезвычайной ситуации. Аварийное состояние оборудования считается наступившим, если возникают внутренние напряжения, соответствующие преде-

лу прочности, при расчете на прочность по первой группе предельных состояний и пределу текучести - при расчете по второй группе предельных состояний для обеспечения устойчивости.

Приведенные результаты позволяют сделать следующие выводы.

1. В результате предварительного нагружения образцов в широком диапазоне нагрузок происходит накопление повреждений, которое приводит к снижению деформационных и прочностных показателей, которые могут быть выявлены при испытаниях микрообразцов.

2. Экспериментально установлено наличие зависимости между изменением координат точек диаграммы нагружения и вероятности возникновения аварийной ситуации при различных уровнях поврежденности для стали СТЗ. Данная зависимость может быть использована для оценки степени поврежденности и оценки риска аварии при эксплуатации оборудования нефтегазовых предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 53006-2008. Оценка ресурса потенциально опасных объектов на основе экспресс-методов. Общие требования. – Москва: Стандартинформ, - 2008. – 35 с.
2. СТО Газпром 2-2.3-253-2009. «Методика оценки технического состояния и целостности газопроводов». – Москва: Изд-во ООО «Газпром экспо», -2009. – 79 с.
3. ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике (ССНТ). Термины и определения». – Москва: Стандартинформ, -2016. – 42 с.
4. РД 26.260.004-91 «Методические указания. Прогнозирование остаточного ресурса оборудования по изменению параметров его технического состояния при эксплуатации». – Москва: Изд-во НИИхиммаш, 1996. - 69 с.
5. *Самигуллин, Г.Х.* Обеспечение безопасности и ресурса нефтегазовых трубопроводов на основе результатов испытаний микрообразцов: монография / Г.Х. Самигуллин, А.М. Щипачев, А.В. Клейменов, Л.Г. Самигуллина. - СПб: ЛЕМА. – 2020 – 101 с.
6. *Кузеев И.Р., Диньмухаметова Л.С., Пояркова Е.В.* Прогнозирование безопасности эксплуатации сварных конструкций в условиях нефтесодержащих сред / Нефтегазовое дело. – 2011. – №6. – С. 254-262.

УДК 614.846

И. В. Сараев, А. Н. Бочкарев, А. А. Воронцов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСНО-РУКАВНЫХ СИСТЕМ ЕВРОПЕЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Проведен краткий обзор существующих европейских разработок в области насосно-рукавной техники и технологий, позволяющих осуществлять забор огнетушащих веществ с высоты более 8 метров и обеспечивающих бесперебойную подачу огнетушащих веществ с расходом от 130 литров в секунду на расстояние более 1200 метров

Ключевые слова: насосно-рукавная система, передвижной насосный модуль, рукавные линии.

I. V. Saraev, A. N. Bochkarev, A. A. Vorontsov

MAIN CHARACTERISTICS OF EUROPEAN-MADE PUMP AND HOSE SYSTEMS

A brief overview of existing European developments in the field of pump-and-bag equipment and technologies that allow the collection of fire-extinguishing substances from a height of more than 8 meters and ensure uninterrupted supply of fire-extinguishing substances with a flow rate of 130 liters per second at a distance of more than 1200 meters

Key words: pump and hose system, mobile pump module, hose lines.

Наряду с отечественными разработками в области насосно-рукавных систем стоит отметить разработку чешских коллег [3]. Передвижной насосный модуль (рисунок 1) может быть применён как тактико-техническое средство для перекачки большого количества воды в объёме от 300 до 1000 л/с, а также в качестве инструмента по откачке воды из затопленных районов, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, защиты инфра-

структуры при затоплениях с целью освобождения различных коммуникаций. Данный насосный модуль может быть использован не только в области пожаротушения, но и для создания резерва питьевой воды в зоне чрезвычайной ситуации.

Насосный модуль состоит из высокопроизводительного насоса и дизельного двигателя, размещённых на раме и соединённых гибкой муфтой (соединительной головкой). Всасывающая линия регулируется по длине с помощью резиновых вставок, армированных текстильной оплёткой и стальной проволокой (рисунок 2). Подача воды насосом допускается как в специализированную ёмкость, так и непосредственно для целей пожаротушения.

Подача воды осуществляется при помощи напорных пожарных рукавов большого диаметра. Немаловажным показателем является ещё и тот факт, что насосный модуль предназначен для непрерывной работы с высокой надёжностью и сроком службы.



Рис. 1. Насосный модуль MSC SIGMA 20-1500



Рис. 2. Нарращивание всасывающей линии насосного модуля MSC SIGMA 20-1500

Применение различных модификаций насосного модуля SIGMA представлено на рисунке 3





Рис. 3. Варианты исполнения насосных модулей SIGMA и процесс их работы

Из зарубежного опыта также можно выделить – модуль «Наводнение» (flood module) [2] (рисунок 4).

Основной целью разработки модуля «Наводнение», было создание мобильной установки, обеспечивающей перекачку паводков в больших масштабах, приводимой в движение гидравлическим насосом с выходным патрубком 150 мм и более.

Модуль «Наводнение» состоит из трёх погружных насосов, гидравлических шлангов с коллектором и специальным рукавом 150 мм. Все это перевозится в стандартном контейнере, который располагается в двух-контейнерной системе. Модуль «Наводнение» – это дополнительная система к модулю гидронасоса. Модуль гидронасоса со стандартным погружным насосом, который в основном используется для пожаротушения, может быть заменён на модуль «Наводнение». Комбинация таких модулей способна обеспечить производительность (расход) по воде более 40 000 л/мин (более 660 л/с).

Специальный лёгкий рукав с низким коэффициентом трения может быть легко развёрнут всего лишь одним человеком (рисунок 5). Также возможно наращивание рукавной линии по средству соединительных головок.

Спецификация модуля «Наводнение»:

- 1) комплектуется на мини-контейнере;
- 2) контейнер погружается/разгружается системой мульти-лифт;
- 3) 3 погружных насоса;
- 4) перекачивание больших объёмов воды;
- 5) съёмная конструкция рамы и поплавков у погружных насосов;
- 6) 5 облегчённых пандусов;
- 7) может дополнять модуль гидронасоса с рукавами 150 мм;
- 8) оснащён облегчёнными рукавами;
- 9) простота сборки/разборки конструкции.



Рис. 4. Модуль «Наводнение» (FLOOD MODULE)



Рис. 5. Общий вид перекачки воды при помощи модуля «Наводнение»

В свою очередь коллеги из Нидерландов [3] решают проблему перекачки значительных объёмов водных ресурсов на большие расстояния путём насосных и насосно-рукавных модулей высокой производительности, которые представлены на рисунках 6-12.

Насосная установка HydroSub® 60 состоит из портативного погружного насоса с гидравлическим приводом и плавучего устройства. Выходной патрубком типа Storz на 110 мм. Работает от 4-цилиндрового дизельного двигателя. Корпус насоса выполнен из нержавеющей стали, рабочее колесо из сплава алюминия и бронзы. Корпус и рабочее колесо насоса выполнены из алюминия.

Производительность:

Стандартный расход: 1500 л / мин при 10 бар.

Высокая производительность: 4000 л / мин при 2,5 бар (опционально).

Напорный насос: 20000 л / мин при 0,3 бар (опционально).

Система управления подразумевает автоматический электронный контроль:

– давления в насосе, – температуры двигателя, – частоты вращения двигателя,

– давления моторного масла; счётчик часов, индикатор – силы тока генератора,

– температуры гидравлического масла, – давления гидравлического масла, а также автоматической функции останова двигателя при возникновении аварийных режимов работы.

Насосная установка HydroSub® 150 является инновационной разработкой и имеет портативный погружной плавучий насос с гидравлическим приводом, а также возможность быстрого доступа к любому открытому водисточнику на любом расстоянии до 60 метров (горизонтальном или вертикальном) без потери напора. Работает насосная установка HydroSub® 150 от дизельного гидравлического силового агрегата.

Производительность:

Стандартный расход: 3500 л / мин при давлении 11 бар.

Высокая производительность: 8000 л / мин при 2,5 бар (опционально).

Напорный насос: 50000 л / мин при 0,3 бар (опционально).

Система управления подразумевает те же элементы, что и предыдущая насосная установка.



Рис. 6. Насосная установка HydroSub® 60



Рис. 7. Насосная установка HydroSub® 150



Рис. 8. Насосная установка HydroSub® 250



Рис. 9. Насосная установка HydroSub® 550



Рис. 10. Насосная установка HydroSub ® 900



Рис. 11. Насосная установка HydroSub ® 1200



Рис. 12. Насосная установка HydroSub ® 1400

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее перспективные технические решения в области насосно-рукавной техники и технологий, позволяющие осуществить забор огнетушащих веществ с высоты более 8 метров и обеспечить бесперебойную подачу огнетушащих веществ с расходом 200 литров в секунду на расстояние более 1200 метров имеют следующие атрибуты:

1. контейнерное исполнение насосных модулей, применяемых для подачи больших объемов огнетушащих веществ;

2. использование шасси повышенной проходимости, в том числе и гусеничное для прокладки магистральных линий в труднопроходимых районах;

3. использование гидравлических плавающих или погружных насосов, обеспечивающих большой расход 150-300 л/с и забор воды с высоты более 8 м;

4. применение промежуточных насосов повысителей для обеспечения подач перекачиваемой жидкости на расстояние более 1200 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мобильные насосные станции [Электронный ресурс]. Официальный сайт компании Sigma. Режим доступа: <http://www.sigma-vvu.cz/mcs.htm> (дата обращения 11.08.2020).
2. Модуль наводнение [Электронный ресурс]. Официальный сайт компании Mavesse. Режим доступа: <http://www.mavesse.com/en/portfolio-view/module-inondation/> (дата обращения 11.08.2020).
3. Высокопроизводительные системы пожаротушения [Электронный ресурс]. Официальный сайт компании Hytrans Fire System. Режим доступа: <https://hytrans.com/en/> (дата обращения 12.08.2020).

УДК 614.843.2

И. В. Сараев, И. М. Мурза

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО РЕМОНТА ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ

Разработан новый метод и техническое устройство для ремонта напорных пожарных рукавов, способствующее повышению эффективности подразделений пожарной охраны при тушении пожара. Представлены граничные условия применения разработанного устройства, а также сформирована гипотеза, цель и задачи для дальнейшего исследования.

Ключевые слова: пожарное оборудование, пожарные рукава, ремонт, челнок.

I. V. Saraev, I. M. Murza

DEVICE FOR RAPID REPAIR OF FIRE HOSES

A new method and technical device for repairing pressure fire hoses has been developed, which helps to increase the efficiency of fire protection units in extinguishing a fire. The boundary conditions for the application of the developed device are presented, as well as a hypothesis, goal, and tasks for further research are formed.

Key words: fire equipment, fire hoses, repair, Shuttle.

Пожарные рукава один из самых востребованных видов пожарного оборудования, так как они применяются почти на каждом выезде пожарно-спасательных подразделений и на каждом пожаре. Такое частое применение обусловлено его предназначением, ведь они выполняют функцию не только забора воды, но и её подачи. В соответствии с ГОСТ [1] напорные пожарные рукава (НПР) это «гибкий трубопровод, предназначенный для транспортирования огнетушащих веществ под избыточным давлением» [1].

Напорные пожарные рукава состоят из тканевязаного или тканного каркаса, а также внутреннего гидроизоляционного слоя (покрытия) (рис.1). В процессе эксплуатации НПР получают различные повреждения, такие как порывы, порезы, потёртости, «свищи» и т.п. От возникновения повреждения НПР и от времени его восстановления будет зависеть время тушения пожара.

В настоящее время для оперативного восстановления работоспособности НПР применяются ленточные зажимы или корсетный зажим (рис.2).

Но применение зажимов лишь временно решает проблему (неисправность НПР), при серьёзных повреждениях рукав подлежит ремонту на специализированной рукавной базе.

Ремонт НПР выполняется 2 основными способами: наложение заплат (с применением клеев) и вулканизацией, алгоритм действий при выполнении которых указан в [4].

В настоящее время аналогичной тематикой занимаются многие учёные [2, 3, 5, 6], работы которых направлены на модернизацию и усовершенствование технологии проведения технического обслуживания НПР и методов укомплектования ими пожарных автомобилей.

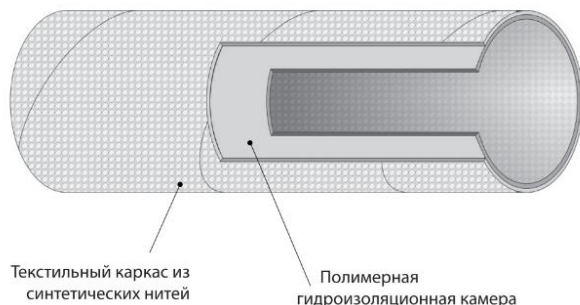


Рис. 1. Состав напорного пожарного рукава



Рис. 2. Рукавные зажимы:
а) ленточный зажим; б) корсетный зажим

Разрабатываемое устройство (рис.3) предназначено для оперативного ремонта НПР путём заклёпывания образовавшихся отверстий. Особенностью данного устройства является возможность проведения ремонта по всей поверхности НПР путём перемещения устройства по внутренней полости НПР.

Граничным условием при выполнении ремонтных работ будет выступать только размер (диаметр) отверстия, которое образовалось в процессе эксплуатации НПР. Данным устройством возможен ремонт порывов/порезов диаметром от 1 мм. до 10 мм. включительно.

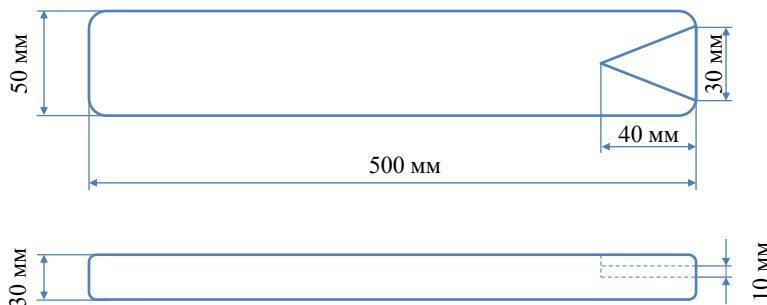


Рис. 3. Разработанное устройство и его габаритные размеры

Гипотеза проводимого исследования состоит в том, что разработанное устройство для оперативного ремонта пожарных рукавов на месте пожара сможет восстановить работоспособность НПР при образовании порыва/пореза, а также «свища» с минимальными затратами времени и финансов. Таким образом, можно сформулировать цель исследования – повышение эффективности действий пожарно-спасательных подразделений при тушении пожара путём применения устройства для оперативного ремонта пожарных рукавов на месте пожара.

Таким образом можно сделать вывод, что работа находится на ранней стадии реализации и потребует решения целого ряда задач.

Для достижения цели исследования необходимо решить несколько задач:

- 1) подготовить натурный образец устройства;
- 2) провести натурные испытания возможности ремонта напорных пожарных рукавов;
- 3) провести гидравлические испытания напорных пожарных рукавов, ремонтируемых разработанным устройством.
- 4) предложить к применению разработанное устройство в пожарно-спасательные подразделения, а также разработать алгоритм проведения ремонта напорных пожарных рукавов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51049-2008. Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний. – Введ. 2010-01-01. – Москва : Стандартинформ, 2008. – 24 с.
2. Елфимова, М.В. Актуальные проблемы обслуживания напорных пожарных рукавов / М.В. Елфимова, Г.Ф. Архипов // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2010. – № 4 (16). – С. 22-27.
3. Елфимова, М.В. Обслуживание пожарных рукавов / М.В. Елфимова // Вестник Восточно-Сибирского института Министерства внутренних дел России. – 2010. – № 3 (54). – С. 55-62.
4. Методическое руководство по организации и порядку эксплуатации пожарных рукавов. Москва. 2008. – 21 с.
5. Смирнов, А.А. Разработка устройства для технического обслуживания пожарных рукавов в подразделениях пожарной охраны / А.А. Смирнов, М.С. Кнутов // Белгород: Научная дискуссия современной молодёжи: актуальные вопросы, достижения и инновации : материалы III Междунар. науч.-практ. конф., 26 февраля 03 марта 2018 г., г. Белгород / АНО ВПО Белгородский университет кооперации, экономики и права, 2018. – С. 61-63.
6. Харламов, Р.И. Оптимизация технического обслуживания пожарных напорных рукавов в подразделениях пожарной охраны / Р.И. Харламов, Н.С. Дашин // Иваново: Пожарная и аварийная безопасность, посвященной Году пожарной охраны : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., 28-29 нояб. 2016 г., г. Иваново / ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2016. – С. 339-341.

УДК 621.313

К. В. Семенова, А. И. Тихонов, А. В. Подобный

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет»

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Разрабатывается технология создания цифровых двойников распределительных трансформаторов, которая позволит снизить пожарной опасности при эксплуатации трансформаторных подстанций в жилом секторе.

Ключевые слова: цифровой двойник силового трансформатора, контроллеры на базе ARM Cortex-M7, имитационное моделирование силовых трансформаторов.

K. V. Semenova, A. I. Tikhonov, A. V. Podobny

DEVELOPMENT OF SIMULATION MODELS OF DISTRIBUTION TRANSFORMERS FOR ASSESSMENT OF FIRE HAZARD OF TRANSFORMER SUBSTATIONS

A technology for creating digital twins of distribution transformers is being developed, which will reduce the fire hazard during the operation of transformer substations in the residential sector.

Key words: power transformer digital twin, ARM Cortex-M7 based controllers, power transformer simulation.

Цифровизация экономики является одним из приоритетов государственной политики России. В рамках данного приоритета одним из наиболее наукоемких является направление, связанное с созданием цифровых двойников технических систем, в частности, цифровых двойников электрооборудования энергосетей. Использование цифровых двойников позволяет имитировать работу электроустановок в различных режимах с высокой (до 95%) точностью совпадения результатов моделирования с реальными показателями. При этом удается спрогнозировать весь жизненный цикл конкретной электроустановки, а также последствия принятия решений по управлению ее работой. Это позволяет оптимизировать сам процесс эксплуатации электрооборудования энергосетей, повысив надежность его работы, в частности, снизить вероятность аварий.

Одним из наиболее ответственных элементов энергосети является силовой трансформатор. Одновременно он является наиболее пожароопасным элементом. Особенно повышенные требования к снижению пожарной опасности предъявляются к распределительным трансформаторам, которые устанавливаются перед конечными потребителями непосредственно в жилом секторе. При этом именно этот класс трансформаторов является наиболее многочисленным.

Следует отметить, что, так как трансформатор является лишь промежуточным звеном передачи электроэнергии, главным приоритетом при изготовлении трансформаторов является снижение себестоимости. Поэтому зачастую производители трансформаторов идут на определенный риск, принимая проектные и технологические решения, снижающие надежность готовой продукции. Невозможно заранее оценить, насколько надежен монтируемый на подстанции трансформатор. Поэтому задача повышения надежности работы трансформаторного оборудования ложится на эксплуатирующие организации.

И здесь возрастает роль оптимизации работы данного оборудования, которая определяется не только регламентом обслуживания, но и выбором оптимальных режимов работы (например, с минимизацией перегрузок), принятием решений по дальнейшей эксплуатации после аварий (например, после коротких замыканий в сети или на шинах трансформатора, после грозовых перенапряжений, после длительных перегрузок) и т.п. Некоторые решения могут быть приняты на основе регулярных испытаний, проводимых непосредственно на работающем оборудовании (например, хроматографический анализ проб трансформаторного масла). Повысить вероятность прогноза надежности работы трансформатора можно также путем соотнесения его показателей с показателями идеализированного цифрового двойника.

В основе цифровых двойников электроустановок в настоящее время лежат два подхода:

1) подход, основанный на мониторинге в реальном времени состояния электроустановок, осуществляемый с использованием систем сбора, хранения и обработки информации о функционировании оборудования в online и offline режимах с последующим созданием моделей функционирования электроустановок, основанных на обработке собранной статистики (регрессивных, статистических нейросетевых и т.п.);

2) подход, основанный на создании имитационных моделей электроустановок с использованием математического описания физических процессов с последующей привязкой данных моделей к реальному оборудованию путем калибровки по результатам мониторинга.

Наиболее перспективным является путь, основанный на комбинации двух названных подходов. Поэтому работа по созданию цифровых двойников распределительных трансформаторов ведется нами в двух направлениях:

1) создание контроллера, специализированного для работы в системе мониторинга распределительного трансформатора; требования к данному контроллеру: дешевизна (наличие системы мониторинга не должно существенно удорожать распределительный трансформатор); быстродействие, достаточное для фиксации осциллограммы изменения токов и напряжений; точность регистрации величин, достаточная для учета влияния деформаций магнитной системы на осциллограммы токов и напряжений в режиме холостого хода трансформатора и т.п.;

2) разработка системы имитационного моделирования силового трансформатора, позволяющая рассчитывать кривые токов в обмотках трансформатора в установившихся и переходных режимах с учетом особенностей конструкции магнитной системы.

Для реализации первого направления было спроектирован и в настоящее время находится в стадии отладки контроллер (рис. 1), назначение которого состоит в сборе информации о параметрах трансформатора, таких как токи и напряжения на первичной и вторичной обмотках, температура масла, температура окружающей среды. Контроллер собирает и отправляет информацию на персональный компьютер (ПК). Обработка первичных замеров значений токов и напряжений (расчет производных, разложение в ряд Фурье, и т.д.) осуществляется как на ПК, так и собственно на контроллере.

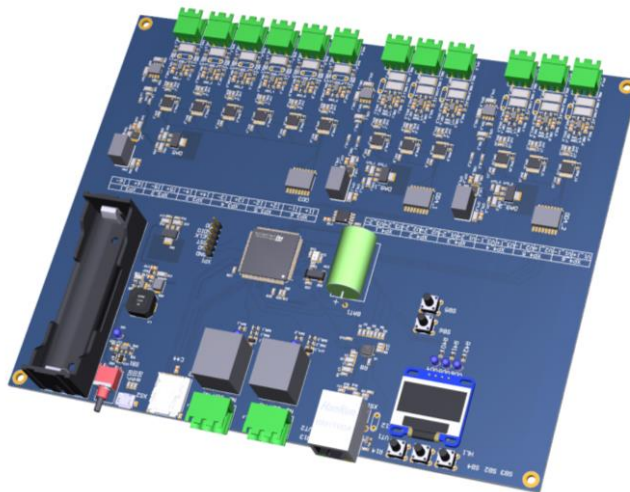


Рис. 1. Плата контроллера, разработанная для реализации технологии создания цифровых двойников распределительных трансформаторов

Контроллер реализован на базе 32-битного ядра ARM Cortex-M7, работающего на частоте 400 МГц, обладающего широким набором периферийных устройств. В качестве цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) используется двенадцать прецизионных быстродействующих 12-разрядных 1-канальных аналого-цифровых преобразователей (АЦП), с поддержкой интерфейса SPI в каскадном исполнении.

Характеристики разрабатываемого контроллера: сбор аналоговых данных – 12 каналов АЦП с частотой более 100 кГц, для получения достаточной точности измерений – разрядность АЦП выбрана – 12 бит. АЦП для контроллера использован внешний, с частотой выборки более 100 МГц, и интерфейсом подключения SPI, обеспечивающим передачу с достаточной скоростью. Скорость передачи данных от контроллера на ПК = $12(\text{каналов}) \cdot 12(\text{бит}) \cdot 100000(\text{Гц}) = 14,4 \text{ Mbps}$.

В данной конфигурации контроллер при относительно невысокой стоимости и доступности (по сравнению с аналогичными предложениями на рынке) обладает довольно высокими характеристиками, такими как: точность, быстродействие и надежность. Все это позволяет использовать его для создания систем мониторинга распределительных трансформаторов без существенного удорожания стоимости трансформатора.

Наиболее интересную информацию о внутреннем состоянии, например, магнитной трансформатора можно получить из осциллограмм тока холостого хода, так как в ней находят отражения несимметрия магнитной системы, которая может быть вызвана как конструкцией трансформатора (ток в фазе, которая соответствует среднему стержню магнитопровода, всегда несколько меньше токов двух других фаз), так и деформациями, которые могут возникать, например, в аварийных процессах (например, после коротких замыканий), в результате некачественной транспортировки и т.п.

Программа исследований с использованием цифрового двойника на наличие внутренних деформаций магнитной системы включает в себя:

- 1) снятие осциллограммы пуска заведомо исправного трансформатора на холостой ход (например, после монтажа на рабочем месте);
- 2) калибровка имитационной модели трансформатора путем сравнения результатов моделирования с реальной осциллограммой с последующей коррекцией параметров модели до полного совпадения расчетных и экспериментальных кривых;
- 3) снятие осциллограммы пуска на холостой ход трансформатора после аварии и сравнение полученных осциллограмм с результатами моделирования на калиброванной ранее модели;
- 4) в случае несовпадения расчетной и экспериментальной осциллограмм коррекция расчетной модели путем внесения в нее разного рода дефектов вплоть до получения результатов, совпадающих с экспериментом;
- 5) при совпадении результатов можно говорить о характере повреждений магнитной системы трансформатора без его разбора, что позволяет принять взвешенное решение о целесообразности его дальнейшей эксплуатации или вывода в ремонт.

Имитационная модель трехфазного трансформатора, которая может быть использована для создания цифрового двойника, представлена на рис. 2 [1]. Ее особенность состоит в возможности учета несимметрии магнитной системы, представленной матрицей магнитных сопротивлений, которая пересчитывается на каждом шаге интегрирования с учетом нелинейности кривой намагничивания электротехнической стали. Параметры имитационной модели, такие как индуктивности рассеяния и магнитное сопротивление поля нулевой последовательности рассчитываются с использованием конечно-элементной модели магнитного поля [2].

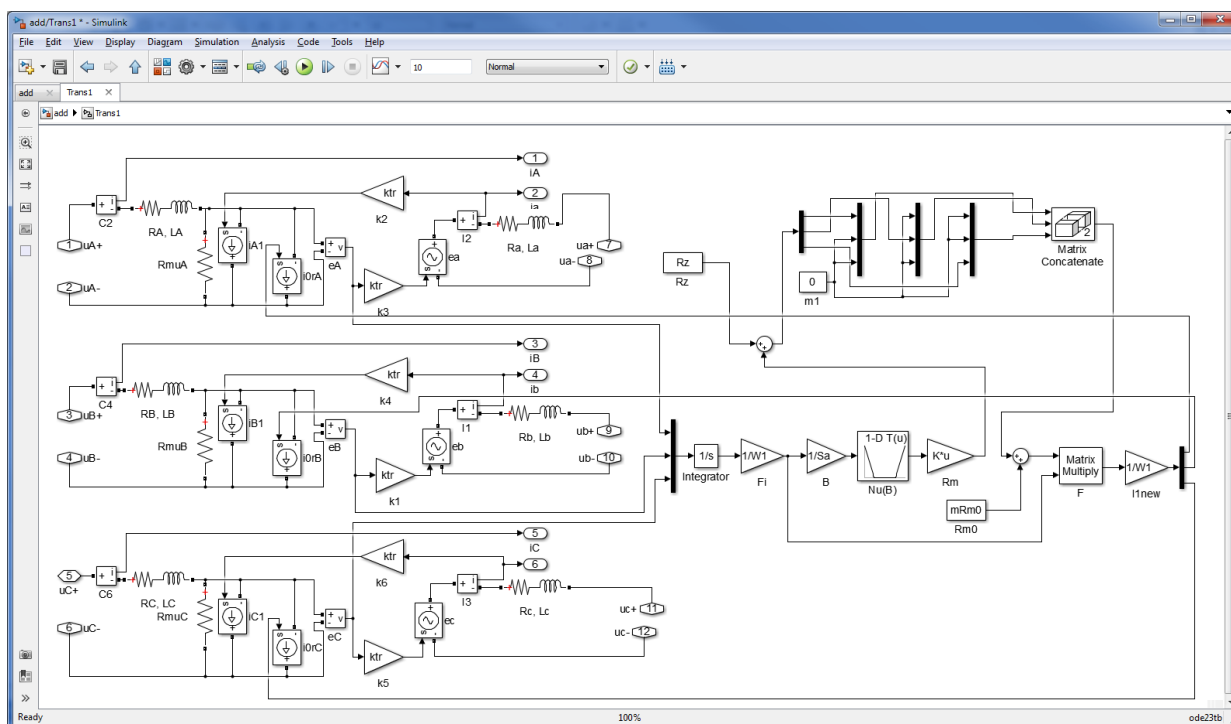


Рис. 2. Имитационная модель трехфазного трансформатора в MatLab Simulink

На рис. 3 приведены кривые установившихся токов холостого хода трех фаз первичной обмотки до и после внесения в модель дефекта в виде смещения верхнего ярма вследствие трехфазного короткого замыкания, что привело к увеличению зазоров в стыках стержней с верхним ярмом соответственно до 0,1 мм, 1 мм и 2 мм по сравнению с исходным зазором в 0,1 мм.

Из рисунка видно, что дефект существенно повлиял на величину токов разных фаз, что является основанием для принятия решения о выводе данного трансформатора в ремонт.

Следует отметить, что вывод о характере дефекта здесь может быть сделан без демонтажа и разборки трансформатора. Учитывая, что вывод трансформатора в ремонт после разного рода критических событий всегда сопряжен с материальными затратами, то такое решение обычно основывается на субъективном факторе, который зачастую тяготеет к риску. Внедрение в практику эксплуатации трансформаторных подстанций анализа, основанного на технологии цифровых двойников, позволит существенно повысить надежность его эксплуатации, так как позволит повысить степень убедительности в необходимости или в отсутствии необходимости радикальных мер после событий аварийного характера.

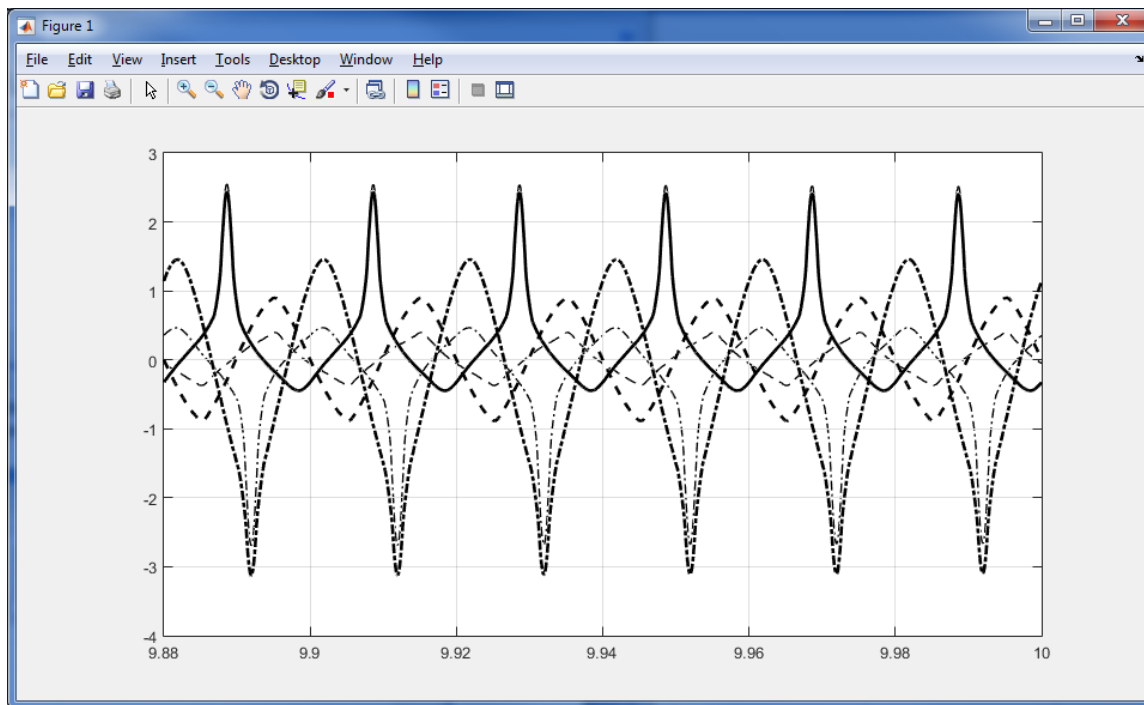


Рис. 3. Сравнение токов XX до повреждение (тонкие линии) и после (толстые линии)

Работа была выполнена при финансовой поддержке РФФИ, региональный конкурс Ивановской области, проект № 18-43-370012 от 09.06.2018, и Фонда содействия инновациям, номер договора 17ГРЦТС10-D5/56171 от 12.12.2019.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихонов А.И., Стулов А.В., Каржевин А.А., Подобный А.В. Разработка нелинейной модели трехфазного трансформатора для исследования влияния несимметрии магнитной системы на работу устройства в произвольных режимах. – Иваново: "Вестник ИГЭУ", 2020. – Вып. 1, с. 22 – 31.
2. Тихонов А.И., Стулов А.В., Снитько И.С., Подобный А.В. Разработка 2D-моделей магнитного поля для реализации технологии цифровых двойников и порождающего проектирования силовых трансформаторов. – Иваново: "Вестник ИГЭУ", 2020. – Вып. 3, с. 32 – 43.

УДК 614.895.5-057.36

Р. Р. Солнцев, А. И. Перина

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

АКТУАЛЬНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ЛИЧНОГО СОСТАВА ЗВЕНА ГАЗОДЫМОЗАЩИТНОЙ СЛУЖБЫ

Аннотация: предложены мероприятия по повышению безопасности и улучшению условий труда сотрудников, входящих в звено газодымозащитной службы. Описана польза и эффективность применения данных средств защиты, связи и пожаротушения.

Ключевые слова: повышение безопасности, защита, газодымозащитная служба, непригодная для дыхания среда, время тушения, пожар.

R. R. Solntsev, A. I. Perina

RELEVANCE OF MEASURES TO IMPROVE THE SAFETY OF THE PERSONAL STAFF OF THE LINK OF THE GAS PROTECTION SERVICE

Annotation: measures are proposed to improve safety and improve working conditions for employees who are part of the gas and smoke protection service. The benefits and effectiveness of these means of protection, communication and fire extinguishing are described.

Key words: safety enhancement, protection, gas and smoke protection service, unsuitable environment medium, extinguishing time, fire.

В современном мире вопросы использования новых и высокотехнологичных средств защиты пожарных, модернизированных способов и систем пожаротушения с каждым годом становятся всё актуальнее [1].

Очень часто личному составу звена газодымозащитной службы (далее –ГДЗС) в непригодной для дыхания среде приходится передвигаться ниже к полу, для того, чтобы обеспечить лучшую видимость на пожаре в задымленной зоне. Поэтому нередки случаи, когда газодымозащитники получали травмы именно при передвижении таким образом, еще даже не приступив непосредственно к тушению пожара.

Для снижения риска получения травм при передвижении нами разработан ряд мероприятий. Предлагается использование наколенников (рис.1), которые будут защищать колени пожарных от холода, жары, искр, продуктов горения, битого стекла и других травмоопасных предметов. Наколенники создают чувство мягкости и комфорта при работе. Для удобства применения и исключения сползания, наколенники можно вшить между негорючим влаготталкивающим материалом и внутренней подстежкой боевой одежды пожарного.

Звено ГДЗС использует дыхательные аппараты со сжатым воздухом для защиты органов дыхания и зрения (далее – СИЗОД) от негативного воздействия продуктов горения. Такие СИЗОД включают в себя: подвесную систему с баллоном, маску. Вес данного устройства составляет порядка 20 кг. Для тушения личным составом звена ГДЗС используется рукавная линия с прикрепленным пожарным стволом [2]. На разворачивание рукавных линий, их соединение между собой и доставку огнетушащего вещества в очаг пожара тратится много времени. Необходимо учитывать еще тот фактор, что рукавная линия во время продвижения к очагу пожара может запутаться, подвергнуться тепловому воздействию от углей, окалины, может зацепиться за строительные конструкции, повредиться. Также после тушения пожара ее необходимо собирать.

Один пожарный рукав составляет в длину 20 метров, при наполнении огнетушащим веществом его масса, в зависимости от диаметра, достигает минимум 40 килограмм. Таких рукавов, присоединенных в единую рукавную линию, может быть множество. Следовательно, время продвижения к очагу пожара, например, в многоквартирном многоэтажном доме увеличивается.

Для увеличения скорости продвижения, маневренности, уменьшения времени распространения пожара, времени его тушения и, следовательно, уменьшению материального вреда и вреда жизни и здоровью людей нами предложено использование современной ранцевой установки пожаротушения (рис.2). Данная установка позволит заменить дыхательный аппарат со сжатым воздухом и рукавную линию с присоединенным стволом.

Поглощение тепла и выделение пара происходит примерно в 10000 раз интенсивнее, чем при использовании обычного пожарного ствола. Вода расходуется очень экономно - около 90% идет на тушение (у обычных пожарных стволов около 10-15%), что позволяет с помощью имеющегося её запаса ликвидировать достаточно серьезное возгорание, а окружающие предметы, стены и пол остаются практически сухими. Срыв горения до-

стигается за счет высокой скорости струи (на максимальной дальности - около 20 м/с), в то время как у традиционных систем такая скорость жидкости только на выходе из ствола.

Еще одной отличительной особенностью системы является почти полное отсутствие электропроводности струи за счет дробления ее на мелкие капли.

Учитывая, что главной задачей является безопасная для личного состава звена ГДЗС локализация и подавление очагов возгорания на ранней стадии, применение универсальной, высокоэффективной и мобильной системы, не требующей подготовки к работе, позволит значительно уменьшить ущерб от пожара за счет своевременного его тушения и сохранения имущества, находящегося в нижележащих помещениях. Известно, что ущерб от пожара порой меньше ущерба от тушения пожара в десятки раз. Ранцевые установки пожаротушения позволят газодымозащитникам свободно передвигаться и маневрировать на месте тушения пожара и проведению аварийно-спасательных работ в непригодной для дыхания среде. Также во время тушения такой установкой значительно снижается риск получения всевозможных травм, снижается нагрузка на пожарный персонал, уменьшается время пребывания личного состава звена ГДЗС в неблагоприятных условиях при тушении пожара.

Для защиты головы, шеи и лица человека от механических и термических воздействий, агрессивных сред, поверхностно-активных веществ (ПАВ), воды при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, а также от неблагоприятных климатических воздействий предназначена каска [2]. Согласно статистике травмирования имеют место быть случаи обрушения конструкций, падения с высоты. Для защиты головы пожарного в большинстве подразделений пожарной охраны используются каски с очень плохой внутренней защитной частью. Имеющиеся во внутренней части каски ляжки должным образом не защищают голову сотрудника от удара. Также неудобным является применение переносимых ручных радиостанций. Следствием этого является увеличение напряженности в экстремальных обстановках, так как связь на пожаре – одно из главных составляющих его успешного тушения, а применение ручных радиостанций доставляет массу неудобств, что может стать причиной травмирования [3]. Поэтому для повышения безопасности и снижения напряженности нами предлагается использование пожарной каски со встроенным переговорным устройством и уплотненной внутренней защитной частью, а также прикрепленным индивидуальным фонарем (рис.3).

Данный комплекс позволит обеспечить безопасность при ведении действий личным составом звена ГДЗС в непригодной для дыхания среде с хорошей защитой головы, освещением и связью, обеспечивающую четкую координацию действий сотрудников.

Для оценки эффективности предлагаемых мероприятий была построена графическая зависимость площади пожара с момента возгорания при тушении традиционным способом и с использованием предложенных мероприятий (рис.4). Показано, что их использование сокращает время пожара на 40%.

Таким образом, предложенные мероприятия будут способствовать уменьшению времени воздействия неблагоприятных факторов, быстрой и четкой координации действий, повышению мобильности звена ГДЗС и его безопасности в целом.



Рис. 1. Наколенники кожаные защитные



Рис. 2. Ранцевая установка пожаротушения "Игла 1-0,4"



Рис. 3. Пожарная защитная каска "Gallet" с встроенной гарнитурой

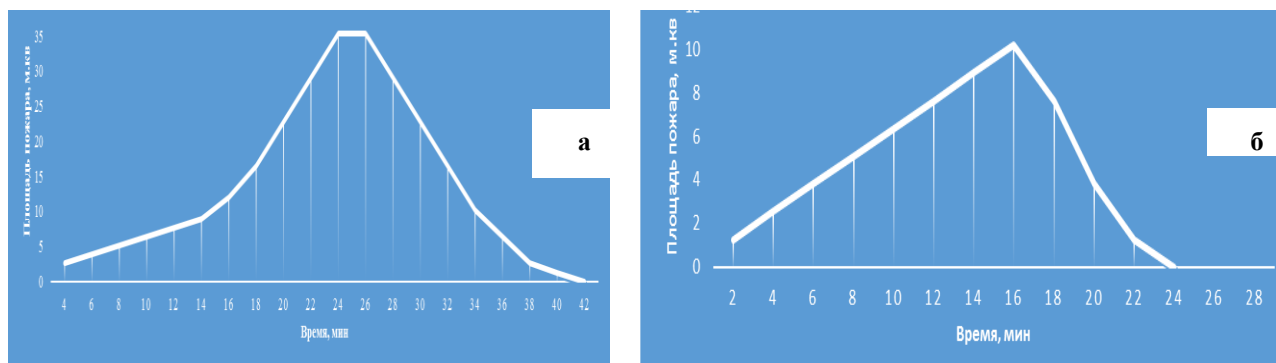


Рис. 4. Изменение площади пожара во времени при тушении традиционным способом (а) и при использовании предложенных мероприятий (б)

Эффективность данных мероприятий заключается в улучшении состояния здоровья работающих, уменьшении травматизма и, следовательно, повысит безопасность личного состава, выполняющего работы в непригодной для дыхания среде, способствует увеличению средней продолжительности их жизни путем улучшения условий труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медгаус В.М. Специальная защитная одежда пожарных / В.М. Медгаус, О.В. Папазова, Н.Н. Попов, А.А. Клычков // Научный вестник НИИГД «Респиратор», 2017. Т 54, В.3, С. 74-82.
2. Приказ МЧС России от 09.01.2013г. №3 «Об утверждении Правил проведения личным составом федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы аварийно-спасательных работ при тушении пожаров с использованием средств индивидуальной защиты органов дыхания и зрения в непригодной для дыхания среде».
3. Кукин П.П., Шлыков В.Н., Пономарев Н.Л., Сердюк Н.И./ Анализ и оценка риска производственной деятельности: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 2007. – 328 с.: ил.

УДК 614.847.9

Д. В. Сорокин, А. Л. Никифоров, О. Г. Циркина, С. Н. Ульява, В. О. Лутошкин
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ БОЕВОЙ ОДЕЖДЫ ПОЖАРНОГО

В работе представлен анализ причин травматизма и гибели пожарных. Сформулированы научно обоснованные требования к созданию современного композиционного материала для боевой одежды пожарного. Приводится состав композиционного теплоизолирующего материала, конструктивное исполнение которого позволяет на стадии производства регулировать его физико-механические показатели для конкретного элемента боевой одежды пожарного. Доказано, что применение композиционного материала для изготовления элементов специальной защитной одежды пожарного позволит обеспечить равномерность распределения температур во внутреннем пространстве одежды и снизить уровень риска производственного травматизма пожарных.

Ключевые слова: боевая одежда пожарного, композиционный материал, физико-механические свойства, термическое воздействие, теплозащита

D. V. Sorokin, A. L. Nikiforov, O. G. Tsirkina, S. N. Ulieva, V. O. Lutoshkin

DEVELOPMENT OF A MODERN COMPOSITE MATERIAL FOR FIRE FIGHTING CLOTHING

The paper presents an analysis of the causes of injury and death of firefighters. Scientifically substantiated requirements for the creation of a modern composite material for firefighter's combat clothing are formulated. The composition of a composite heat-insulating material is given, the design of which allows at the production stage to regulate its physical and mechanical parameters for a specific element of a firefighter's combat clothing. It is proved that the use of a composite material for the manufacture of elements of special protective clothing for a firefighter will ensure the uniformity of temperature distribution in the inner space of clothing and reduce the risk of industrial injuries for firefighters.

Key words: combat clothing of a firefighter, composite material, physical and mechanical properties, thermal effect, heat protection

Анализ статистики травматизма пожарных, опубликованной в открытой печати [1,2], свидетельствует о существовании актуальной проблемы. В статистических данных отмечены следующие основные причины травм и гибели работников пожарной охраны при ликвидации пожаров:

- отравление токсичными газами, продуктами горения, ядовитыми веществами;
- удушье в результате пониженной концентрации кислорода, в том числе комбинированные отравления;
- воздействие высокой температуры;
- обрушение строительных конструкций;
- падения с высоты;
- поражение электрическим током при пожаре;
- отравление при пожаре;
- поражение осколками от взрывов;
- паника людей при пожаре;
- выброс нефтепродуктов;

На основании приведенных данных можно выделить 3 основных причины гибели работников ПО: отравление токсичными продуктами горения на пожаре – 23 %; воздействие высокой температуры на пожаре – 21 %; получение травмы, несоместимой с жизнью, в результате обрушения строительных конструкций – 18 %.

Данные причины напрямую связаны с недостаточным обеспечением пожарного средствами защиты и их уязвимостью. В связи с этим возникает вопрос об эффективности защитных свойств современной специальной одежды. Что же представляет собой боевая одежда пожарного (БОП)?

Боевая одежда пожарного – это комплект многослойной специальной защитной одежды общего назначения, состоящий из куртки, брюк (полукombineзона) и предназначенный для защиты пожарного от опасных и вредных факторов окружающей среды, которые возникают при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, а также от неблагоприятных климатических воздействий [3].

БОП используется при тушении всех видов пожара. До конца 80-х годов БОП изготавливалась только из брезента или текстильной основы с нанесенным полимерным пленочным покрытием (винилискожа-Т). В настоящее время в связи с многообразием и сложностью оперативно-тактических задач, связанных с тушением пожаров на различных объектах, применяется боевая одежда различных типов, которые отличаются по конструктивному исполнению и применяемым материалам [4].

От качества боевой одежды напрямую зависит результат работы пожарного. То есть комплект боевой одежды должен максимально надежно защищать организм человека от воздействия опасных факторов пожара и, в первую очередь, от действия высоких температур и открытого пламени. Для защиты от открытого пламени материалы, из которых изготовлены элементы костюма, должны быть изготовлены из негорючих материалов. Для защиты от высокотемпературных воздействий предусмотрено использование теплоизолирующих материалов, предназначенных для сдерживания и ослабления внешнего теплового потока.

Анализ литературных источников (включая патентный поиск), посвященных вопросам, связанным с разработкой перспективных моделей БОП, показывает, что в настоящее время активно ведется работа по совершенствованию специальной защитной одежды пожарного, однако, как правило, все инновации сводятся к изменению состава пакета материалов и созданию узконаправленных комплектов защитной одежды для целевого применения. С точки зрения обеспечения теплозащитных функций, рассмотренные комплекты БОП выполнены по классической технологии, при которой практически не учитывается роль тепломассообменных процессов в системе «Человек – БОП – Окружающая среда» и влияние эксплуатационных нагрузок на обеспечение безопасности пожарного [5].

На рис.1 представлен пакет материалов и тканей, традиционно используемых для изготовления элементов БОП. Материал верха выполняется из негорючих материалов и предназначен для защиты от кратковременного воздействия открытого пламени, а также механических воздействий. Водонепроницаемый слой, выполненный из различных полимерных материалов, служит для защиты от негативных воздействий влаги, ветра. Теплоизолирующая подкладка выполняется из материалов с низкой теплопроводностью и необходима для защиты от внешних тепловых потоков. Гигиенический слой имеет непосредственный контакт с кожными покровами и выполняется из антиаллергенных материалов (как правило, из хлопчатобумажной ткани) [6].

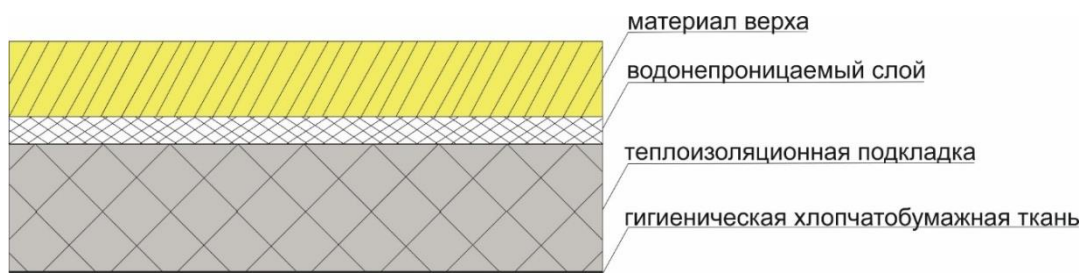


Рис. 1. Структура пакета материалов традиционной БОП

Самым распространенным материалом верха до сих пор является брезент, который также проходит специальную обработку с целью снижения горючести и придания ему гидрофобных свойств. В качестве материала верха зачастую используются текстильные материалы с нанесенным полимерным пленочным покрытием. В качестве таких покрытий используются винилхлорид, полиуретан, силоксаны. Для снижения горючести, а также придания специальных свойств, направленных на сдерживание тепловых потоков, придания эластичности при пониженных температурах, снижения способности образовывать расплавленные капли, устойчивости к действию ультрафиолетового излучения и др. в состав пленкообразующих полимеров вводятся специальные добавки. В настоящее время наиболее совершенные комплекты боевой одежды, обеспечивающие высокие показатели защиты, изготавливаются из тканей, произведенных из негорючих материалов – кевлара, пара- и метаарамидных волокон с полимерным покрытием и без него, а также их смесовые композиции с различным содержанием шерсти или других вложений. Наиболее известными зарубежными материалами из арамидных волокон являются Конекс, Кевлар и Номекс. Отечественными предприятиями выпускаются термостойкие текстильные материалы Русар, СВМ, Арселон и Армос. В табл. 1 представлены технические характеристики нитей термостойких волокон, представленных на рынке в Российской Федерации. Следует отметить, что использование таких материалов существенно сказывается на стоимости комплекта боевой одежды и выступает сдерживающим фактором их массового использования для изготовления защитных комплектов одежды.

Таблица 1. Технические характеристики термостойких волокон

Волокно	Плотность, кг/м ³	Прочность, МПа	Отн. удлинение, %	Модуль упругости, ГПа	Влагосодержание, %	Кислородный индекс
Номекс	1380		15,0	20	9,0	29
Кевлар	1440	3,0-3,5	2,5-3,0	130-160	2,0-3,0	31
Тварон	1440	3,0-3,5	2,5-3,0	130-160	2,0-3,0	31
Технора	1440	2,7-3,5	3,0-4,5	80-100	2,0-3,0	27-30
Конекс	1370-1380		15,0	8-20		28
Фенилон	1370-1380		15,0-17,0	8-20	4,0-5,0	29
Аримид	1410-1430	7,0	6,0-8,0	10-15	1,0-1,5	35-48
СВМ	1430	4,2-4,5	3,0-3,5	130-150	3,5-5,5	37-43
Армос	1430	4,5-5,5	3,0-4,0	140-160	3,0-4,0	37-43
Русар	1440	4,2-4,5	3,0-3,5	135-150	3,0-4,0	30-33
Терлон	1440	3,0-3,5	2,5-3,0	130-170	2,0-3,0	27-30
Турлен	1430-1460	1,5-4,5	10,0-15,0	10-25	15,0-24,0	40-43
Тогилен	1400	3,8	15,0-30,0	15-30	12,0-14,4	40-46
Арселон	1430-1500		12,0-15,0	30-55	8,0-12,0	30-31

Основную теплозащитную функцию в комплекте БОП выполняет теплоизоляционная подкладка, выполненная из материалов обладающих низкой теплопроводностью. Для теплоизолирующих слоев как правило используются элементы, изготовленные из шерстяных войлока или ватина, прошедших огнезащитную и водоотталкивающую обработку. При ряде важных преимуществ, эти материалы обладают невысокой огнестойкостью. Обработка антипиренами повышает их огнестойкость, но при этом отрицательно сказывается на эргономических и физиолого-гигиенических показателях. Теплоизоляционные материалы должны обладать низкой деформацией в результате многократного сжатия за время эксплуатации. Данный показатель является основополагающим, поскольку именно от него зависит сохранение теплозащитных функций на весь срок эксплуатации комплекта БОП. Следует обратить внимание на тот факт, что данный слой служит основной защитой от механических повреждений вследствие падений или ударов, получаемых пожарным от элементов обрушающихся конструкций. Вместе с тем необратимые деформации данного элемента одежды существенно сказываются на качестве защитного действия комплекта БОП в целом. Большой вес данных элементов является еще одной негативной характеристикой используемых для их изготовления материалов.

В целом можно сделать вывод, что классическая схема построения БОП, состоящей из отдельных элементов, изжила себя и требуются новые подходы к созданию комплектов специальной одежды, предназначенной для обеспечения защиты пожарного от негативных факторов, возникающих при выполнении им боевых задач на пожаре.

Исходя из этого, можно определить следующие основные положения концепции подхода к созданию современной БОП:

- использование в конструкции БОП негорючих полимерных материалов, разработанных с учетом последних достижений науки, техники и технологии;
- использование прогрессивных комбинированных методов защиты от тепловых воздействий различной природы;
- изготовление отдельных элементов БОП с учетом реального воздействия на них тепловых потоков различной физической природы;
- отказ от использования индивидуальных многослойных компонентов БОП (верха, теплоизолирующей подстежки и т.д.) в пользу композиционного теплоизолирующего материала.

Если исходить из этой концепции, прослеживается необходимость в выборе основы, на базе которой могут быть сформированы слои с заданными свойствами и создан композиционный материал, удовлетворяющий требованиям положений, составляющих основу сформулированной концепции. На наш взгляд, в качестве такой основы может служить текстильная матрица, выполненная по технологии объемного (3D) ткачества. Данная технология позволяет изготавливать материалы элементов костюма БОП, имеющие различные физико-механические показатели, учитывающие вероятность поражения наиболее уязвимых участков тела. При этом различные элементы костюма могут иметь разную толщину. Данная технология обеспечивает плавный бесшовный переход от одного габарита к другому, элементы могут иметь различную жесткость, а поверхности материала могут быть изготовлены из различных видов волокон, например, верх – из негорючего арамидного волокна, а внутренний гигиенический – из хлопка. Все это важно, так как в соответствии с проведенными исследованиями на различные участки БОП в реальных условиях пожара воздействуют тепловые потоки различной интенсивности, т.е. максимальная защита должна обеспечиваться именно на проблемных участках, что может быть достигнуто за счет толщины матрицы. Именно толщина матрицы является основным сдерживающим фактором для внешних тепловых потоков. Жесткость матрицы определяет степень защиты от механических воздействий, в том числе и от деформаций, возникающих в процессе длительной эксплуатации, т.е. элементы матрицы должны обладать определенными показателями жесткости и упругости. Выбор конструктивных материалов матрицы, видов переплетения, а также вспомогательных слоев определяется требованиями к обеспечению максимальной защиты от негативных, в том числе, комбинированных, воздействий.

Технический результат разработки заключается в создании композиционного полимерного водонепроницаемого материала с требуемыми тепло- и огнезащитными показателями и высокой устойчивостью к механическим деформациям.

Структура разработанного композиционного полимерного материала представлена на рис. 2.

Композиционный полимерный материал состоит из объединенных слоев: огнезащитного слоя 1, на который с фронтальной стороны нанесено пленочное покрытие 2, и теплоизолирующего слоя 3, с тыльной стороны соединенного с гигиеническим слоем 4. Пленочное покрытие 2 выполнено из кремнийорганического полимера с наполнителем из вакуумированных микросфер и отражающим инфракрасное излучение пигментом. Теплоизолирующий слой 3 выполнен из термостойких синтетических волокон. Огнезащитный слой 1 и теплоизолирующий слой 3 соединены друг с другом посредством перемычек и располагаются на расстоянии $L=5\div 12$ мм друг от друга. Перемычки 5 выполнены из армированных нитей толщиной $0,1\div 1$ мм из негорючего материала. Физико-механические показатели композиционного полимерного материала можно регулировать за счет изменения толщины армированных нитей перемычек, их плотности и вида ткачества.

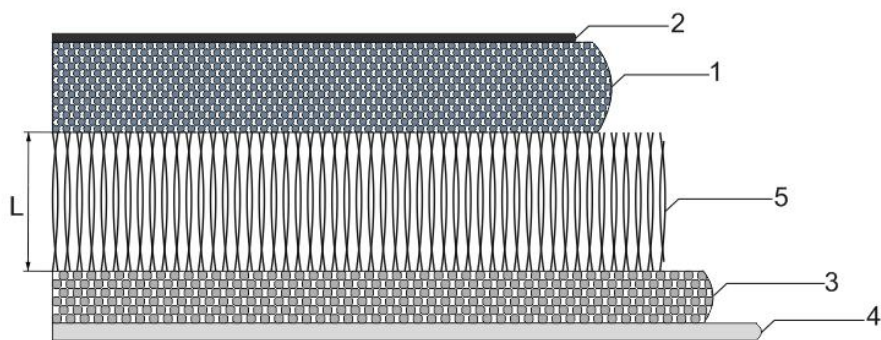


Рис. 2. Структура композиционного полимерного материала

Выводы по работе:

- сформулированы научно обоснованные требования к созданию современного композиционного материала для боевой одежды пожарного;
- разработан композиционный теплоизолирующий материал, конструктивное исполнение которого позволяет на стадии производства регулировать его физико-механические показатели для конкретного элемента БОП;
- показано, что применение композиционного материала для изготовления элементов специальной защитной одежды пожарного позволит обеспечить равномерность распределения температур во внутреннем пространстве одежды и снизить уровень риска получения тепловых травм и производственного травматизма пожарных в целом, а также повысить эффективность выполнения задач по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выписка из федеральной базы данных «Пожары». Основные статистические показатели по пожарам, произошедшим в 2011-2018 гг. в Российской Федерации. ВНИИПО. – 2019 г.
2. *Сорокин, Д.В.* Статистическое обоснование необходимости разработки и усовершенствования технических средств обеспечения безопасности пожарных / Д.В. Сорокин, А.Л. Никифоров, О.Г. Циркина // Сборник материалов X всероссийской научно-практической конференции «Надежность и долговечность машин и механизмов». – Иваново: ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС России. – 2019. – С. 523-528.
3. ГОСТ Р 53264-2009. Техника пожарная. Специальная защитная одежда пожарного. Общие технические требования. Методы испытаний. Национальный стандарт Российской Федерации. – М: Стандартинформ. – 2009. – 37 с.
4. Классификация и история появления боевой одежды пожарного [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://gidro.tech-group.pro/klassifikaciya_istoriya_royavleni (дата обращения 03.09.2020)
5. *Таласпаева, А. А.* Анализ существующих разработок в области проектирования спецодежды пожарных / А. А. Таласпаева, Р.О. Жилисбаева // Вестник Алматинского технологического университета. – 2013. – №4. – С. 16-21.
6. *Сорокин, Д.В.* Боевая одежда пожарного – актуальные вопросы защиты / Д.В. Сорокин, Д.В. Зайцев, А.Л. Никифоров, В.В. Булгаков, В.А. Комельков // Сборник материалов Межвузовской научно-технической конференции аспирантов и студентов (с международным участием) «Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК – 2016). – Иваново: ФГБОУ ВО ИГПУ. – 2016. – С 108-109.

УДК 662.61

*Н. Е. Тимофеев¹, М. С. Резников², А. Ш. Мингазов², В. В. Емельянов²,
Р. Р. Димухаметов¹, В. Л. Гинзбург², Л. Р. Галимов¹, Н. Г. Турханова²*

¹ ФГБОУ ВО КНИТУ

² АО ЧПО им. В.И. Чапаева

ГЕНЕРАТОР ОГНЕТУШАЩЕГО АЭРОЗОЛЯ С НИЗКОЙ ЗАЖИГАТЕЛЬНОЙ И КОРРОЗИОННОЙ СПОСОБНОСТЬЮ

Разработана конструкция генератора огнетушащего аэрозоля с низкой зажигательной и коррозионной способностью. Разработаны новые аэрозолеобразующие огнетушащие составы без импортного дициандиамида. В составы введены отечественные добавки, позволившие уменьшить температуру аэрозоля на 300 °С, исключить образование коррозионно активного гидроксида калия.

Ключевые слова: генератор огнетушащего аэрозоля, коррозия, температура продуктов сгорания, конструкция, аэрозолеобразующий состав, пожаротушение.

*N. E. Timofeev, M. S. Reznikov, A. Sh. Mingazov, V. V. Emelyanov,
R. R. Dimukhametov, V. L. Ginzburg, L. R. Galimov, N. G. Turkhanova*

FIRE EXTINGUISHING AEROSOL GENERATOR WITH LOW INCENDIARY AND CORROSIVE CAPACITY

The design of a fire extinguishing aerosol generator with a low incendiary and corrosive capacity has been developed. New aerosol-forming fire extinguishing agents without imported dicyandiamide have been developed. Domestic additives were added to the compositions, which allowed reducing the aerosol temperature by 300 °C and eliminating the formation of corrosive potassium hydroxide.

Keywords: generator of fire-extinguishing aerosol, corrosion, temperature of combustion products, construction, aerosol-forming composition, fire fighting.

ГОА переносные серии «Стражник П», предназначены для оперативного применения при ликвидации пожаров классов «А» (подкласс «А₂» - нетлеющие материалы), «В», «С», «Е» в условно герметичных помещениях, в том числе электроустановок и электрооборудования, находящихся под напряжением до 35 кВ, а также для локализации пожаров класса «А» подкласса «А₁» (ликвидация пламенного горения) (согласно ст. 8 Федерального закона от 22.07.2008 №123-ФЗ) в помещениях классов Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф5 функциональной пожарной опасности (согласно ст. 32 Федерального закона № 123-ФЗ).

Генераторы огнетушащего аэрозоля переносные (ГОАП) серии «Стражник П» соответствуют требованиям ГОСТ Р 53285-2009 Техника пожарная [1,2].

ГОАП являются изделиями однократного (разового) применения.

Модификации ГОАП могут использоваться в ручном режиме (как огнетушитель) для тушения по поверхности небольших открытых очагов горения нетлеющих материалов площадью до 0,35 м² (наибольшая эффективность достигается при тушении электропроводки, электрокабелей, различных видов пластмасс и пластиков, ЛВЖ и ГЖ, нетлеющих материалов). ГОАП также эффективны при локализации открытого горения, например одежды на человеке.

Способ подачи огнетушащего аэрозоля генератором «Стражник - 2(3)» - непосредственно в защищаемый объем или на горящую поверхность.

Внешний вид ГОАП изображен на рисунке 1.

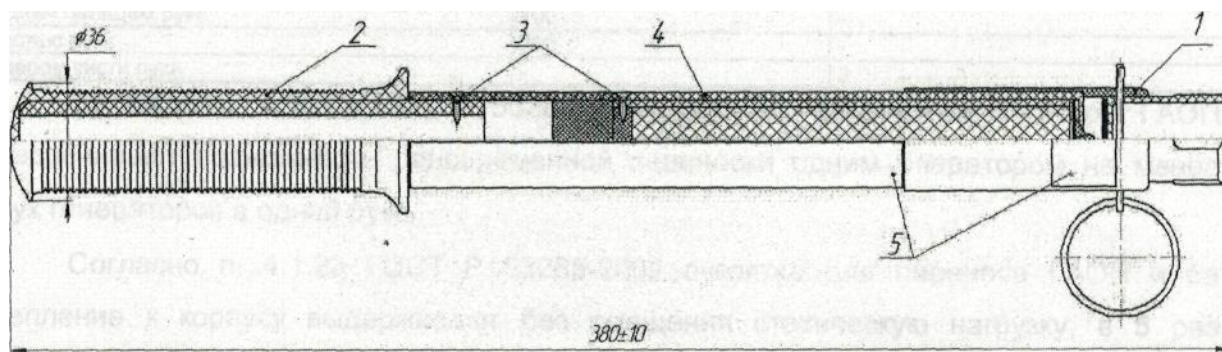


Рис. 1. Общий вид ГОАП

1- пробка-терка в сборе; 2- ручка в сборе; 3 - винт 2,5x10; 4 - корпус снаряженный; 5- этикетка

Конструкционные материалы и покрытия ГОАП обеспечивают:

- механическую прочность;
- требуемую надежность;
- безопасную работу в заданных условиях эксплуатации.

Габаритные размеры генератора (обеих модификаций):

- Длина - (380 ± 10) мм;
- Диаметр - (46 ± 2) мм.

Масса снаряженного генератора (с ручкой/без ручки):

- «Стражник -2» - 300/220 г, не более;
- «Стражник -3» - 320/240 г, не более.

Масса аэрозолеобразующего состава в снаряженном генераторе:

- «Стражник-2» - $(60 \pm 5,0)$ г;
- «Стражник -3» - $(80 \pm 7,0)$ г.

Аэрозолеобразующий огнетушащий состав (АОС) в снаряженном генераторе состоит из следующих компонентов: калиевая селитра 70%, идитол – 11% и дициандиаמיד – 19%.

Разработаны новые аэрозолеобразующие огнетушащие составы без импортного дициандиамида. В составы введены отечественные добавки, позволившие уменьшить температуру аэрозоля на 300 °С, исключить образование коррозионно активного гидроксида калия.

Параметры приведения ГОАП в действие - усилие или энергия [2]- не превышают значений, указанных в таблице 1, а усилие снятия блокировочного или защитного устройства находится в пределах от 30 до 100 Н.

Таблица 1. Параметры приведения ГОАП в действие

Способ приведения в действие	Параметры приведения ГОАП в действие	
	Усилие, Н	Энергия, Дж
Одним пальцем руки	100	-
Кистью руки	200	-
Ударом кисти руки	-	3

Форма и габаритные размеры ГОАП обеспечивают возможность одновременной переноски одним оператором не менее двух генераторов в одной руке.

Рукоятка для переноса ГОАП и ее крепление к корпусу выдерживают без смещения статическую нагрузку, в 5 раз превышающую массу генератора, снаряженного узлом пуска, прилагаемую вертикально вниз или вверх (на отрыв рукоятки) и горизонтально в двух перпендикулярных направлениях (на излом рукоятки), в зависимости от конструкции ГОАП, в течение 5 мин. Точка приложения усилия должна находиться в центре рукоятки.

Условия эксплуатации

ГОАП сохраняет работоспособность при воздействии на него:

- температуры окружающей среды от минус 50 °С до плюс 50 °С;
- относительной влажности среды до 80 % при 25 °С без конденсации влаги.

Технические данные

Продолжительность (время) подачи огнетушащего аэрозоля во всем диапазоне температур эксплуатации:

- «Стражник -2» - 60 (+5/-10) с.
- «Стражник -3» - 80 (+5/-15) с.

Время задержки срабатывания (для обеих модификаций)¹ - (5 ± 1) с.

Максимальный защищаемый объем условно-герметичного помещения/площадь тушения локально-поверхностного возгорания

Максимальный защищаемый объем условно-герметичного помещения/площадь тушения локально-поверхностного возгорания:

- «Стражник -2» - 1,0 м³/ 0,3 м².
- «Стражник -3» - 1,5 м³/ 0,35 м².

Размер температурных зон струи продуктов сгорания АОС

Размер температурных зон продуктов сгорания АОС:

- размер зоны с температурой выше 200 °С - 0,15 м.
- размер зоны с температурой выше 75 °С - 0,5 м.

Максимальная температура корпуса в зоне ручки генератора

Максимальная температура корпуса в зоне ручки генератора не превышает 65 °С.

Огнетушащая интенсивность подачи аэрозоля

Огнетушащая интенсивность подачи аэрозоля, кг/м³с:

- «Стражник - 2» - 0,001.
- «Стражник - 3» - 0,00067.

Количество тепла, выделяемое при работе ГОАП

Количество тепла, выделяемое при работе ГОАП:

- «Стражник - 2» - 220 КДж;
- «Стражник - 3» - 295 КДж.

Состав продуктов сгорания приведен в таблице 2.

Таблица 2. Состав продуктов сгорания АОС

Компонент	Концентрация, мг/м ³	Объемная доля, %	Конц., мг/г соот.
NH ₃	25	0,0037	0,256
NO ₂	11	0,00061	0,112
H ₂ CN	13,5	0,0012	0,136
CO	460	0,04	4,62
CH ₄	196	0,03	1,97

Состав конденсированных продуктов сгорания АОС:

- 2K₂CO₃·3H₂O - 52,7 %;
- NH₄HCO₃-25,7%;
- KHCO₃-8,2%;
- KNO₃-7,9%;
- другие соединения - 5,5 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Силин Н. А. Пиротехническике аэрозолеобразующие составы и средства объемного пожаротушения на их основе / Н. А. Силин, П. Г. Вертинский, А. И. Сидоров [и др.] // Взрывчатые материалы и пиротехника. - 1993.— Вып.1-2.- С. 17-21.
2. ГОСТ Р 53284-2009. Национальный стандарт РФ. Техника пожарная Генераторы огнетушащего аэрозоля. Общие технические требования. Методы испытаний. - Ввод, в дейст, 18.02.09. № 59-с. -М: Стандартинформ, 2009 -15 с.

УДК 614.8

С. С. Трелин, М. А. Симонова

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

АНАЛИЗ ПОЖАРОВ НА ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В данной статье рассмотрена проблема пожарной опасности деревообрабатывающих предприятий.

Проанализировав статью, выявил основные причины возникновения пожара на деревообрабатывающих предприятиях и меры пожарной безопасности. Проведен анализ количества пожаров, погибших и травмированных людей, а так же нанесенный ущерб за последние 5 лет.

Ключевые слова: деревообрабатывающие предприятия, пожарная безопасность, анализ пожаров, пожарная опасность, древесина, промышленные объекты.

S. S. Trelin, M. A. Simonova,

ANALYSIS OF FIRES AT WOODWORKING ENTERPRISES

This article deals with the problem of fire hazard of woodworking enterprises.

After analyzing the article, I identified the main causes of fire in woodworking enterprises and fire safety measures. The analysis of the number of fires, dead and injured people, as well as the damage caused over the past 5 years.

Keywords: woodworking enterprises, fire safety, fire analysis, fire hazard, wood, industrial facilities.

Деревообработка традиционно принадлежит к одним из самых пожароопасных производств.

Взрывопожароопасность деревообрабатывающего производства неразрывно связана как с самой технологией производства и производственным оборудованием, так и с физико-химическими свойствами клеев, лаков, растворителей, древесины и её отходов. Особенно большую опасность возникновения пожаров и взрывов при обработке древесины представляют отходы деревообработки (опилки, стружка, древесная пыль), а также пары растворителей, лаков и синтетических клеев.

Таблица 1. Статистика количества пожаров, погибших и травмированных людей, прямой ущерб на деревообрабатывающих предприятиях.

Год	Кол-во пожаров, ед	Зарегистрировано погибших людей, чел	Кол-во травмированных людей, чел	Прямой ущерб, тыс руб
2015	408	11	13	133131
2016	353	4	1	139912
2017	322	3	6	166666
2018	361	4	8	194241
2019	396	10	4	101408

Статистика, исследование пожарной безопасности на деревообрабатывающих предприятиях показывают, что основные случаи возникновения очагов возгораний на территориях, внутри зданий, помещений мастерских, цехов, складов происходят в результате:

– Нарушений при монтаже, эксплуатации различных видов электрооборудования – технологического, осветительного, отопительного. Наиболее частые причины – неплотные соединения жил электрических проводов, кабелей, выполненные с нарушениями ПУЭ, перегрузка двигателей деревообрабатывающих станков; механические повреждения кабельной продукции, находящейся под напряжением.

– Неосторожное обращение с источниками огня – курение, огневые работы, такие как разогрев грунта, водяных систем отопления.

– Газо - электросварочные работы, проведенные на неподготовленных местах, не очищенных от горючих отходов, а также вследствие отсутствия контроля за ними в течение 2 часов по окончании.

– Воспламенение быстровращающихся частей транспортирующего, деревообрабатывающего оборудования в результате сильного трения, перегрева из-за отсутствия контроля за регламентом смазочных работ.

– Грубые нарушения ПБ при производстве работ по склеиванию, окраске, лакированию столярных изделий, корпусной мебели из массива древесины с использованием ЛВЖ, ГЖ.

– Сильное искрообразование при механической обработке древесины при наличии в ней металлических включений.

– Самостоятельное возгорание, тление древесных отходов, пропитанных проливами нефтепродуктов – смазочных масел, топлива.

Большое количество пожаров фиксируется с неустановленными причинами, что свидетельствует о невыявлении истинной причины пожара, либо о некомпетентно проведенном обследовании.

Так, несоответствие электроустановок требованиям нормативных документов имеет под собой ряд причин:

– выполнение монтажа электрооборудования, силовых кабелей, осветительной проводки с отступлением от норм;

– наличие осветительных щитов в помещениях цехов;

– отсутствие калиброванной защиты на групповых электрощитах;

– отсутствие герметичности, наличие отверстий в сварном шве распределительной коробки;

– отсутствие заземления осветительной арматуры и проводников;

– несоответствие предохранителей номинальному току;

– отсутствие главного распределительного устройства цеха и т.д.

Несоответствие производственного здания требованиям строительных норм и правил обычно включает в себя:

– несоответствие зданий требуемой степени огнестойкости;

– наличие полов из искродающих материалов;

– несоответствие дверей требуемому пределу огнестойкости;

– отсутствие противопожарных дверей и тамбуров в смежных помещениях, тамбуров у лифта;

– отсутствие второго эвакуационного выхода;

– наличие в цехе стораемых пристроек и перегородок;

– недостаточную площадь легкобрасываемых конструкций;

– наличие отверстий в стенах, разделяющих смежные помещения.

Наличие конструктивных недостатков кабин, как правило, подразумевает под собой:

– установку вентиляторов не во взрывобезопасном исполнении;

– наличие в кабинах отверстий, щелей, неплотностей в соединении;

– несоответствие габарита кабины габаритам отделяемых материалов;

– наличие козырьков, перекрывающих рабочий проём;

– конструктивные недостатки конвейера при раскачивании изделий в распылительной кабине.

Стоит отметить, что не меньшее количество пожаров и взрывов на предприятиях деревообрабатывающей промышленности возникает просто по несоблюдению эксплуатационных требований в том или ином цехе, отделе, участке. Из наиболее распространённых следует отметить:

– хранение ЛВЖ в цехе в открытой таре;

– хранение пустой тары из-под ЛВЖ в цехе;

– отсутствие периодической уборки оборудования, конструкций от оседающей пыли, отделочных материалов;

– отсутствие чисток воздуховодов, циклонов, фильтров;

– отсутствие планового ремонта вентиляционных систем;

– отсутствие проверки сетей заземления, отсутствие испытаний электропроводки на плотность;

– перегрузка производственных и складских помещений заготовками и готовой продукцией;

– нерегулярная уборка помещений;

– отсутствие и незнание технологической документации;

– отсутствие операторов на рабочем месте.

Противопожарные мероприятия

Анализируя причины пожаров, возникавших на предприятиях по обработке древесины, производству различных видов столярных изделий, сборки корпусной мебели, несложно сделать выводы, что идеальным решением, к которому следует стремиться, является минимизация пожарной нагрузки вокруг рабочих мест, и устранение возможных источников зажигания.

Основными задачами, стоящими перед собственниками, руководителями предприятий, также являются:

- Грамотное, регулярное обучение работников, дежурного персонала диспетчерских служб, пожарных постов, сотрудников охраны объектов мерам ПБ, действиям при пожаре.
- Поддержание противопожарного режима как на территории предприятий, так и внутри производственных цехов, складов, в том числе своевременной уборкой, вывозом древесных отходов, запрещением курения на всей территории производственного объекта.
- Своевременное обнаружение очагов возгораний как автоматическими установками сигнализации, тушения пожаров, так и с помощью централизованной системы видеоконтроля, регулярных обходов территории, зданий сотрудниками охраны в ночной период.
- Ограничение возможного распространения огня, ядовитых дымовых продуктов внутри производственных, складских строений путем устройства противопожарных стен, перегородок с заполнением строительных проемов в них огнестойкими воротами, дверями, люками.
- Ограничение до необходимого технологического минимума использования ЛВЖ, ГЖ в производственных зданиях, исключить сверхнормативное хранение возле окрасочных камер, других рабочих мест.

Кроме того, ответственному за пожарную безопасность предприятия, назначенному приказом руководителя, следует рассчитать необходимое количество пожарного инвентаря – шкафов, щитов, ящиков с песком, ручного инструмента, переносных, передвижных воздушно-пенных, углекислотных, порошковых огнетушителей; приобрести их, расставить на видных, доступных местах.

Нельзя не отметить положительный опыт предприятий по оснащению производственных, складских и бытовых помещений автоматическими установками пожарной сигнализации и пожаротушения, оборудованию зданий системами оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре.

Важными особенностями производства, к которому относится рассматриваемый в нашей работе древесно-подготовительный цех, являются сложность производственных процессов, большое количество различного оборудования, огромные производственные площади. В таких условиях процесс переработки химическими и механическими способами основного сырья – древесины весьма пожароопасный.

Опасность возникновения пожара в древесно-подготовительном цехе зависит в определенной степени от конструкции и материала зданий, технических и организационных причин и характеризуется совокупностью условий, при которых возникает и развивается пожар.

Каждый собственник, руководитель деревообрабатывающего предприятия должен помнить, что несоблюдение требований ПБ на своих, подведомственных, переданных в управление пожароопасных объектах может привести к возникновению очагов огня, их распространению с самыми печальными последствиями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 N 390 «О противопожарном режиме» (вместе с «Правилами противопожарного режима в Российской Федерации»). Пункт 360.
2. СНиП 21-03-2003. Склады лесных материалов. Противопожарные нормы.
3. СП 4.13.130.2009. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Треб. к объемно-планир. и констр. решениям (раздел 6.8).
4. Статистические данные по пожарам с 2015 – 2019 года в РФ, ФГБУ ВНИИПО МЧС России
5. Федеральный закон №123-ФЗ от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
6. *Хорошилов О.А., Пелех М.Т., Бушнев Г.В., Иванов А.В.* Пожарная безопасность технологических процессов: Учебное пособие/ под общей редакцией В.С. Артамонова – СПб: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2012. – 300 с.
7. *Хорошилов О.А., Собкалов А.В.* Методические рекомендации для подготовки к проведению проверки противопожарного состояния деревообрабатывающего завода. — СПб.: СПб университет ГПС МЧС России, 2009. — 39 с.

УДК 614.841.1

Э. Р. Фассалова

ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет

МОНИТОРИНГ ЛЕСНЫХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Для лесных и сельскохозяйственных угодий проводится мониторинг территорий с применением беспилотных летательных аппаратов. Мониторинг проводится с целью оценки состояния больших площадей, а также для своевременного обнаружения возможного возникновения пожаров.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, мониторинг, БПЛА, пожар, площадь, лес, очаг горения, тепловизор.

E. R. Fassalova

MONITORING OF FOREST AND AGRICULTURAL AREAS USING UNMANNED AIRCRAFT

For forest and agricultural lands, territories are monitored using unmanned aerial vehicles. Monitoring is carried out in order to assess the condition of large areas, as well as to timely detect possible fires.

Key words: unmanned aerial vehicle, monitoring, UAV, fire, area, forest, combustion center, thermal imager.

Основные задачи при мониторинге сельскохозяйственных и лесных массивов связаны с оценкой состояния, а также с большими площадями. С помощью беспилотных летательных аппаратов исследовать земли гораздо быстрее и эффективнее, что может увеличить производительность всех работ. Также с использованием БПЛА можно провести мониторинг лесных пожаров и с помощью воздушного наблюдения следить за всей происходящей обстановкой до полной ликвидации очага возгорания. При просмотре лесных пожаров можно определить наличие угрозы распространения пожара к близлежащим населенным пунктам, основные направления распространения пламени, возможное местонахождение людей и техники, которые заняты в ликвидации пожара и с высокой точностью определить правильность расстановки сил и средств. Одновременно с получением информации представителями лесной службы принимаются решения о тактических способах тушения, а маневрирование людскими и техническими ресурсами [1, 5, 6].

С беспилотного летательного аппарата в режиме реального времени передается видео и фотосъемка на пульт управления, чтобы представители лесных служб смогли оценить обстановку и принять решения о тактических способах тушения огня. Проведение детального осмотра действующего лесного пожара производится с высоты 200-400 м.

При осмотре локализованных пожаров особое внимание уделяется дымовым точкам по площади пожара, оценивается степень их опасности с точки зрения возможности возобновления и распространения огня.

Для обнаружения скрытых очагов горения совместно с БПЛА применяются тепловизоры. Полеты для обнаружения скрытых очагов горения производятся в ранние утренние или поздние вечерние часы, когда влияние солнечной радиации минимально.

Российская Федерация обладает самыми обширными лесными богатствами, которые требуют постоянных мероприятий по охране и защите массивов, проведение которых невозможно без авиации. Еще 20 лет назад федеральный орган управления лесным хозяйством ежегодно привлекал до 800 воздушных судов (налет составлял более 200 тыс. ч). Следует отметить, что лесное хозяйство являлось крупнейшим в стране государственным потребителем авиауслуг [2, 8, 10].

Патрульный полет над локальными территориями лесного фонда при нормальной видимости выполняется на высоте 500-700 м. В качестве карт для обследования территорий используются топографические карты уменьшенного масштаба.

Для мониторинга местности применяется следующий мобильный комплекс:

- видеокамеры и фотокамеры оптического диапазона;
- видеокамеры инфракрасного (ИК) диапазона (тепловизоры).

В ходе выполнения полета по маршруту воздушного патрулирования определенной территории диспетчер, осуществляя просмотр видео и фото изображения, передаваемого с БПЛА, ведет наблюдение за появлением дыма и одновременно контролирует параметры полета (особое внимание уделяется удаленности БПЛА от

точки запуска, скорости и направлению ветра, состоянию батарей). Видеокамера БПЛА устанавливается таким образом, чтобы обеспечивался обзор пролетаемой местности с частичной видимостью горизонта. При обнаружении дыма, диспетчер переводит режим полета БПЛА в ручной или полуавтоматический для того, чтобы можно было изменить маршрут и отправить аппарат к дымовой точке [3, 7, 11].

За каждым лесным пожаром, возникшим на обслуживаемой территории, устанавливается наблюдение с воздуха с момента его обнаружения и до полной ликвидации.

Общий осмотр пожара производится на высоте полета 500-700 м. При каждом осмотре на карту-схему наносятся четкие границы пожара и около нее указывается дата осмотра и площадь, что позволяет выявить динамику распространения пожара.

Фотосъемка с беспилотного летательного аппарата также предназначена для архива документов по лесным пожарам с указанием мест возникновения очага возгорания и его распространения.

Необходимость облета пожара устанавливается на основании информации, получаемой от руководителя тушения лесного пожара. Облет площади лесного пожара производится 2-3 раза в день.

Если пожарная техника прикрепленная при лесном хозяйстве оборудована «радиомаяками» из комплекта БПЛА, то при полете БПЛА в зоне их действия она отображается на экране наземной станции управления.

При движении колонны лесопожарной техники к лесному пожару (в зоне действия лесного пожара) применяется БПЛА для разведки подъездных путей, а также путей эвакуации в случае внезапного изменения лесопожарной обстановки (усиления пожара) [4, 8, 12].

Для оперативного маневрирования людскими и техническими ресурсами предусмотрено наличие двухсторонней радиосвязи между оператором БПЛА и наземными командами пожаротушения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Sharafutdinov, A.A.* Development of a method for calculating fire and oil spills parameters/ A.A. Sharafutdinov, F.S. Khafizov, I.F. Khafizov, A.V. Krasnov, A.V. Akhmetshafizov, V.I. Zakirova, A.N. Khafizova// AIP Conference Proceedings. 28. Сер. «28th Russian Conference on Mathematical Modelling in Natural Sciences». 2020. С. 070004.
2. *Sharafutdinov, A.A.* Structural and intelligent scheme of navigation system of a ground-based mobile robot for forming a traffic route/ A.A. Sharafutdinov, A.Y. Timasheva// 2020 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 860(1), 012019
3. *Khafizov, F.S.* Evaluation of the mobile simulator for fire protection training/ F.S. Khafizov, A.M. Gazizov, I.F. Khafizov, A.A. Sharafutdinov// CEUR Workshop Proceedings. Сер. «CSASE 2018 - Proceedings of the Annual Scientific International Conference on Computer Systems, Applications and Software Engineering». - 2018.
4. *Шарафутдинов, А.А.* Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного мониторинга окружающей среды / А.А. Шарафутдинов, С.А. Имамудинов, А.Н. Мухаметьянова, А.Т. Табульдина, Т.А. Маннанов // Нефтегазовое дело. - 2018. - № 2. - С. 99-116.
5. *Устюжанина, А.Ю.* Прогнозирование чрезвычайных ситуаций на предприятиях нефтехимии с применением геоинформационных технологий / А.Ю. Устюжанина, А.А. Ганиева, А.А. Шарафутдинов// В сборнике: Современные технологии в нефтегазовом деле - 2016. Сборник трудов Международной научно-технической конференции посвященной 60-летию филиала. - 2016. - С. 442-447.
6. *Хафизов, И.Ф.* Проектирование технических средств обучения для специалистов нефтегазового комплекса на основе оптимального множества тренингов / И.Ф. Хафизов, А.А. Кудрявцев, Д.И. Шевченко, А.А. Шарафутдинов// В сборнике: Современные технологии в нефтегазовом деле - 2016. Сборник трудов Международной научно-технической конференции посвященной 60-летию филиала. - 2016. - С. 366-369.
7. *Шарафутдинов, А.А.* Особенности применения информационно-ситуационных технологий в области обеспечения комплексной безопасности объектов / А.А. Шарафутдинов, Е.А. Пономарева, Е.С. Егорова// Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. - 2016. - № 1-2 (5). - С. 194-196.
8. *Хафизов, И.Ф.* Применение геоинформационных технологий на предприятиях нефтехимии / И.Ф. Хафизов, А.А. Шарафутдинов, А.Ю. Устюжанина, А.М. Галимов // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. - 2016. - № 1-1 (7). - С. 76-80.
9. *Шарафутдинов, А.А.* Применение автоматизированной системы связи и оперативного управления подразделениями пожарной охраны государственной противопожарной службы при тушении крупных пожаров / А.А. Шарафутдинов, Ф.Ш. Хафизов, А.А. Кудрявцев, Р.Р. Каримов // Нефтегазовое дело. - 2015. - № 1. - С. 345.
10. *Шарафутдинов, А.А.* Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного мониторинга окружающей среды / А.А. Шарафутдинов // Нефтегазовое дело. - 2018. - № 2. - С. 99.

11. Фукалов, Д.С. Разработка и создание приложения по моделированию чрезвычайных ситуаций на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса для совместной подготовки оперативно-диспетчерского персонала / Д.С. Фукалов, А.Ю. Устюжанина, А.А. Галкина, К.Э. Писаренко, А.А. Шарафутдинов // Информационные технологии. Проблемы и решения: Материалы Международной научно-практической конференции. - 2017. - № 1 (4). - С. 56-61.

12. Шарафутдинов, А.А. Инновационные методы ликвидации аварий, связанных с открытыми выбросами с возгоранием, при разработке нефтяных месторождений / А.А. Шарафутдинов, С.А. Имамутдинов, И.А. Хайретдинов // В сборнике: Актуальные проблемы и современные технологии обеспечения пожарной, экологической и промышленной безопасности. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. - 2017. - С. 99-101.

УДК 614.841

И. Р. Хасанов, М. В. Фомин, С. А. Зуев, С. Г. Панфилов
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

Рассмотрена специфика пожарной опасности многофункциональных зданий. Выявлены особенности противопожарных требований к таким объектам. Приведены примеры компьютерного моделирования развития пожаров в многофункциональных зданиях различного назначения. Предложен комплекс требований по противопожарной защите многофункциональных зданий.

Ключевые слова: многофункциональные здания, моделирование пожара, опасные факторы пожара, нормативные требования пожарной безопасности.

I. R. Khasanov, M. V. Fomin, S. A. Zuev, S. G. Panfilov

ENSURING FIRE SAFETY OF MULTIFUNCTIONAL BUILDINGS

The specifics of fire hazard of multifunctional buildings are considered. The features of fire protection requirements for such objects are revealed. Examples of computer simulation of fire development in multifunctional buildings for various purposes are given. A set of requirements for fire protection of multifunctional buildings is proposed.

Key words: multifunctional buildings, fire modeling, fire hazards, regulatory requirements for fire safety.

Многофункциональные здания и комплексы (далее - МФЗ) привлекательный и быстро развивающийся сегмент российского рынка недвижимости. Очень трудно представить современный город без многофункциональных зданий. Как правило, это - гостиницы, офисные и торговые центры, жилые комплексы. В целом деятельность данных зданий представляет собой совокупность услуг по организации торговли, общественного питания, бытового обслуживания, культурно-развлекательного досуга, проживания и т.п. К особенностям МФЗ можно отнести большую площадь объекта, массовое скопление людей, наличие различных групп мобильности населения, различные виды горючей нагрузки [1, 2].

Одним из основных объемно-планировочных решений в торгово-развлекательных центрах стало устройство атриумов. Особенности решений атриумов и существенных для обеспечения пожарной безопасности, являются: развитое по вертикали многосветное пространство, объединяющее различные уровни атриума в общий объем; поэтажные галереи, балконы, на которые могут выходить помещения различного назначения.

Пожары в МФЗ зданиях характеризуются большой площадью и угрозой жизни многочисленным посетителям и служащим. Так, трагический пожар в торговом центре «Зимняя вишня» в г. Кемерово, при котором погибло 60 чел., еще раз показал необходимость принятия особых мер пожарной безопасности и разработки нормативных требований к проектированию систем пожарной защиты МФЗ.

В соответствии со статьей 5 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [3] каждый объект защиты должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности. Существующие нормативные документы, как правило, не конкретизируют требования к зданиям именно с точки зрения их многофункциональности и предъявляют в основном требования к отдель-

ным помещениям различной функциональной пожарной опасности. Также многофункциональность зданий не следует рассматривать только с точки зрения наличия в них отдельных помещений разной функциональной пожарной опасности, поскольку это характерно для подавляющего большинства зданий. Многофункциональность должна оцениваться наличием в здании основных групп помещений, предназначенных для выполнения разных функций.

К МФЗ должны применяться стандартные требования пожарной безопасности. При этом в изменениях к существующим нормативным документам по пожарной безопасности и во вновь разрабатываемых нормах следует предусматривать специальные требования, упорядочивающие проектирование зданий именно с точки зрения их многофункционального назначения. В связи с этим была проведена исследования по разработке комплекса нормативных требований по противопожарной защите МФЗ.

Проведенный анализ пожаров на многофункциональных объектах, рассмотрение нормативных требований по обеспечению пожарной безопасности позволили изучить особенности устройства таких зданий. Были проведены исследования распространения опасных факторов пожара (далее – ОФП) в МФЗ при различных сценариях возникновения и развития пожара на основе метода полевого (CFD) математического моделирования. По каждому сценария пожара были проведены также расчеты эвакуации людей. Расчетное время эвакуации людей определялось по математической модели индивидуально-поточного движения людей из здания. Расчетное время эвакуации людей из здания устанавливалось по времени выхода из него последнего человека. По результатам исследований для каждого рассматриваемого МФЗ были разработаны инженерно-технические мероприятия и противопожарные требования, которые были отражены в специальных технических условиях и использованы при проектировании и строительстве объектов.

Одними из распространенных многофункциональных объектов являются высотные жилые комплексы. В качестве характерного МФЗ рассмотрен многофункциональный высотный жилой комплекс с подземной автостоянкой, входящий в состав московского международного делового центра «Москва-Сити». Комплекс представляет собой архитектурную композицию из стилобатной с подземным пространством и высотной частей.

В целях изучения особенностей распространения ОФП рассмотрены наиболее опасные сценарии развития пожара. Так, пожар, возникший на кухне типовой квартиры на 55-ом этаже, приводит к быстрому распространению ОФП с последующим блокированием эвакуационных выходов (рис. 1-2).

Моделирование пожара в офисном помещении, расположенном на втором этаже, также показало, что происходит блокирование эвакуационных выходов распространяющимися ОФП (рис. 3-4).

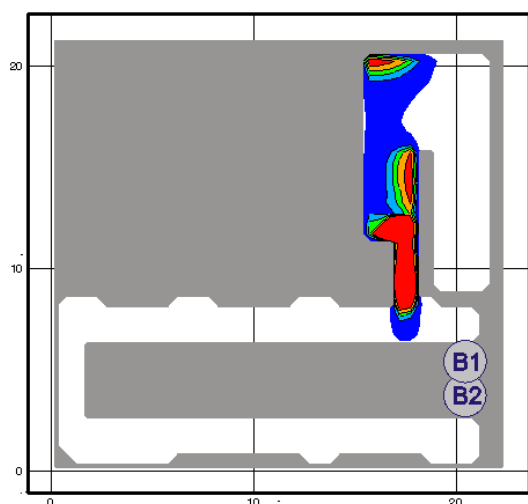


Рис. 1. Оптическая плотность дыма (Нп/м) в горизонтальном сечении на высоте 1,7 м от уровня пола в момент времени 70 с при пожаре в квартире

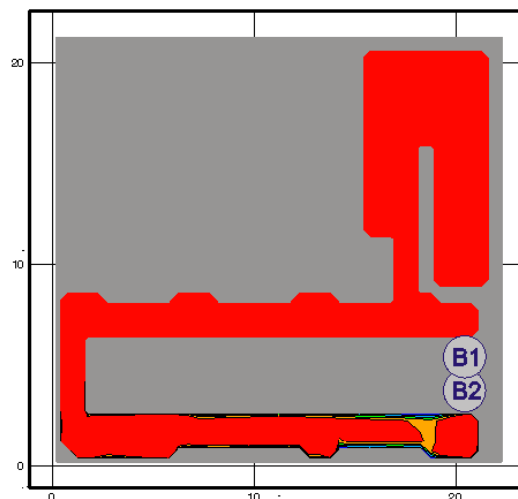


Рис. 2. Оптическая плотность дыма (Нп/м) в горизонтальном сечении на высоте 1,7 м от уровня пола в момент времени 270 с при пожаре в квартире

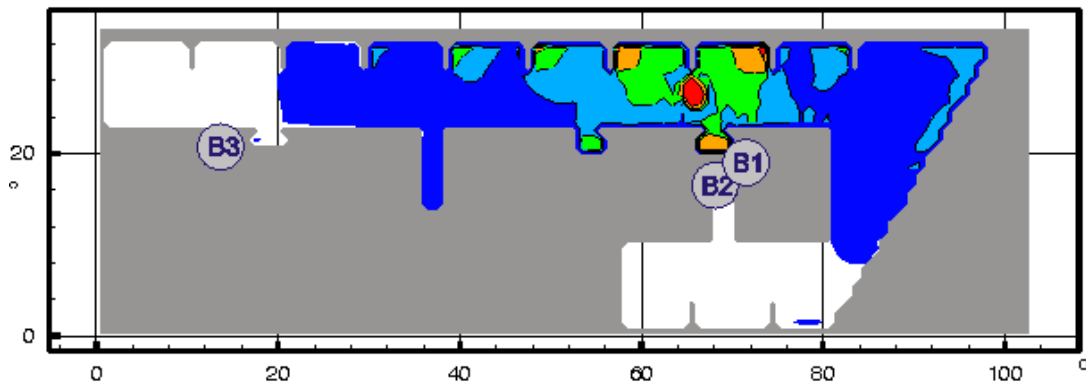


Рис. 3. Оптическая плотность дыма (Нп/м) в горизонтальном сечении на высоте 1,7 м от уровня пола в момент времени 300 с при пожаре в офисном помещении

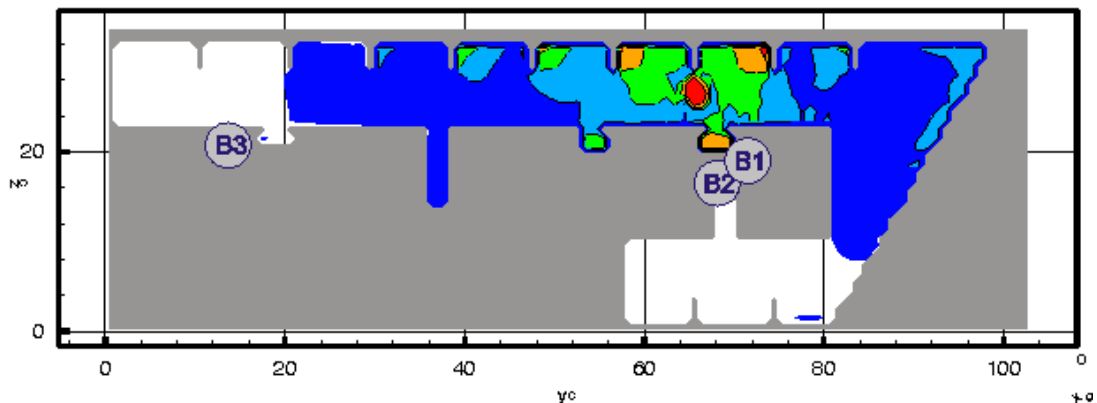


Рис. 4. Оптическая плотность дыма (Нп/м) в горизонтальном сечении на высоте 1,7 м от уровня пола в момент времени 490 с при пожаре в офисном помещении

Выявленные недостатки объемно-планировочных решений в части организации путей эвакуации показали необходимость разработки технических и организационных мероприятий для повышения пожарной безопасности объекта. В частности, предложено пересмотреть поэтажные планировки жилой части здания для организации кругового коридора и увеличении количества эвакуационных выходов с этажа, расширить выходы в стиловатной части здания, увеличить расходы системы удаления продуктов горения из помещений подземной парковки и др.

Проведенные анализ нормативных требований и проблем пожарной опасности МФЗ, а также компьютерные исследования развития пожаров легли в основу разработки нормативных требований к проектированию систем пожарной защиты МФЗ в виде свода правил «Многофункциональные здания. Требования пожарной безопасности», который вступил в действие с 1 июля 2020 года [4]. Свод правил содержит требования к их размещению, к устройству пожарных отсеков, к объемно-планировочным и конструктивным решениям, к противопожарной защите атриумов, требования к эвакуационным путям и выходам, к системам противопожарной защиты и к электрооборудованию с учетом особенностей МФЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ушаков Д.В., Хасанов И.Р., Абашкин А.А., Фомин М.В., Зуев С.А., Фадеев В.Е. Пожарная опасность многофункциональных зданий // Пожарная безопасность, 2019. - № 2. – С. 37-42.
2. Булгаков В.В., Хасанов И.Р., Шебеко А.Ю., Зубань А.В., Булгакова М.А., Стернина О.В. Проблемы обеспечения пожарной безопасности многофункциональных спортивных комплексов зимней универсиады //

Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXXI Междунар. науч.-практ. конф. М.: ВНИИПО, 2019. – С. 127-128.

3. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». — М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2012. — 148 с.

4. СП 456.1311500.2020. Многофункциональные здания. Требования пожарной безопасности. – М.: МЧС России, 2020. – 7 с.

УДК 614.84

О. М. Холодов

Воронежский государственный институт физической культуры

МЕРЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА СПОРТИВНЫХ ОБЪЕКТАХ Г. ВОРОНЕЖА

В статье рассматриваются все аспекты мер пожарной безопасности в ходе тренировок и спортивных состязаний, а также меры ее предосторожности и профилактики, возможность их реализации в различных условиях.

Ключевые слова: пожарная безопасность, пожар, тренировка, спортивное сооружение, спортивное состязание.

О. М. Kholodov

FIRE SAFETY MEASURES IN SPORTS FACILITIES IN THE CITY OF VORONEZH

The article deals with all aspects of fire safety measures during training and sports competitions, as well as its precautions and prevention, the possibility of their implementation in various conditions.

Key words: fire safety, fire, training, sports facility, sports competition.

Актуальность. После трагических событий, связанных с пожарами, в ходе которых погибло большое количество людей, среди которых были и дети, общественность обратила особое внимание на меры пожарной безопасности и ее профилактику не только в местах общественной активности. При этом задача решения этих проблем в ходе спортивных состязаний и тренировок стала одной из центральных в современном спортивном сообществе.

Современное физкультурно-спортивное сооружение, как правило, многофункциональный комплекс, основными особенностями которого являются стандартные архитектурные и конструктивные решения и вместе с тем, индивидуальные и уникальные подходы при строительстве каждого спортивного объекта. Каждый такой объект имеет соответствующую систему комплексной пожарной безопасности, которая предполагает при срабатывании системы пожарной сигнализации или автоматической системы пожаротушения включение всего сложного алгоритма взаимодействия систем безопасности и жизнеобеспечения спортивного объекта для борьбы с пожаром или его угрозой. Сюда входят системы голосового оповещения о пожаре и эвакуации, системы вентиляции и дымоудаления и многие другие, в зависимости от специфики конкретного объекта [2]. В случае возникновения пожара действия всех сотрудников спортивных сооружений, тренеров и других причастных к работе лиц, а также привлекаемых к тушению пожара специалистов, в первую очередь, должны быть направлены на обеспечение безопасности детей и взрослых, а также лиц с ограниченными возможностями здоровья, их эвакуацию и спасение.

Цель исследования – проанализировать основные подходы к обеспечению безопасности в ходе спортивных состязаний и тренировок, определить, какие из мер пожарной безопасности применяются в реальных условиях ЧС и возможности их реализации на объектах.

Методы исследования: анализ источниковой базы по теме исследования, опрос руководителей спортивных сооружений.

Результаты исследования. Меры пожарной безопасности в ходе тренировочного процесса на спортивном объекте, и в целом его охрана, требуют правильной организации и работы, направленной на предупредительные меры по возникновению пожарной опасности.

При решении задач безопасности, в т.ч и пожарной можно выделить несколько режимов функционирования спортивного объекта [3]:

1. Режим подготовки и проведения официального международного мероприятия.

2. Режим подготовки и проведения официального мероприятия.
3. Режим подготовки и проведения зрелищного мероприятия.
4. Режим повседневной деятельности.

Требования по обеспечению пожарной безопасности спортивного объекта в условиях каждого из режимов функционирования определяются определенными нормативными документами, разработанными и утвержденными руководителем организации и имеющими различное содержание в зависимости от конкретных условий.

В режиме повседневной деятельности на спортивном объекте присутствуют в основном персонал обслуживающих организаций, сотрудники, оказывающие спортивные и другие физкультурно-оздоровительные услуги на территории и посетители. Требования к организации пропускного режима определяются в этом случае внутренними нормативными документами и инструкциями, утвержденными руководителем организации.

Режим подготовки и проведения зрелищного мероприятия предусматривает полную и абсолютную работу системы безопасности, как и в предыдущем случае с учетом особенностей и характеристик мероприятия.

Одной из важнейших особенностей является по-настоящему существенное увеличение числа посетителей, как зрителей, так и участников при проведении спортивных состязаний в спортивном сооружении. Режим работы сил и средств системы пожарной безопасности (СПБ) в этом случае, определяется отдельными документами и инструкциями, принятыми руководителем организации и учитывающими реализацию дополнительных требований организатора или спонсора спортивного и уникального мероприятия.

Режим подготовки и проведения официального мероприятия предусматривает полную работу СПБ с возможностью привлечения дополнительных сил и средств, в зависимости от категории проводимого мероприятия. Объем и алгоритмы работы сил и средств СПБ на конкретном спортивном сооружении или фитнес-центре определяются отдельными документами и инструкциями, утвержденными руководителем организации и учитывающими реализацию требований пожарной безопасности в полном объеме.

Режим подготовки и проведения официального международного мероприятия предусматривает дополнительное усиление СПБ в соответствии с требованиями нормативных документов международных организаций, утвержденных их руководителями. Режим работы сил и средств СПБ в данном случае определяется специальными инструкциями, договорами и актами, разработанными на конкретное спортивное международное мероприятие и согласованными с уполномоченными структурами различных органов власти и организаций [1].

В ходе опроса руководителей спортивных сооружений и фитнес-центров, а также лиц, причастных к их деятельности, о реально применяемых правилах и техниках пожарной безопасности было выявлено следующее [4]:

- все сотрудники спортивных сооружений ознакомлены и обучены правилам и технике пожарной безопасности, а также мерам ее предосторожности и профилактики и получили практические знания по правилам пожарной безопасности;
- некоторые сотрудники тренерского состава не считают нужным проводить учебную эвакуацию, полагая, что спортивное сооружение достаточно обеспечено мерами пожарной безопасности;
- у каждого руководителя спортивного сооружения и фитнес-центра пройдено обучение и имеется квалификационное удостоверение по пожарной безопасности каждого сотрудника организации.

Анализ нормативных документов показал, что перечень угроз для значимого объекта социально-культурного назначения, в режиме подготовки и проведения официального мероприятия любого уровня может включать следующие виды угроз [6]:

- нарушение правил поведения и пожарной безопасности на спортивном объекте;
- технологические аварии, которые могут привести к существенным материальным потерям или человеческим жертвам;
- совершение террористического акта;
- противоправные действия зрителей или персонала, которые при определенных условиях могут привести к материальным потерям или человеческим жертвам;
- чрезвычайные метеорологические или климатические условия;
- совершение противоправных действий, не попадающих под определение террористических, но которые могут привести к существенным материальным потерям или человеческим жертвам.

Перечисленные угрозы могут иметь преднамеренный или непреднамеренный характер.

Анализ рассмотренных потенциальных угроз и мер их предупреждения и профилактики для спортивных объектов позволяет минимизировать значение показателей уязвимости объекта.

Анализ нормативных документов, утверждаемых руководителями организаций, показал, что на данный момент практически все спортивные объекты г. Воронежа имеют паспорта безопасности, направлено особое внимание на осуществление контроля за противопожарным состоянием объектов.

Для информирования населения города Воронежа по вопросам безопасности жизнедеятельности размещены плазменные панели и устройства «бегущая строка» (ПУОН, ПИОН) – 1 ПУОН (на ул. Кольцовская, 45 около здания Главного Управления МЧС по Воронежской обл., представляющий собой светодиодный экран) и 13 ПИОН-ов.

Пункты информирования и оповещения населения в зданиях с массовым пребыванием людей расположены [5]:

- а) в здании Центрального автовокзала;
- г) в торговых центрах: «Аксиома», «Юго-Запад»;
- б) в здании Правительства Воронежской области.
- в) в учебных заведениях:

- Воронежский государственный архитектурно-строительный университет;
- ВГУ (в 4 корпусах по адресам Университетская площадь 1, ул. Ленина 10А, Московский пр-т 88, ул. Хользунова 40А);

- Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко;
- Воронежский государственный университет инженерных технологий.

Терминальные комплексы функционируют в автоматическом режиме. Охват населения города Воронежа терминальными комплексами ОКСИОН (общероссийская комплексная система по информированию и оповещению местного населения) ежедневно составляет около 170 тыс. чел., это более 60% [3].

Выводы. Таким образом, в ходе исследования стало ясно, что угроза и риск при проведении общественных и значимых спортивных мероприятий и состязаний значительно снизились из-за обязательного прохождения практики и ознакомления с правилами пожарной безопасности и соблюдения всех рекомендаций и инструкций, утвержденных руководителем организации. Для обеспечения полной безопасности граждан и участников и осуществления контроля над их поведением организатором и сотрудничающих организаций, нанятому и работающему персоналу, приходится привлекать дополнительные силы и искать их источники, в частности МВД.

Успех обеспечения полной и качественной безопасности на массовых спортивно-общественных мероприятиях зависит от скоординированных и слаженных действий организаторов, сотрудничающих организаций и причастных сотрудников охраны и других необходимых сфер услуг, тщательной подготовки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев С.В.* Спортивное право России / С.В. Алексеев, П.В. Крашенинникова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. – 243 с.
2. *Альдааджех С.А.* Обеспечение пожарной безопасности на аэродроме / С.А. Альдааджех, О.М. Холодов // Всероссийская с международным участием заочная научно-практическая конференция «Современные тенденции и актуальные вопросы развития стрелковых видов спорта» – Воронеж: Изд. «Элист», 2018. – С. 538-542.
3. *Головков Д.Т.* Юридическая психология/ Д.Т. Головков, П.А. Пархимович. – Мн.: Акад. МВД Респ. Беларусь, 2014. – 144 с.
4. *Мальцев А.Д.* Проектирование систем безопасности спортивных объектов: анализ угроз безопасности/ А.Д. Мальцев // Технологии защиты [Электронный ресурс]: издания рынка технических средств безопасности. – 2008-2015. – Режим доступа: <http://www.tzmagazine.ru/jpage.php?uid1> (Дата обращения: 01.05.2020).
5. *Переславцев А.В.* Безопасность жизнедеятельности / А.В. Переславцев, М.А. Сотникова, О.М. Холодов, А.М. Кубланов, А.В. Полуян. – Воронеж: Элист, 2019. – 224 с.
6. *Холодов О.М.* Безопасность жизнедеятельности / О.М. Холодов, В.И. Дуц, А.М. Кубланов, Т.А. Куликова, И.И. Шуманский. – Воронеж: Элист, 2020. – 208 с.

УДК 614.843

З. А. Ченчаев, А. Д. Семенов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАКУУМНОГО НАСОСА ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ ДЛЯ ЗАПОЛНЕНИЯ ПЕНОБАКА

В работе рассмотрена возможность использования вакуумного насоса пожарного автомобиля для заполнения пенобака. Рассмотрены способы заполнения пенобака пожарного автомобиля. Показано, что наиболее перспективным способом заполнения является применение промежуточного насоса.

Ключевые слова: вакуумный насос, пенообразователь, пенобак.

Z. A. Chenchayev, A. D. Semenov

ABOUT THE POSSIBILITY OF USING A FIRE TRUCK VACUUM PUMP TO FILL THE FOAM TANK

The paper considers the possibility of using a vacuum pump of a fire truck to fill the foam tank. Methods of filling the foam tank of a fire truck are considered. It is shown that the most promising filling method is the use of an intermediate pump.

Key words: vacuum pump, foaming agent, foam tank.

Как свидетельствует статистика [1] за последние десятилетие, пожары возникают во всех отраслях жизни человека и их количество благодаря эффективным действиям МЧС с каждым годом снижается. Это профилактические мероприятия и конечно эффективность борьбы с пожарами во многом зависит от качества огнегасящих веществ и технологии их применения. Одним из основных быстрых и действенных способов тушения пожаров на начальной стадиях является применение систем пенного пожаротушения. Пенное пожаротушение с использованием пенообразователя широко применяется для защиты от пожаров объектов различного функционального назначения. В настоящее время заправка пенообразователя в пенобак пожарного автомобиля осуществляется ручным способом.

Для автоматизации процесса заполнения пенобака пожарного автомобиля пенообразователем целесообразно разработать инженерное решение, которое позволит повысить оперативную готовность техники в пожарно-спасательной части.

В литературе [2-3] рассмотрены возможные методы заправки пенообразователем пожарных автоцистерн:

1. Заправка пенообразователем АЦ с помощью подручных средств.
2. Заправка пенообразователем АЦ методом самотека.
3. Заправка пенообразователем АЦ с помощью насоса.

Рассмотрим 1-й способ заправки пенообразователя подручными способами.

Для заправки пенобака пожарного автомобиля подручными средствами необходимо иметь хотя бы одного человека. В среднем для заправки пенобака данным способом требуется 40 минут. Проблема в данном способе заключается в том, при заправке пенообразователь при соударении с емкостью и заполненным пенообразователем начинает пениться происходит процесс аэрации, что наглядно видно на рисунке 1.

В результате получившаяся пена препятствует дальнейшему полному заполнению пенобака так как при попытке долить пенообразователь пена начинает вытекать. Чтобы долить эти 20-30 процентов необходимо дождаться осаждения пены что может занять более 6 часов. В итоге пенобак пожарного автомобиля заполнен на 70-80 процентов, 20-30 процентов недолива это недопустимо.

2-й способ заправки пенообразователя самотеком (рис. 2). Для данного способа заправки необходима емкость с пенообразователем находящаяся на высоте выше автоцистерны и трубопровод, по которому будет протекать пенообразователь в пенобак.

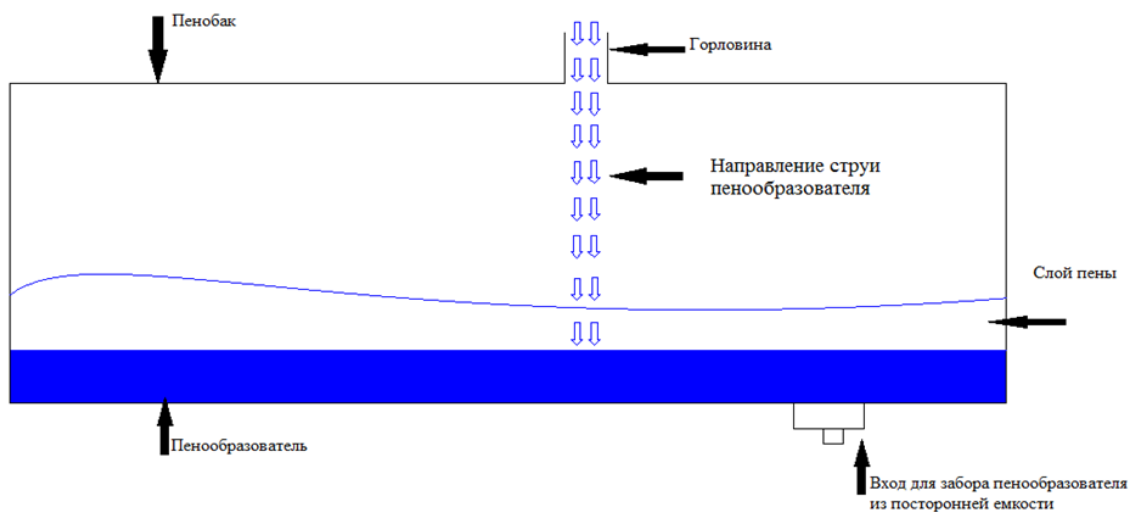


Рис. 1. Схема заправки пенобака пожарного автомобиля подручными средствами

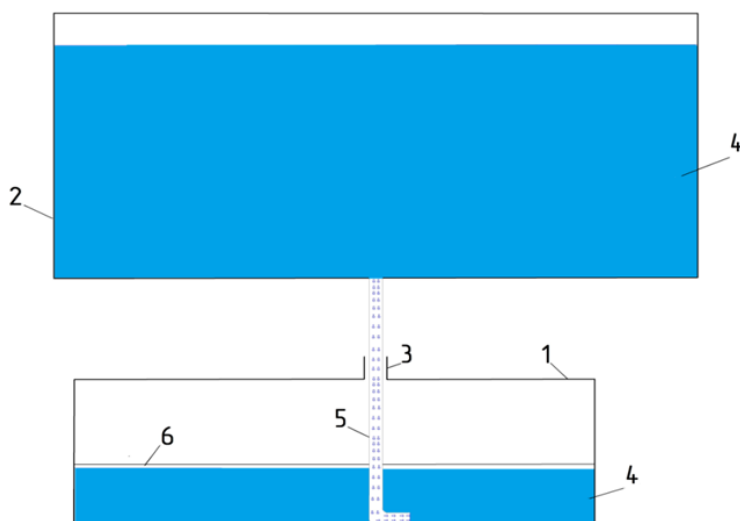


Рис. 2. Схема заправки пенобака самотеком

1-пенобак, 2-емкость с пенообразователем, 3-горловина пенобак, 4-пенообразователь, 5-патрубок, 6-слой пены

Сущность данного способа заключается в том, что автомобиль подъезжает к месту где находится емкость с пенообразователем пожарный берет трубопровод от емкости и погружает его в пенобак автоцистерны после открывает вентиль и за счет того что емкость с пенообразователем находится выше пенобака пенообразователь самотеком заполняет пенобак. При заправке пенобака автоцистерны данным способом пенобак заполняется полностью с этим может справиться даже один человек. Однако использование данного способа требует больших финансовых затрат также емкость требует большое количество места, емкость с пенообразователем необходимо располагать либо на втором этаже части или строить для него специальное место.

3-й способ заправки пенообразователя насосом (рис. 3). Для данного способа нам потребуется насос, емкость с пенообразователем, всасывающий шланг, напорный шланг.

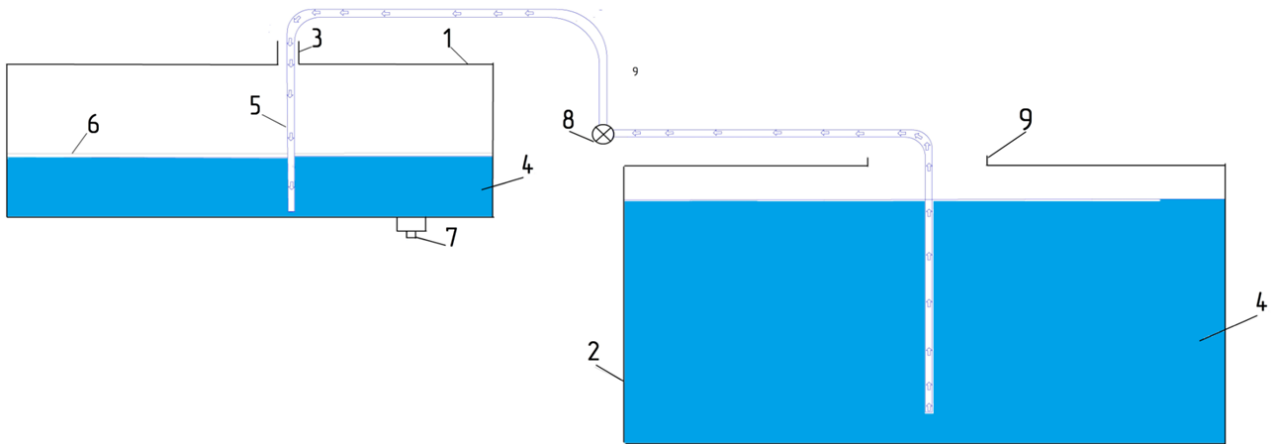


Рис. 3. Схема заполнения пенобака с использованием промежуточного насоса

Процесс заполнения данным способом состоит в том, что с помощью насоса пенообразователь по гибким шлангам из емкости с пенообразователем направляется в пенобак пожарного автомобиля за счет того что напорный шланг находится на дне пенобака пенообразователь пенится в малых количествах и когда уже конец шланга оказывается полностью погружен в пенообразователя происходит подслоное заливание в результате пенообразователь не пенится. Плюсами данного способа с данным способом пенобак сможет заправить и один человек, простота в использовании, пенообразователь при его заливании в пенобак не пенится.

Из перечисленных трех способов заправки пенобака пожарного автомобиля наиболее эффективным является третий с использованием насоса. Вакуумная система пожарного автомобиля представляет собой сеть трубопроводов и насос (рис. 4). В качестве насоса используется шиберный (пластинчатый), который относится к эксцентрикам, в ротор которого вмонтированы подпружиненные пластины (шиберы), которые при вращении ротора задвигаются во внутрь ротора [4]. Ротор вращается с частотой до 1000 об/мин, а насос создает разрежение 0,8-0,9 атм. В работе предлагаем соединить емкость пенобака с вакуумной системой пожарного автомобиля.

В конструкции водопенных коммуникаций предусмотрен отбор пенообразователя из сторонней емкости через 3 – патрубок забора пенообразователя из сторонней емкости после которого пенообразователь поступает в пеносмеситель и дозируется на тушение пожара.

Таким образом, возможно использование вакуумного насоса для заполнения пенобака с использованием штатной вакуумной системы. Для реализации этого способа требуется соединить полость пенобака с полостью вакуумного насоса через трубопровод (шланг) и предусмотреть датчик автоматической остановки вакуумного агрегата при заполнении емкости.

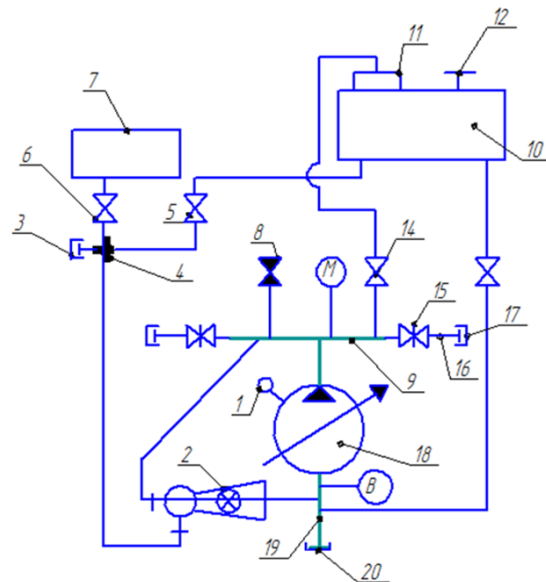


Рис. 4. Схема водопенных коммуникаций пожарной автоцистерны: 1 – масленка; 2 – пеносмеситель; 3 – патрубок забора пенообразователя из сторонней емкости, 17 – заглушка; 4 – крестовина; 5 – вентиль; 6 – кран; 13 – клапан; 7 – пенобак; 8 – вакуумный кран; 9 – коллектор; 10 – цистерна; 11 – смотровой люк; 12 – заливная горловина; 14, 15 – задвижки; 16 – напорная труба; 18 – пожарный насос; 19 – всасывающий патрубок; 20 – заглушка

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 году» [Электронный ресурс]: Государственный доклад - Режим доступа: <https://www.mchs.gov.ru/dokumenty/4602> (дата обращения 29.09.2020).
2. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров. Рекомендации Утверждены МЧС России 27 августа 2007 г.
3. Шароварников А.Ф. Противопожарные пены. Состав, свойства, применение. М.: Знак, 2000 г.
4. Терещев, В.В. Пожарная техника. Кн. 1. Пожарно-техническое вооружение. Устройство и применение / В. В. Терещев, Н. И. Ульянов, В. А. Грачев. - М.: Центр Пропаганды, 2007. - 328 с.

УДК 614.8

Е. А. Юртаев, М. А. Колбашов, М. В. Волков

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИНДИВИДУАЛЬНО ПОТОЧНЫМ МЕТОДОМ РЕАЛИЗУЕМОЙ ПРИ ПОМОЩИ ЗАРУБЕЖНЫХ ПРОГРАММ

В данной статье рассматриваются проблемные вопросы обеспечения пожарной безопасности в переполненных образовательных учреждениях. Согласно действующей методике расчета значений пожарных рисков время задержки в сумме не должно превышать 6 минут. Используя программу Thunderhead Pathfinder, которая рассчитывает эвакуацию людей индивидуально поточным методом, было смоделировано здание Тавровская средней общеобразовательной школы с учётом фактических размеров и точного количества учеников. В данном учебном заведении численность учащихся на 2017 год превышает в 3 раза проектную наполняемость. При расчёте времени эвакуации в модели школы, время задержки на путях эвакуации превысило 6 минут, что в соответствии с действующей методикой означает гибель людей на объекте. Для решения проблемы безопасной эвакуации в переполненных школах предложено ввести 5 тип СОУЭ, реализующий сценарий деления школы на зоны с разным временем начала эвакуации. Это позволило рассредоточить потоки, уменьшить плотность в лестничных клетках и как следствие увеличить скорость снизив время задержки ниже порогового значения в 6 минут. В результате работы системы время эвакуации из здания увеличивается, но уменьшается давка и задержки в проходах, обеспечивая выполнение условий методики расчета значений пожарных рисков.

Ключевые слова: система безопасности, пожарная безопасность, система оповещения и эвакуации людей при пожаре

Е. А. Yurtaev, M. A. Kolbashov, M. V. Volkov

FEATURES OF DOMESTIC METHODS OF CALCULATING THE EVACUATION OF PEOPLE INDIVIDUALLY MASS-PRODUCTION METHOD IMPLEMENTED WITH THE ASSISTANCE OF FOREIGN PROGRAMS

This article discusses the problematic issues of fire safety in crowded educational institutions. According to the current method of calculating the value of the risk of fire delay in the amount should not exceed 6 minutes. Using the thunderhead Pathfinder program, which calculates the evacuation of people individually in-line method, was modeled building Tavrovskaya secondary school taking into account the actual size and the exact number of students. In this educational institution, the number of students in 2019 exceeds 3 times the project capacity. When calculating the evacuation time in the school model, the delay time on the evacuation routes exceeded 6 minutes, which in accordance with the current methodology means the death of people at the facility. To solve the problem of safe evacuation in overcrowded schools, it is proposed to introduce the 5 type of SEEA, which implements the scenario of dividing the school into zones with different times of evacuation. This allowed to disperse the flows, reduce the density in the stairwells and consequently increase the speed by reducing the delay time below the threshold of 6 minutes. As a result of the operation of the system, the evacuation time from the building increases, but the pressure and delays in the passages decrease, ensuring compliance with the conditions of the method for calculating the values of fire risks.

Key words: system security, fire safety, fire warning and evacuation system

Безопасность в современном обществе достигается проведением единой государственной политики по созданию и поддержанию необходимого уровня защищенности объектов безопасности, системой мер экономического, политического, организационного и иного характера, адекватных угрозам их жизненно важным интересам. В Российской Федерации законодательными основами обеспечения безопасности являются: Конституция Российской Федерации; Закон Российской Федерации «О безопасности»; законы и другие нормативные акты Российской Федерации, регулирующие отношения в области безопасности; конституции, законы и иные нормативные акты республик в составе Российской Федерации и нормативные акты органов государственной власти и управления краев, областей, автономной области и автономных округов, принятые в пределах их компетенции в данной сфере; международные договоры и соглашения, заключенные или признанные Россией. Система взглядов на обеспечение в Российской Федерации безопасности личности, общества и государства от внешних и внутренних угроз во всех сферах жизнедеятельности и важнейшие направления государственной политики в этой области сформулированы в Концепции национальной безопасности Российской Федерации.[3] В соответствии с этими документами разрабатываются правовые нормы, регулирующие отношения в сфере безопасности, определяются основные направления деятельности органов государственной власти и управления в данной области, формируются или преобразуются силы обеспечения безопасности и механизм контроля и надзора за их деятельностью, складывается система национальной безопасности.

Задача обеспечения безопасности людей является одной из приоритетных в настоящее время. Комплекс задач, которые ставятся перед сотрудниками системы МЧС, крайне широк, при этом спасение жизней людей в экстренных ситуациях исчисляется минутами и даже секундами, в зависимости от стадии конкретного экстренного случая. Человеку достаточно сложно просчитать все возможные ситуации, а иногда это практически невозможно. И в этих ситуациях применение специализированных комплексов программ позволяет заметно сократить время для принятия решения, просчитать возможные ситуации или построить математическую модель, позволяющую симулировать чрезвычайную ситуацию и рассмотреть возможные варианты развития ЧС, а также разработать рекомендации по комплексу мероприятий, проводимых в случае их возникновения. Принятием наиболее оптимального решения в подобных ситуациях может быть минимизировано количество жертв [1]. Чрезвычайная ситуация, в частности пожар, в здании с большим скоплением людей может стоить десятков жизней. Именно поэтому при расчете пожарных рисков, разработке СТУ и проектировании систем пожарной безопасности особое внимание уделяется путям эвакуации [2]. Эвакуация — организованный процесс передвижения людей из зоны воздействия опасных факторов пожара. В современных зданиях, таких как торговые-развлекательные центры, спортивные комплексы, офисные здания и прочие аналогичные объекты, эвакуация при возникновении пожара имеет повышенное значение. Пожары на таких объектах часто протекают по быстроразвивающемуся сценарию. [9] В местах большого скопления людей реальную опасность в экстренной ситуации представляет возникновение паники, хаотичность передвижений и давка на выходах из здания.

Организация своевременной и грамотной эвакуации в случае возникновения угрозы жизни закладывается на стадии проектирования объекта. В процессе эксплуатации обеспечивается контроль состояния путей эвакуации и работоспособность инженерных систем, обеспечивающих реализацию планов эвакуации [4]. Для организации действий в случае пожара разрабатывают планы эвакуации. Они включают в себя правила поведения и порядок действий. Обычно создают несколько вариантов плана с учётом времени суток, возможного количества людей, вероятных мест возгорания и прочих факторов.

План состоит из набора инструкций для сотрудников и персонала, отвечающих за пожарную безопасность в здании. Кроме этого, обязательна графическая часть со схемой возможных выходов и путей передвижения, обозначением расположения противопожарного оборудования и средств оповещения. [10] Схемы движения должны быть размещены на всей территории здания в хорошо видимых местах. Предоставление детальной информации и инструкций сводит к минимуму факторы риска при организации эвакуационных действий.

Текущей законодательной базой для расчёта эвакуации людей является приказ МЧС России от 30 июня 2009 г. № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» [5].

Утверждаемая методика устанавливает порядок определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях. Она распространяется на здания определенных классов функциональной пожарной опасности. Это все здания, предназначенные для постоянного проживания и временного пребывания людей (Ф1.1 - Ф1.4), здания зрелищных и культурно-просветительных учреждений (Ф2.1 - Ф2.4), организаций по обслуживанию населения (Ф3.1 - Ф3.6), научных и образовательных учреждений, научных и проектных организаций, органов управления учреждений (Ф4.1 - Ф4.4).

Расчеты по оценке пожарного риска проводятся путем сопоставления его расчетных величин с нормативным значением, установленным техрегламентом о требованиях пожарной безопасности. Расчетные величины определяются на основании анализа пожарной опасности зданий, частоты реализации пожароопасных ситуаций, построения полей опасных факторов пожара. Также влияют наличие систем пожарной безопасности, оценка последствий воздействия на людей факторов пожара для различных сценариев. [5]

Определение указанных величин заключается в расчете индивидуального пожарного риска для учащихся, персонала и посетителей в здании. Численным выражением такого риска является частота воздействия опасных факторов пожара на человека, находящегося в здании. Частота воздействия ОФП определяется для пожароопасной ситуации, которая характеризуется наибольшей опасностью для жизни и здоровья людей, находящихся в здании. [8] Установлены основные расчетные величины индивидуального пожарного риска, порядок его расчета и разработки дополнительных противопожарных мероприятий Нормативное значение индивидуального пожарного риска равняется $Q_S^H = 10^{-6}$ раз в год⁻¹.

Особенностью отечественной методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности является 9 статья во 2-м разделе «Основные расчётные величины индивидуального пожарного риска». Согласно ей, если время существования скопления людей на участках пути превышает 6 минут, то вероятность эвакуации равняется нулю. Время задержки можно вычислить с помощью современных программ. Также ещё одной особенностью отечественной методики расчета эвакуации людей индивидуально поточным методом, является то, что значение времени начала эвакуации $t_{нэ}(с)$ для помещения очага пожара следует определять по формуле: $t_{нэ} = 5 + 0,01 * F$, [6] где F - площадь помещения, м². Интересно то, что для зданий дошкольных образовательных организаций, специализированных домов престарелых и инвалидов (неквартирные), больницы, спальные корпуса образовательных организаций с наличием интерната и детских организаций; многоквартирные жилые дома; многоквартирные жилые дома, в том числе блокированные (Ф1.1, Ф1.3, Ф1.4). [6]

На сегодняшний день существует несколько программных продуктов, которые моделируют эвакуацию в различных зданиях и сооружениях. Примером такого программного обеспечения – Thunderhead Pathfinder. Pathfinder – программа, реализующая индивидуально-поточную модель движения людей при эвакуации. Программа имеет графический интерфейс для задания исходных данных, а также инструменты для 2D и 3D-визуализации результатов. Для реализации модели движения толпы была разработана специальная процедура на языке программирования Java (язык программирования, разработанный компанией Sun Microsystems). Приложения Java обычно компилируются в специальный байт-код, поэтому они могут работать на любой виртуальной Java-машине (JVM) независимо от компьютерной архитектуры. Дата официального выпуска - 23 мая 1995 года. Сегодня технология Java предоставляет средства для превращения статических Web-страниц в интерактивные динамические документы и для создания распределенных не зависящих от платформы приложений), вызываемая из события Event, вызываемого циклически в каждый момент модельного времени t. [7]

Особенностью данной процедуры является итерационное вычисление новых координат агентов с использованием системы принятия решений и дальнейшей передачей вычисленных координат в функцию, отвечающую за перемещение агентов с заданной скоростью. В результате возникновения ЧС, возникают эффекты «турбулентности» и «давки» что приводит к гибели значительной части агентов. Программу можно активно использовать на различных предприятиях, учебных заведениях, офисах и магазинах.

Программа Thunderhead Pathfinder позволяет моделировать здания различного назначения, вычислять время эвакуации каждого из агентов, наглядно показывать возможные столпотворения людей и место где это произойдет в случае реальной эвакуации.

Авторы смоделировали модель МОУ Тавровской СОШ Белгородской области, Белгородского района с реальными размерами площадей классов и шириной дверей и лестничных площадок. Школа представляет 2-х этажное здание с 4-мя эвакуационными выходами. Учреждение было спроектировано для 240 учеников, но на сегодняшний день в этой школе обучается 800 учеников. Проблема пожарной безопасности в подобных школах является очень актуальной. Для решения этой проблемы проводился анализ в программе Thunderhead Pathfinder 2 случая типичных эвакуаций при численности 285 (рис. 1) и 845 человек (рис. 2) в МОУ Тавровской СОШ. Эвакуация из помещения проходит успешно при численности 285 человек без задержек (рис. 3). При численности 845 человек образуется 2 задержки на лестничной площадке 2ого этажа (рис 4). Вполне логично, что лестничные марши не рассчитаны на такой поток людей, но с юридической стороны ширина лестниц соответствует нормам пожарной безопасности и эвакуации.

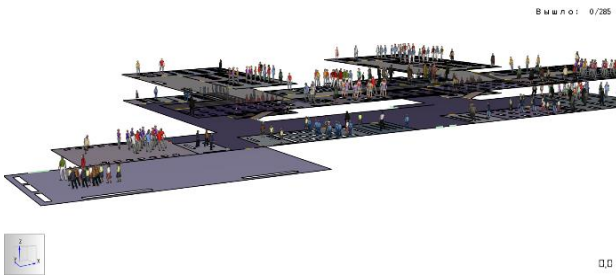


Рис. 1. Модель МОУ Тавровской СОШ при численности 285 человек в программе Thunderhead Pathfinder

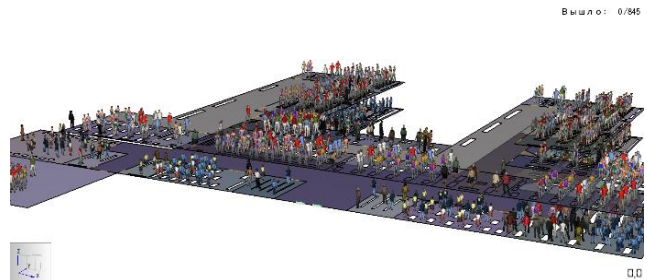


Рис. 2. Модель МОУ Тавровской СОШ при численности 845 человек в программе Thunderhead Pathfinder



Рис. 3. Эвакуация со второго этажа при численности 285 человек

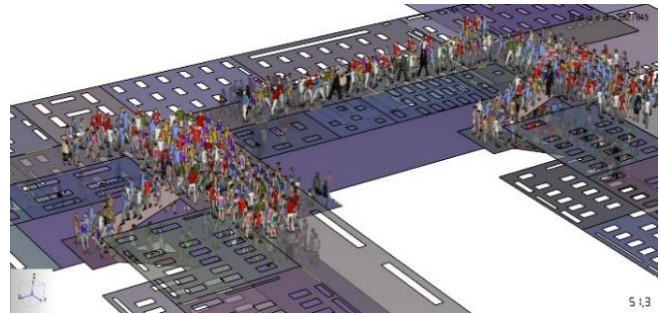


Рис. 4. Задержка на лестнице при численности 845 человек

$$P_{3,i} = \begin{cases} 0,99 \cdot t_{6л} - t_p, & \text{если } t_p < 0,8 \cdot t_{6л} < t_p + t_{нз} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ t_{нз}, & \text{если } t_p + t_{нз} \leq 0,8 \cdot t_{6л} \text{ и } t_{ск} \leq 6 \text{ мин} \\ 0,000, & \text{если } t_p \geq 0,8 \cdot t_{6л} \text{ или } t_{ск} > 6 \text{ мин} \end{cases}$$

где t_p – расчётное время эвакуации людей, мин;

$t_{нз}$ – время начала эвакуации (интервал времени от возникновения пожара до начала эвакуации людей).

$t_{6л}$ – время от начала пожара до блокирования эвакуационных путей в результате распространения на них ОФП, имеющих предельно допустимые для людей значения (время блокирования путей эвакуации), мин;

$t_{ск}$ – время существования скопления людей на участках пути (плотность людского потока на путях эвакуации превышает значение $0,5 \text{ м}^2/\text{м}^2$).

В соответствие с действующей методикой вероятность эвакуации равняется 0. В реальной ситуации они эвакуируются, но долго. В связи с этим нужно принимать незамедлительные меры. Ни для кого не секрет, что в городах России всё чаще встречаются переполненные школы.

В программу Thunderhead Pathfinder необходимо внести следующее новшество - системы оповещения и управления эвакуацией пятого типа. Как написано в СП 3.13130.2009 в пятый тип СОУЭ входят речевое оповещение, световое оповещение «Выход», световые оповещатели. Также в этом типе есть разделение здания на зоны пожарного оповещения, возможность реализации нескольких вариантов из каждой зоны пожарного оповещения, координированное управление из одного пожарного поста-диспетчерской всеми системами здания, связанными с обеспечением безопасности людей при пожаре.

Схему помещений 1 (рис. 5) и 2 (рис. 6) этажей МОУ Тавровской СОШ разделили на 2 равные части для того, чтобы уменьшить время скопления людей в процессе эвакуации. Зелёным цветом выделено помещения, в которых происходит эвакуация сразу после обнаружения возгорания и через 2 минуты происходит эвакуация из оранжевых помещений. В результате чего на втором этаже не образовывается большой задержки на лестничной площадке так же как и на первом возле главного выхода. Время эвакуации при разделении происходит медленнее, как показала программа – на 30 секунд дольше, чем эвакуация сразу всей школы, зато время скопления уменьшилось за 2,5 минуты.

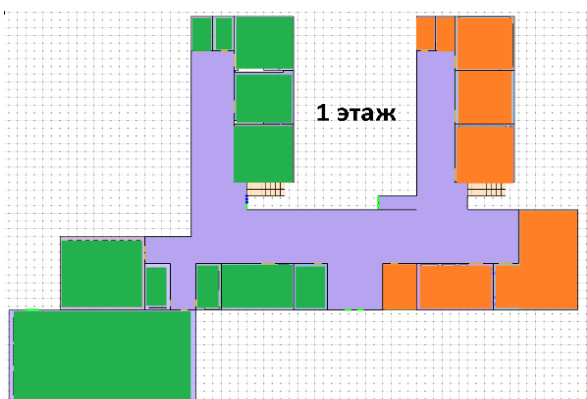


Рис. 5. Схема 1-го этажа школы

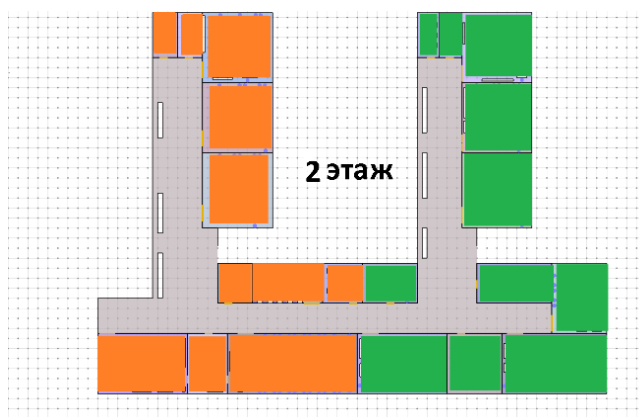


Рис. 6. Схема 2-го этажа школы

Заключение. Внедрение СОУЭ 5 типа в переполненные средние общеобразовательные школы, а также эвакуацию людей по частям здания в чрезвычайной ситуации позволяет снижать время скопления людей при эвакуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Королев Д.С. Важность принятия решений при обеспечении пожарной безопасности / Д.С. Королев, А.В. Калач, А.Ю. Зенин // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2015. – №2(15). – С. 42-46.
2. Золотарев Д.Н., Вытовтов А.В. Предложение по выбору модели развития ОФП для расчёта значений пожарных рисков / Д.Н. Золотарев, А.В. Вытовтов // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2014. – №1(5). – С. 18-21.
3. Увалиев Д.С. Применение математического моделирования при решении прикладных задач / Д.С. Увалиев, А.А. Лысенко, А.В. Вытовтов // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2014. – №1(3). – С. 315-317.
4. Русских Д.В., Вытовтов А.В., Шевцов С.А. Особенности процесса эвакуации людей из производственного помещения при пожаре / Д.В. Русских, А.В. Вытовтов, С.А. Шевцов // Техносферная безопасность. – 2019. – №1(22). – С. 70-82.
5. Дружинин С.С. Вероятность возникновения пожара на предприятии по производству огнеупорных изделий / Дружинин С.С., Бондарь А.А., Вытовтов А.В. // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2014. – №1(5). – С. 300-302
6. Шумилин В.В., Каргашилов Д.В., Вытовтов А.В. Решение вопросов обеспечения пожарной безопасности объектов защиты на стадии проектирования с помощью программного обеспечения / В.В. Шумилин, Д.В. Каргашилов, А.В. Вытовтов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2010. – Т.1. – №1(1). – С. 77-78.
7. Вытовтов А.В. Гибкое нормирование в пожарной безопасности / А.В. Вытовтов // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2011. – №1(2). – С. 338-341.
8. Юртаев Е.А. Обеспечение безопасной эвакуации из зданий с массовым пребыванием людей / Е.А. Юртаев, А.В. Вытовтов, Ф.Ф. Курочкин // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2018. – №1(9). – С. 476-479.
9. Андреев А.А., Русских Д.В. К вопросу о независимой оценке пожарного риска / А.А. Андреев, Д.В. Русских // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – Т.1. – №9. – С. 16-19.
10. Юртаев Е.А., Вытовтов А.В., Русских Д.В. Особенности отечественной методики расчета эвакуации людей индивидуально-поточным методом, реализуемой при помощи зарубежных программ / Е.А. Юртаев, А.В. Вытовтов, Д.В. Русских // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. – 2018. – №2. – С.14-20.

УДК 614.842.847

Е. Р. Якимов, А. Н. Бочкарев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ТУШЕНИЕ ПОЖАРОВ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВИАЦИИ МЧС РОССИИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА МИРОВОЙ ПРАКТИКИ

Основные направления применения авиации МЧС России при тушении лесных массивов с их примером. Специфика работы самолетов и вертолетов.

Ключевые слова: основные направления, особенности тушения, ведение разведки.

E. R. Yakimov, A. N. Bochkarev

EXTINGUISHING FOREST FIRES IN DIFFERENT REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION USING THE AVIATION OF EMERCOM OF RUSSIA ON THE BASIS OF ANALYSIS OF WORLD PRACTICE

The main directions of the use of aviation EMERCOM of Russia in extinguishing forests with their example. The specifics of the work of aircraft and helicopters.

Key words: main directions, features of extinguishing, reconnaissance.

Авиация МЧС России, созданная в 1995 году и по сей день, служит самой действенной и быстрой группировкой по обнаружению и тушению лесных пожаров не только на территории РФ, но и во всем мире.

Основными направлениями использования авиации являются:

1. Транспортировка в трудно доступные точки местности личного состава, техники, пожарно-технического вооружения, аварийно-спасательной техники, огнетушащих веществ и др.;
2. Разведка, связь и оценка обстановки на местности;
3. Тушение пожаров лесных массивов методом сброса огнетушащих веществ с воздуха;
4. Создание заградительных полос огне задерживающими химикатами или водой на пути пожара к населенным пунктам или объектам.

Благодаря использованию авиации МЧС России среагировать на образовавшийся пожар, уменьшить его распространение и площадь тушения получается намного быстрее и проще.

Сам авиапарк представляет собой множественную разновидность самолетов и вертолетов по их многофункционалу начиная самыми небольшими, например, АН-3, которые способны доставлять до 2 тонн воды, заканчивая самыми грузоподъемными, например, ИЛ-76, который способен доставлять до 42 тонн воды и аварийно-спасательные комплексы. Вертолетный парк включает в себя универсальные машины Ми-8 и Ка-32, легкие аварийно-спасательные вертолеты Бо-105 и БК-117, а также тяжелые многоцелевые вертолеты Ми-26Т.

Что касается статистики, то за 2007 год авиацией МЧС России было совершено более 13 тысяч вылетов с совокупным налетом 12 тыс. часов, где 955 часов в зонах чрезвычайных ситуаций.

Летом 2007 г. авиация МЧС России была привлечена к тушению лесных пожаров на территориях Португалии, Болгарии, Черногории, Сербии и Греции. Противопожарная авиагруппировка выполнила в общей сложности 491 полет, сбросив на очаги пожаров больше 62 тысяч тонн воды. Так же авиация принимала участие в эвакуации российских граждан из Ливана и Иордании, занималась доставкой гуманитарных грузов в Киргизию, Афганистан и КНДР. Для тушения лесных пожаров многообещающим считается использование самолетов-амфибий, которые способны самостоятельно заправлять в емкости и доставлять на место пожара запасы воды. Так, самолет Бе-200, использующий способ челночных рейсов с наполнением водяных баков в режиме глиссирования, способен доставлять на место тушения 12 тонн воды и может использоваться как для ликвидации мелких очагов пожара, так и для сдерживания распространения горения, а также для патрулирования лесных массивов.

Самолеты и вертолеты имеют ряд особенностей в тушение пожаров с высоты.

Тушение площадных пожаров самолетами может производиться по двум тактическим вариантам:

1. Методом слива огнетушащих веществ на кромку пожара;
2. Прокладкой заградительной полосы вдоль кромки пожара.

Объемы работ могут быть выполнены нарядом самолетов и складываются из тактических возможностей одного самолета. При этом любой самолет решает собственную задачу, которая является, частью общей задачи, поставленной руководителем тушения пожара [1].

Метод слива имеет три варианта осуществления:

Залповый слив – одновременный слив за один пролет из 2-х баков. Такой метод предназначен для обеспечения в зоне орошаемой площади максимально удельные расходы огнетушащей жидкости или воды.

Последовательный слив – слив за один пролет с одного бака, следом, с некоторой задержкой, которая обеспечивает непрерывность слива, слив со второго бака. Такой метод предназначен для обеспечения в зоне наземного распределения сливаемой жидкости максимальную длину сплошного орошения.

Поочередный слив – слив за один пролет из первого бака, а затем за второй пролет из второго бака. Такой метод предназначен для обеспечения за один вылет осуществлять повторную обработку одной и той же полосы, а также последовательную обработку двух полос [1].



Вертолеты в плане пожаротушения применять гораздо труднее. Чаще всего они применяются в целях ведения воздушной разведки. Экипаж вертолета, применяемого в качестве разведки, в кратчайшие сроки должен обеспечить личный состав, участвующий в боевых действиях по тушению пожаров, следующей информацией[1]:

1. Наличие и повторное проявление вторичных факторов пожара;
2. Место, площадь и направление распространения пожара;
3. Нахождение ближайших водоёмов и вероятных методиках использования;
4. Наличие и характере угрозы людям, населенным пунктам, указание путей спасения (эвакуации);
5. Обеспечения наземного руководителя тушения пожаром информацией необходимой для выбора решающего направления [1].

Способы ведения воздушной разведки очагов возгорания вертолётами:

1. Проход над объектом;
2. Несколько проходов или барражирование над объектом;
3. Зависание в районе пожара [1].

Полеты на воздушную разведку проводятся на высоте 600-1500 метров и по заранее выбранному маршруту. Данный маршрут должен обеспечивать осмотр местности с наиболее интенсивным горением, представляющем наибольшую угрозу.

В наше время авиация МЧС России есть и остается флагманом в тушении пожаров лесных массивов. Она является самой оперативной и эффективной группой по реагированию на удаленные пожары в лесных посадках, где наземная техника не имеет доступа к очагам пожара. Опыт и профессионализм экипажей авиагрупп не сравним ни с какими другими экипажами других стран, ведь Россия богата лесами и пожары для нас явление не редкое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временные методические рекомендации по применению авиации МЧС России при тушении пожаров (утв. МЧС России 5 сентября 2016 г. № 2-4-71-49)

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 614.84

Т. А. Абазов, Н. А. Таратанов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ ПРАВОПРИМЕНИТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКИ В КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

В данной статье рассмотрены вопросы правоприменительной практики в области пожарной безопасности на примере Кабардино-Балкарской Республики.

Ключевые слова: правоприменительная практика, пожарная безопасность, статистика, прогноз.

T. A. Abasov, N. A. Taratanov

ANALYSIS OF LAW ENFORCEMENT PRACTICE IN THE KABARDINO-BALKAR REPUBLIC

This article discusses the issues of law enforcement practice in the field of fire safety on the example of the Kabardino-Balkar Republic.

Keywords: law enforcement practice, fire safety, statistics, forecast.

Обеспечение пожарной безопасности является одной из важнейших функций государства. Одним из решений проблемы снижения количества пожаров является оценка эффективности применения определенных правовых норм и законов. Для этого необходимо проводить анализ правоприменительной практики.

Зачастую именно на основе, полученной в процессе реализации правовых норм информации, осознается необходимость в осуществлении нового правового регулирования, а также в принятии корректирующих правовую систему решений. Решения могут быть направлены на устранение неполноты правового регулирования нормативного правового акта. Вызванное переменами в экономической, политической, социальной сфере, требующими новых правил и приемов правового регулирования, обновление нормативного правового акта предполагает внесение в него необходимых изменений.

Целью данной работы является исследование деятельности органа ГПН в Кабардино-Балкарской Республике для оценки эффективности проводимой работы, а также для разработки рекомендаций по улучшению надзорной деятельности.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Статистический анализ состояния оперативной обстановки с пожарами в Кабардино-Балкарской Республике;
2. Прогнозирование показателей обстановки с пожарами и их последствиями;
3. Анализ правоприменительной деятельности органа ГПН по Кабардино-Балкарской Республике;
4. Разработка мероприятий по предупреждению пожаров и рекомендаций по улучшению состояния надзорной деятельности в регионе.

Первоначально в своей работе в целях проведения качественного анализа правоприменительной практики было изучено состояние оперативной обстановки с пожарами в Кабардино-Балкарской Республике с 2015 по 2019 год (см. табл.).

Таблица. Статистика по пожарам в Кабардино-Балкарской Республике за 2015-2019 годы

Без учета загораний				
2015 год	2016 год	2017 год	2018 год	2019 год
589	567	543	536	1576
С учетом загораний				
1753	1406	1801	1562	1576

На основе статистических данных было осуществлено прогнозирование показателей обстановки с пожарами и их последствиями с помощью динамики рядов и используя линию тренда. Прогнозирование на основе тренда относится к статистическим методам прогнозов. Данный метод позволяет узнать, на сколько, и в каком направлении претерпели изменения уровни признака и что будет с ним через определенный промежуток времени. Прогнозирование на основе тренда основано на экстраполяции. Такое прогнозирование на основе тренда выполнимо, когда система эволюционирует поэтапно, не испытывая резких спадов или подъемов.

К преимуществам прогнозирования на основе тренда можно отнести тот факт, что он может охватить все возможные факторы.

В уравнении тренда подставляют значение переменной, соответствующее сроку прогноза, и таким образом получают точечное значение прогнозируемого уровня. Это значение рассматривается как наиболее вероятная фактическая величина прогнозируемого уровня. Следовательно, точечный прогноз обладает определенной погрешностью. Причина этого заключается в погрешности, с которой найденное уравнение тренда описывает фактическую тенденцию. В качестве характеристики этой погрешности используют показатель среднеквадратичной ошибки тренда.

Данный метод позволяет сделать интервальный прогноз изменения уровней ряда динамики, гарантируя его с определенной вероятностью.

На рисунке представлено прогнозирование показателей обстановки с пожарами и их последствиями по уравнению тренда. Однако в связи с изменениями ведения статистического учета пожаров исключая понятие загорание. Нами было принято решение осуществить прогноз с учетом загораний за предыдущие годы.

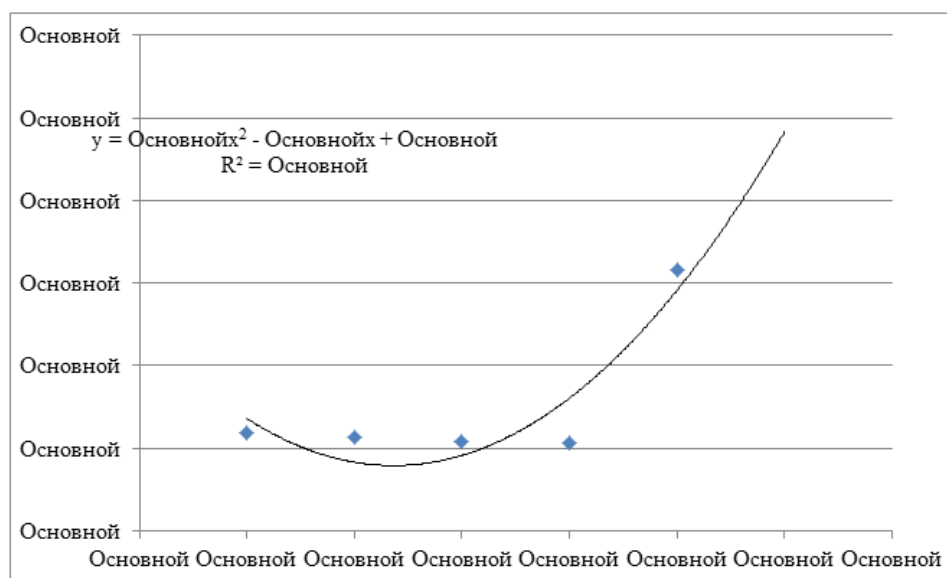


Рисунок. Линии тренда для количества пожаров, произошедших с 2014 по 2019 года

Динамика развития пожаров в Кабардино-Балкарской Республике за 5 лет, с учетом загораний представлена на рисунке. Для того, чтобы сделать прогноз, необходимо подставить вместо x число, равное 2020. Таким образом, прогнозируемое количество пожаров на 2020 год без учета загораний 1345 и 1540 с учетом загораний.

Из этого прогноза можно сделать вывод о том, что в 2020 году произойдет снижение на 36 пожаров по сравнению с 2019 годом.

Следующим этапом работы был анализ основных нарушений требований пожарной безопасности.

В ходе проведения надзорных мероприятий в области пожарной безопасности за 2019 г. было выявлено более 300 нарушений в области пожарной безопасности, в том числе связанных с:

- возможной причиной возникновения пожара – 120 единиц;
- обеспечением безопасности людей – 45 единиц;
- ограничением распространения пожара – 122 единицы;
- созданием условий для успешного тушения пожара – 31 единица.

В ходе проведенного исследования были выявлены типовые нарушения требований пожарной безопасности.

Наиболее часто встречающиеся нарушения требований пожарной безопасности и их причины представлены на слайде, к ним относятся:

1) Несоответствие геометрических параметров эвакуационных путей и выходов, а также количества эвакуационных выходов.

Причиной этого нарушения послужила невозможность внесения изменений в конструктивные особенности здания.

2) Вторым являлось отсутствие или неисправность систем автоматической противопожарной защиты.

Причиной данного нарушения является высокий уровень издержек по соблюдению обязательных требований.

3) Третьим является загромождение путей эвакуации, отделка их горючими материалами, демонтаж дверей, препятствующих распространению опасных факторов пожара.

Причиной такого нарушения чаще всего возникает в результате «приспособления» зданий под текущие нужды, связанные с размещением посетителей, изменением интерьера, удобством использования лестничных клеток.

На основе проведенных исследований были разработаны мероприятия по предупреждению пожаров и рекомендации по улучшению состояния надзорной деятельности в регионе.

Мероприятия по предупреждению пожаров:

1) Более плотно проводить профилактическую работу в местах проживания социально не адаптированных лиц;

2) Обеспечить проведение дополнительных противопожарных инструктажей и внеочередных тренировок действий персонала на объектах социальной сферы.

Рекомендации по улучшению состояния надзорной деятельности в регионе:

1) Усилить контроль за исполнением штрафных санкций;

2) Организовать работу по созданию обучающих программ в области противопожарного обучения населения.

В заключении хотелось отметить, что в целях проведения качественного анализа правоприменительной практики было изучено состояние оперативной обстановки с пожарами в Кабардино-Балкарской Республике. На основе этого анализа было спрогнозировано количество пожаров и показатели последствий от них. Также был проведен анализ надзорной деятельности.

Исходя из проведенной работы, были разработаны мероприятия по предупреждению пожаров и рекомендации по совершенствованию надзорной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный надзор в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций: Учебник для вузов МЧС России / Под ред. канд. социолог. наук Г.Н. Кириллова. - СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2009.

2. Надзорно - профилактическая деятельность МЧС России: Учебник для вузов МЧС России / Под ред. канд. социолог. наук Г.Н. Кириллова. - СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2013.

3. Д.Б. Самойлов, А.Х. Салихова, А.П. Кружков, А.С. Федоринов, Р.А. Шадронов «Пожарная статистика. Методы обработки статистических данных о пожарах»: учебное пособие. - Иваново: ФГБОУ ВПО ИВИ ГПС МЧС России, 2013.- 120 с.

УДК 614.849

Р. Н. Акмаев, О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

МЕТОДОЛОГИЯ РАНЖИРОВАНИЯ ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ В НЕФТЕГАЗОВОМ СЕКТОРЕ

В статье рассматриваются анализ и оценка действующего законодательства в области категорирования опасных производственных объектов нефтегазового комплекса.

Ключевые слова: методология, категорирование, опасные производственные объекты.

R. N. Akmaev, O. E. Storonkina, T. A. Mochalova

METHODOLOGY FOR RANKING HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES IN THE OIL AND GAS SECTOR

The article examines the analysis and assessment of the current legislation in the field of categorization of hazardous production facilities in the oil and gas complex.

Key words: methodology, categorization, hazardous production facilities.

В общем случае под безопасностью понимается свойство систем «источник опасности - потенциальная жертва» сохранять при функционировании состояние, при котором ожидаемый вред, причиняемый человеку, его здоровью и окружающей среде не превышает приемлемого по социально-экономическим критериям. А именно, совокупная общественная польза от эксплуатации опасного производственного объекта промышленности (ОПО) и энергетики должна быть выше величины ожидаемых негативных последствий. Под опасностью понимается свойство источника опасности, характеризующее возможность причинения ущерба (вреда) потенциальным жертвам, а под риском - мера этой опасности, учитывающая как частность, так и размер причинения ущерба. В свою очередь угроза - это актуализированная опасность. Например, при штатной эксплуатации ОПО угроза аварии практически отсутствует, хотя существует опасность аварии, обусловленная его энергопотенциалом. Если же по каким-либо причинам на ОПО наступает предаварийное состояние (условия аномальных внешних воздействий и террористических проявлений), то над потенциальными жертвами уже нависает угроза аварии, которая превращается из потенциальной в реальную и актуальную. При возникновении, развитии и окончании аварии угроза реализуется в виде причинения ущерба (вреда) жертвам, а опасность, как правило, уменьшается или совсем исчезает (например, при истощении энергозапаса ОПО). Другими словами, с точки зрения жертв, опасность - это потенциальная угроза [1].

В общем случае угрозой считается все, что препятствует удовлетворению важных для человека личных и общественных потребностей, материальных и духовных. Причем средства удовлетворения этих потребностей интерпретируются адекватными потоками энергии, вещества и информации.

Поэтому, следуя генезису опасностей (неадекватности потоков энергии, вещества и информации), все опасности и угрозы могут быть разделены на три базовых класса:

природно-экологические, вызванные вредным воздействием стихийных бедствий или антропогенным нарушением естественных геобиохимических циклов миграции вещества;

техногенно-производственные, преимущественно связанные с возможностью нежелательного высвобождения энергии и выброса опасных веществ, запасенных и обращающихся в искусственно созданных технических объектах;

антропогенно-социальные, обусловленные умышленным, сокрытием или искажением информации, а также спецификой ее восприятия людьми [2].

Таким образом, опасный производственный объект, может испытывать на себе угрозы природного и террористического характера, но в тоже время сам несет опасности техногенного характера для человека, его здоровья, окружающей среды и материальных ценностей.

Наиболее значимая из таких опасностей - это опасность аварии, реализация которой на ОПО может приводить как к превышению воздействия потоков вещества-энергии для человека и окружающей среды (непосредственное возникновение поражающих факторов), так и к их недостатку для человека (остановка систем жизнеобеспечения селитебных зон).

Таким образом, основным методом оценки степени опасности ОПО выступает процедура анализа опасностей и оценки риска аварий на ОПО, которая наиболее широкое применение получила в рамках процедуры декларирования промышленной безопасности, предусмотренной ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [3].

Анализ и оценка действующего законодательства в области категорирования ОПО нефтегазового комплекса объектов показали, что при определении общей последовательности ранжирования и категорирования ОПО целесообразно руководствоваться методологией анализа техногенных опасностей и количественной оценки риска техногенных происшествий на них. Такой подход позволит разрабатывать меры безопасности, предупреждающие наиболее опасные проявления техногенных происшествий на ОПО.

Дополнительные критерии, которые могут быть предложены для категорирования объектов с учетом практики применения общих (ожидаемый ущерб от аварии) и частных (количество обращающихся опасных веществ) показателей опасности аварии:

при количественной оценке опасности аварии следует отдавать приоритет (предпочтение) более общему показателю - величине ожидаемого ущерба (вреда) от аварии, как системной характеристике и источника опасности, и потенциальной жертвы;

учитывать, что частный показатель опасности аварии - количество обращающихся на ОПО опасных веществ - характеризует напрямую только источник опасности;

обращать особое внимание на величину возможного ущерба (вреда) причиняемого третьим лицам вследствие аварии на ОПО [4].

Отечественный опыт использования принципов ранжирования техногенных опасностей, закрепленный в законодательстве о промышленной безопасности опасных производственных объектов и в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций [2] техногенного характера на ПОО промышленности и энергетики позволяет рекомендовать для категорирования ОПО нефтяной и газовой промышленности Российской Федерации, следующие основные показатели опасности:

количество обращающихся на ОПО опасных веществ;

возможность ухудшения условия жизнедеятельности в селитебных зонах при возникновении аварий на ОПО;

возможность гибели людей (из числа персонала и из числа третьих лиц) при авариях на ОПО;

возможность групповой гибели людей (из числа персонала и из числа третьих лиц) при максимальной гипотетической аварии на ОПО;

возможность причинения значительного материального ущерба при авариях на ОПО.

Под существенным ухудшением условий жизнедеятельности понимается необеспечение при возникновении аварии на ОПО, прямо или косвенно, жизненно важных материальных потребностей третьих лиц (в энергии, в воде, в воздухе, в благоприятной среде обитания), создающее непосредственную угрозу их жизни и (или) приводящее к их гибели.

Анализ и оценка действующего законодательства в области категорирования ОПО нефтегазового комплекса объектов показали, что при определении общей последовательности ранжирования и категорирования ОПО целесообразно руководствоваться методологией анализа техногенных опасностей и количественной оценки риска техногенных происшествий на них. Такой подход позволит разрабатывать меры безопасности, предупреждающие наиболее опасные проявления техногенных происшествий на ОПО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Киндеев Т.В.* Управление рисками: учебное пособие / Т.В. Киндеев. Владимир, 2016. С. 5-27.
2. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21 декабря 1994 года № 68-ФЗ (ред. от 23.06.2016). URL: <http://www.consultant.ru/document>.
3. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ (ред. от 29.07.2018). URL: <https://base.garant.ru>.
4. *Гражданкин А.И.* Категорирование опасных производственных объектов по уровню риска и масштабу возможных последствий аварий, в том числе в условиях аномальных внешних (природных и техногенных) воздействий и злоумышленных действий / А.И. Гражданкин, И.А. Кручинина, М.В. Лисанов, А.С. Печеркин // ФГУП «НТЦ «Промышленная безопасность». - 2013 г. - 136 с.

УДК 614.847.7

К. Э. Архиреев, М. В. Вищекин, С. М. Дымов, Д. Ю. Русанов, А. М. Александров
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

СТАНДАРТИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ ПОЖАРНЫХ

В статье рассмотрены причины выделения эксплуатационных параметров тепловизоров пожарных в отдельный стандарт. Проведен перечень основных эксплуатационных характеристик тепловизоров и необходимого технического оснащения для тестового стенда.

Ключевые слова: средства разведки и обнаружения людей на пожаре, тепловизор пожарный, нормативный документ, стандартизация эксплуатационных требований.

K. E. Arhireev, M. V. Vishchekin, S. M. Dymov, D. Y. Rusanov, A. M. Aleksandrov.

STANDARDIZATION OF OPERATING TEST METHODS FOR FIRE THERMAL IMAGES

The article discusses the reasons for separating the operational parameters of thermal imagers of firefighters into a separate standard. A list of the main operational characteristics of thermal imagers and the necessary technical equipment for the test bench.

Key words: means of reconnaissance and detection of people in a fire, fire thermal imager, regulatory document, standardization of operational requirements.

Общеизвестно, что большую часть информации об окружающей его обстановке человек получает через глаза. Особенно актуальным это становится в условиях, когда в помещении протекают опасные для жизни процессы, в условиях ограниченной видимости. Именно в таких условиях проходит разведка, спасение людей и тушение очагов огня на пожаре внутри зданий и сооружений. При этом получение зрительной информации на пожаре всегда затруднено множеством факторов, это и задымление и отсутствие искусственного освещения (по причине отключения энергопитания) и пылевое воздействие и собственно само смотровое стекло маски дыхательного аппарата, которое запотеваает изнутри и загрязняется снаружи. Не удивительно, что при появлении технологий, уменьшающих степень воздействия ограничителей визуальной информации, они находят свое применение в сфере деятельности пожарно-спасательных служб. Пожарные фонари и осветительные мачты успешно компенсируют недостаточность освещения, специальные конструкции масок дыхательных аппаратов помогают справиться с нежелательными отложениями на стекле и только дым долгое время оставался непреодолимой преградой. Как только промышленность смогла освоить компактный, точный и надежный тепловизор, он стал применяться пожарными и спасателями. Сначала инициативно, а потом и в установленном порядке. Тепловизоры, как дополнительное снаряжение пожарных включены в профильные технические регламенты [1], [2], в перечень оснащения пожарных автомобилей [3], а их минимально-необходимые технические характеристики закреплены в национальном стандарте [4].

Первые применения показали отличную эффективность, а разница между видимым человеческим глазом картинкой и изображением на мониторе, была настолько большой, что вопрос о выделении специальных эксплуатационных характеристик разных моделей тепловизоров в рамках профессиональной деятельности не ставился (Рис. 1). Между тем, как любой технический прибор тепловизор имеет определенные рамки возможностей. Это - технически сложное изделие, с широким перечнем показателей.

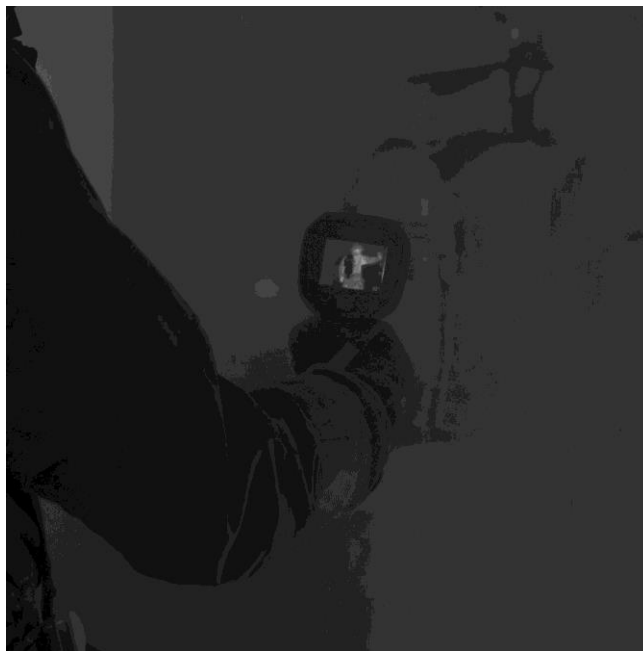


Рис. 1. Изображение распознаваемое человеческим глазом и выведенное на монитор тепловизора

В список характеристик тепловизора входят: общие физические (масштабные, временные), технические (электрические, электронные, механические), оптические, аппаратные, программные, эргономические и все это многообразие объединяется под общим названием – «эксплуатационные». Самыми ценными для изучения и контроля, применительно к деятельности МЧС, являются именно эксплуатационные показатели, как то: возможности увеличить визуальную проницаемость среды, бесконтактного измерения температуры поверхностей тел, выявления разницы температур, определения пороговых значений температур и конечно возможность как бы смотреть сквозь твердую преграду и открытое пламя (Рис. 2). К этим принципиальным характеристикам можно добавить возможность управления одной рукой в средствах защиты рук (перчатках) и возможность сохранять изображения в фото и видео формате.



Рис. 2. Изображение с монитора тепловизора при включенных температурных показателях

При постановке задачи разработки национального стандарта ГОСТ Р 58446 проверки по этим параметрам не рассматривались. В тот момент времени была необходимость как можно быстрее ввести в оборот пожарно-технического вооружения тепловизоры и насытить реагирующие подразделения новейшими приборами. Кроме того, количество моделей тепловизоров и их производителей не позволяло собрать достаточный объем опытного материала.

Специалисты ФГБУ ВНИИПО МЧС России отслеживают данную тематику и проводят работы по устранению этого пробела. На протяжении нескольких лет собирается и анализируется информация с натуральных испытаний с участием испытателей добровольцев по тестированию различных технологий улучшения визуальной ориентации пожарных подразделений в задымленных помещениях, в том числе и при помощи тепловизоров. Для этого, институт обладает соответствующей испытательной, полигонной базой, включающей: ангар для проведения огневых испытаний, очаги для воспроизведения задымления и открытого горения, средства индивидуальной защиты испытателей, средства связи и видеofиксации, средства пожаротушения. При проведении экспериментов в числе прочих, обязательно ставились следующие задачи:

- Определение порога видимости предметов и окружающей обстановки в замкнутом сильно задымленном помещении, в видимом человеческим глазом спектре и ИК диапазоне;
- Определение возможности ориентироваться в пространстве в условиях ограниченной видимости по изображению;
- Определение вероятности обнаружения людей в дыму;
- Изучение способов отображения графической информации для пожарного-пользователя системы;
- Изучение способов переноски, крепления и работы с тепловизорами;
- Изучение способов анализа графической информации, выдаваемой тепловизором, для корректировки действий и движения пожарного.

При проведении экспериментов создавались условия замкнутого помещения, в котором находились очаги открытого пламени, генераторы создания дыма, имитация разделенных помещений, наличие препятствий в виде элементов мебели на одной горизонтальной плоскости, разновысоких площадок и так далее. Роль пострадавшего выполнял сотрудник института, который находился в зоне огневого и дымового воздействия до момента его обнаружения звеном ГЗДС. Тестирование тепловизоров при проведении звеном ГЗДС разведки на пожаре, осуществляли двое других сотрудников (Рис. 3).

Материалы, накопленные по итогам экспериментов, позволяют сделать следующие выводы.

1. В настоящее время, производитель сам определяет набор параметров тепловизора относящихся к классу снаряжения для нужд МЧС России. В стандарте ГОСТ Р 58446, все методы испытаний по функциональным параметрам отданы под ответственность тому же производителю. Поэтому, необходимо выделить пожарные тепловизоры в отдельную группу со специальными, профессиональными требованиями.

2. Для стандартизации и технического регулирования производства пожарных тепловизоров нужно разработать стандарт типа «Техника пожарная. Тепловизоры пожарные. Эксплуатационные требования. Методы испытаний». В этом стандарте должны быть в численных показателях установлены: базовое расстояние по определению в чистой среде и в задымленном помещении тестового очага пожара и тестового манекена тела человека; максимальные и минимальные расстояния уверенного бесконтактного измерения температуры поверхностей тел; минимальный шаг измерения температуры; пороговые значения измеряемых температур; возможность получения изображения сквозь открытое пламя; возможность сохранения изображения в фото и видео формате; возможность управления одной рукой в средствах защиты рук (перчатках).

3. Для создания единой методики по проверке эксплуатационных параметров, необходимо разработать требования к стандартной тестовой камере (стенду). В состав стенда должны входить: не сгораемая конструкция (здание), имитирующие стандартное помещение с прямым и свободным от препятствий на максимальную длину коридором; разделенные помещения с тупиковыми и проходными схемами; тестовые очаги пожара; тестовые очаги (генераторы) дыма (Рис. 4); тестовый манекен человека; тепловые панели для создания различных нагретых поверхностей; система дымоудаления; система автоматического пожаротушения; система утилизации отходов; средства связи; средства фото и видео фиксации; дыхательные аппараты со сжатым воздухом; воздушный компрессор высокого давления для заправки аппаратов; комплекты специальной защитной одежды (с поясом и карабином); каски пожарного; средства защиты рук и ног пожарного; путевой трос пожарный; комплект внутриквартирного пожаротушения; фонари пожарные групповые и индивидуальные; средства измерения температуры воздуха и поверхностей; средства измерения влажности воздуха и атмосферного давления; средства определения оптической плотности воздушной среды; вентиляторы для создания однородной плотности воздушной среды.

Необходимо строго определить значения ключевых параметров, способы их создания и условия прохождения испытаний, с помощью которых будут тестироваться все пожарные тепловизоры.

Создание стандарта ГОСТ Р «Тепловизоры пожарные», позволит систематизировать и упорядочить разрозненные изделия, привести к единому трактованию требования и методы тестовых испытаний. Сам стенд для испытаний, может стать прототипом обучающего тренажера, а на основании накопленного опыта боевого применения и натурных испытаний, возможно создание методических рекомендаций по применению тепловизоров пожарных.



Рис. 3. Звено ГДЗС входит в испытательный ангар ВНИИПО «Сочи»

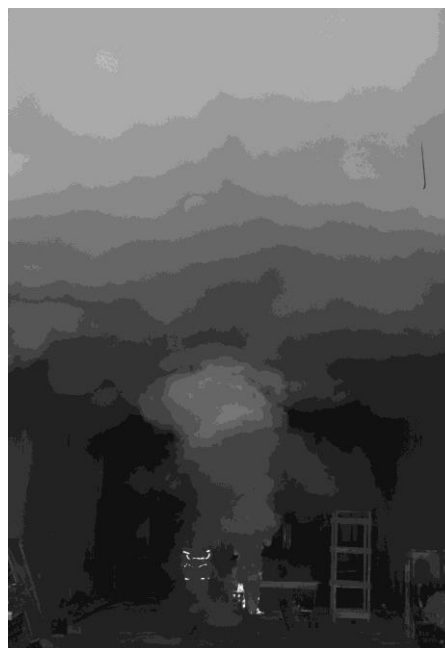


Рис. 4. Начало заполнения дымом ангара ВНИИПО «Сочи»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Технический регламент ТР ЕАЭС 043/2017 «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения».
3. Приказ МЧС России от 28 марта 2014 г. № 142 «О внесении изменения в приказ МЧС России от 25.07.2006 № 425». Внести изменение в приказ МЧС России от 25.07.2006 № 425 «Об утверждении норм табельной положенности пожарно-технического вооружения и аварийно-спасательного оборудования для основных и специальных пожарных автомобилей, изготавливаемых с 2006 года» с изменением, внесенным приказом МЧС России от 30.01.2013 № 56.
4. ГОСТ Р 58446-2019 «Техника пожарная. Комплект снаряжения для оснащения личного состава звена газодымозащитной службы. Общие технические требования. Методы испытаний».

УДК 614.841.45+ 699.81

А. В. Белокобыльский, П. Г. Аксютин, Д. Ю. Семенов
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

НОРМИРОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ К КОРИДОРАМ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭВАКУАЦИИ И СПАСЕНИИ ЛЮДЕЙ

Сфера деятельности специальных технических условий широко раскрывается перед нами различными методологиями и терминологией. Одной из таких является «коридор безопасности», неоднократно встречающийся в СТУ торговых комплексов, спортивных сооружений, развлекательных комплексах, высотных зданиях и т.д.

Часто этот термин приводят в аналогии с «безопасной зоной», в которой люди защищены от воздействия опасных факторов пожара или в которой опасные факторы пожара отсутствуют либо не превышают предельно допустимых значений. Однако какие либо прикладные требования по оборудованию и исходным характеристикам отсутствуют.

Таким образом, поиск решений, обеспечивающих безопасность людей при пожаре в здании, всегда будет стоять на пике проблем пожарной охраны. Однако введение новых понятий в нормативно-правовые акты, конечно, требует их обоснованной конкретизации и разумного подхода, устраивающего все заинтересованные стороны.

Ключевые слова: Эвакуация, спасение, коридор безопасности, людские потоки, Специальные технические условия (СТУ), система нормирования, безопасность людей при пожаре, безопасная зона

A. V. Belokobilskiy, P. G. Axutin, D. Y. Semenov

REGULATION OF FIRE SAFETY REQUIREMENTS FOR SAFETY CORRIDORS IN THE ORGANIZATION OF EVACUATION AND RESCUE OF PEOPLE

The field of special technical conditions is widely revealed to us by various methodologies and terminology. One of these is the "security corridor", which is repeatedly found in the STU of shopping complexes, sports facilities, entertainment complexes, high-rise buildings, etc.

This term is often used in analogy to a "safe zone" in which people are protected from exposure to fire hazards or in which fire hazards are absent or do not exceed the maximum permissible values. However, there are no application requirements for hardware and source characteristics.

Thus, the search for solutions that ensure the safety of people in the event of a fire in a building will always be at the peak of fire protection problems. However, the introduction of new concepts in legal acts, of course, requires their reasonable specification and a reasonable approach that suits all interested parties.

Key word: Evacuation, rescue, safety corridor, human flows, Special technical conditions(STU), rationing system, safety of people in case of fire, safe zone

Поиском эффективных способов защиты от воздействия опасных факторов пожара (ОФП), человечество озабочено с тех пор, как ему удалось получить огонь. Из истории противопожарного нормирования известно, как после «всехсвятского» пожара Москвы (1365 г.), великий князь Дмитрий Донской принял решение выстроить Кремль из негорючего материала [1]. Глобальная идея ограничения применения горючих строительных материалов была зафиксирована в 1954 г., в одном из первых отечественных нормативных документов СНиП II-А.3 «Огнестойкость строительных конструкций, зданий и сооружений», давшем классификацию зданий и сооружений по пожарной опасности. Казалось-бы, построим здание из камня, кирпича, бетона или металла и все – строительные материалы не горят, значит пожар и его ОФП не получат распространения, но статистика знает множество примеров, когда пожар возникал в одном помещении, а люди гибли от отравления продуктами горения в соседних, и даже на других этажах здания. Страшным примером служит пожар в ТРК «Зимняя Вишня» г. Кемерово 25.03.2018 г., в результате которого погибли 64 человека, в том числе 41 ребенок [2]. Бесспорно, рассматривая пожар в здании, тем более «гражданском», на переднем плане должны находиться вопросы обеспечения безопасности людей.

Следует отметить, что результаты научных исследований, направленных на обеспечение безопасности людей при пожаре в здании, прочно обосновались в нормотворчестве: СНиП II-А.5-70 «Противопожарные нормы. Правила проектирования» (пропускная способность эвакуационных выходов), СНиП II-2-80 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений» (методика определения расчетного времени эвакуации), ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования» (методика определения необходимого времени эвакуации), СНиП 35-01-2001 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения» (габариты коммуникационных, в том числе эвакуационных путей маломобильных групп населения (МГН), по критериям доступности, безопасности, комфортности и информативности), статья 89 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (обязательные требования к устройству эвакуационных путей и выходов, в том числе к необходимости определения зависимости количества и ширины эвакуационных выходов от максимально возможного числа эвакуируемых через них людей и предельно допустимого расстояния от наиболее удаленного места возможного пребывания людей), СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» (зависимости числа и ширины эвакуационных выходов от числа эвакуирующихся и их удаленности), Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденная приказом МЧС России от 30.06.2009 № 382 (еще две методики определения расчетного времени эвакуации и области их применения, параметры движения различных групп мобильности).

Система нормирования в принципе механизм достаточно инерционный, уже потому, что прежде чем какое-либо требование было включено в нормативный документ, оно должно получить не только расчетное обоснование, но и практическое подтверждение его необходимости. И в этих условиях любое новое решение в обеспечении и организации эвакуации людей при пожаре, утверждается на уровне специальных технических условий (СТУ) по обеспечению пожарной безопасности объекта защиты (приказ МЧС России от 28.11.2011 № 710, приказ Минстроя России от 15.04.2016 № 248/пр).

Одним из таких часто встречающихся в СТУ решений, последнее 10-летие, стали «коридоры безопасности» в торговых комплексах, спортивных сооружениях, развлекательных комплексах, высотных зданиях и т.п. При применении таких коридоров, в каждом СТУ проводится аналогия с понятием статьи 2 № 123-ФЗ: «безопасная зона – зона, в которой люди защищены от воздействия опасных факторов пожара или в которой опасные факторы пожара отсутствуют либо не превышают предельно допустимых значений», а точкой отсчета противопожарных требований к таким «коридорам безопасности», почему-то принято считать требования пп. 6.2.25÷6.2.27 СП 59.13330.2016 «Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001». С такой постановкой вопроса нельзя согласиться, уже потому, что и №123-ФЗ, и СП 59.13330.2016 рассматривают безопасную зону не как способ безопасной эвакуации, а как средство спасения, тогда как «коридор безопасности», который как и любой другой эвакуационный коридор по логике должен вести к эвакуационному выходу, но при этом иметь какие-то нерегламентированные нормами системы противопожарной защиты и обоснования требований к их габаритам, размещению, инженерному оборудованию.

Главной причиной устройства так называемых коридоров безопасности в торговых центрах, высотных зданиях и зданиях с наличием многосветных пространств является недопустимая удаленность места вероятного нахождения человека от эвакуационного выхода.

Анализ состояния проблемы позволяет сформулировать план действий, а именно развитие основных методологических положений по проектированию эвакуационных путей и выходов в зданиях с применением коридоров безопасности, рассматриваемых и как путь эвакуации, и как безопасная зона, учитывая особенности перемещения МГН.

Поиск решений, обеспечивающих безопасность людей при пожаре в здании, всегда будет стоять на пике проблем обеспечения пожарной безопасности. Однако введение новых понятий в нормативные правовые акты требует их обоснованной конкретизации и разумного подхода, устраивающего все заинтересованные стороны.

Безопасные зоны - коридоры, являющиеся одновременно путями эвакуации, как раз и могут стать таким решением, но для этого необходимо разработать алгоритм обеспечения безопасности людей в том числе МГН (включая группу мобильности М4) в таких коридорах.

Для разработки алгоритма планируется проведение натурных экспериментов по эвакуации и спасению людей, моделирование динамики ОФП и процесса эвакуации с использованием современных моделей движения людских потоков. Это позволит обосновать требования к огнестойкости ограждающих конструкций, габаритным размерам путей эвакуации, инженерным системам противопожарной защиты зданий и предложить комплекс организационно-технических мероприятий, направленных на повышение безопасности людей при пожарах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ильин В.В., Мешалкин Е.А.* История пожарной охраны России: Учебник. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2003. -306 с.
2. Расследование пожара в «Зимней вишне» [<https://tass.ru/rassledovanie-pozhara-v-zimney-vishne>] – Информационное агентство «ТАСС»
3. *Ройтбурд С.М., Холщевников В.В.* Безопасная эвакуация людей из многоэтажных зданий. Перспективный аналитический обзор. – М.: ВИНТИ, 1979. – 11 с.
4. *Холщевников В.В., Самошин Д.А.* Нормирование безопасной эвакуации людей из высотных зданий // Промышленное и гражданское строительство. – 2007. - №2. – С.24-31.
5. Парадоксы нормирования обеспечения безопасности людей при эвакуации из зданий и пути их устранения. Часть 1 [Текст] / В.В. Холщевников [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. -2011.- № 3. - С. 41-50.
6. Парадоксы нормирования обеспечения безопасности людей при эвакуации из зданий и пути их устранения. Часть 2 [Текст] / В.В. Холщевников [и др.] // Пожаровзрывобезопасность. - 2011. - № 4. - С. 31-39.
7. *Холщевников В.В., Кудрин И.С.* Эвакуация людей при пожаре в высотных зданиях. Часть 1//Высотные здания. – 2011. - №6. – С.112-117.
8. *Холщевников В.В., Парфененко А.П., Кудрин И.С.* Эвакуация людей при пожаре в высотных зданиях. Часть4//Высотные здания. – 2012. - №3. – С.112-117.
9. *Парфененко А.П.* Нормирование требований пожарной безопасности к эвакуационным путям и выходам в зданиях детских дошкольных образовательных учреждений: дис. ...канд. техн. наук. – М., 2012. – 153 с.
10. *Кудрин И.С.* Влияние параметров движения людских потоков при пожаре на объемно-планировочные решения высотных зданий: дисс. ... канд. техн. наук. – М., 2013. – 190 с.
11. *Истратов Р.Н.* Нормирование требований пожарной безопасности к эвакуационным путям и выходам в стационарах социальных учреждений по обслуживанию граждан пожилого возраста: дис. ...канд. техн. наук. – М., 2014. – 160 с.
12. *Kholshchevnikov V.V.* Experimental researches of human flow in staircases of high-rise building//International Journal of Applied Engineering Research/ - 2015. – Vol.10, No21/ - P. 42549-42552.
13. *Холщевников В. В., Самошин Д. А., Парфененко А. П., Кудрин И. С. и др.* Эвакуация и поведение людей при пожарах: Учебное пособие. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2015. -262 с.
14. *Самошин Д.А.* Методологические основы нормирования безопасной эвакуации людей из зданий при пожаре: автореферат дис. ... доктора технических наук: 05.26.03/ Электронный ресурс: <https://search.rsl.ru/ru/record/01006655087>.
15. *Холщевников В.В.* Терминология или идеология – препятствие безопасной эвакуации людей из высотных зданий при пожаре [Текст]/ В.В. Холщевников // Пожаровзрывобезопасность. - 2018. - №1. - С. 5-21.
16. *Холщевников В.В.* Гносеология людских потоков. Монография. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2019. -592 с.

УДК 614.84:001:006.1

А. В. Белокобыльский, А. В. Новикова, А. Н. Варламкина, Е. М. Григорьева, М. В. Шишков
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ТК 274 «ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» В МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Рассмотрены основные направления международной стандартизации в области пожарной безопасности, а также участие ТК 274 «Пожарная безопасность» в работе Международной организации по стандартизации (ИСО) и Международной электротехнической комиссии (МЭК). Дана краткая характеристика деятельности технического комитета в продвижении национальных интересов на международном уровне.

Ключевые слова: международная стандартизация, технические комитеты, пожарная безопасность, международный стандарт, Международная организация по стандартизации (ИСО), Международная электротехническая комиссия (МЭК).

A. V. Belokobylskiy, A. V. Novikova, A. N. Varlamkina, E. M. Grigorieva, M. V. Shishkov

OPERATION OF TC 274 «FIRE SAFETY» IN INTERNATIONAL STANDARDIZATION SYSTEM

The main directions of international standardization in fire safety sphere were considered. The description of participation of TC 274 “Fire Safety” in International Organization for Standardization and International Electrotechnical Commission was given. A brief characteristic of the technical committee contribution in national interest promotion on international level was given.

Key words: international standardization, technical committees, fire safety, international standard, International Organization for Standardization (ISO), International Electrotechnical Commission (IEC).

Глобализация мировой экономики, обусловленная преобразованием мирового пространства в единую зону, где свободно перемещаются информация, товары и услуги, капитал, где непринужденно распространяются идеи и беспрепятственно передвигаются их носители, стимулируя развитие современных институтов и отлаживая механизмы их взаимодействия, неразрывно связана с системой международной стандартизации.

Международная стандартизация - это совокупность международных организаций по стандартизации и результатов их деятельности - стандартов, рекомендаций, технических отчетов и другой научно-технической продукции. Таких организаций три: Международная организация по стандартизации (ИСО), Международная электротехническая комиссия (МЭК) и Международный союз электросвязи (МСЭ).

Участие в работе системы международной стандартизации предоставляет уникальную возможность продвижения национальных интересов на международный уровень путем использования требований, содержащихся в национальных стандартах государства, при разработке межгосударственных (региональных) и международных стандартов (МС).

Российская Федерация активно использует данную возможность, в том числе в сфере технического регулирования в области пожарной безопасности.

Согласно приказу Росстандарта от 30 января 2018 г. № 159 Технический комитет по стандартизации ТК 274 «Пожарная безопасность» представляет интересы России в Международной организации по стандартизации ИСО, а именно в ТК 21 «Средства пожарной защиты и борьбы с огнем» и ТК 92 «Пожарная безопасность».

Международная организация по стандартизации создана в 1946 г. двадцатью пятью национальными организациями по стандартизации. Фактически работа ее началась с 1947 г. При создании организации и выборе ее названия учитывалась необходимость того, чтобы аббревиатура наименования звучала одинаково на всех языках. Для этого было решено использовать греческое слово *ισος* – равный, вот почему на всех языках мира Международная организация по стандартизации имеет краткое название ИСО.

СССР был одним из основателей ИСО, постоянным членом руководящих органов, трижды представитель российского национального органа по стандартизации выбирался председателем ИСО. После распада СССР Россия стала членом Международной организации по стандартизации как его правопреемник.

Сфера деятельности ИСО касается стандартизации во всех областях, кроме электротехники и электроники, относящихся к компетенции Международной электротехнической комиссии (МЭК). Некоторые виды работ выполняются совместными усилиями этих организаций. Кроме стандартизации, ИСО занимается проблемами подтверждения соответствия.

Участие в работе технических комитетов МЭК является традиционным для ВНИИПО и берет свое начало с конца 70-ых годов XX века. Институт представляет интересы России в ТК 89 «Испытания на пожарную опасность» и ТК 81 «Молниезащита».

Для осуществления работы в технических комитетах ИСО и МЭК каждая страна-участник ИСО и МЭК определяет экспертов из числа наиболее опытных специалистов с высшим профессиональным образованием, стажем практической работы, связанным с техническим регулированием и (или) стандартизацией, по нескольким или одному из следующих видов деятельности: разработка, производство, испытания (оценка), приемка, внедрение, эксплуатация (использование) продукции, выполнение работ, оказание услуг, преподавательская, консультационная деятельность, государственный контроль (надзор).

В Глобальной директории ИСО зарегистрирован в качестве российских экспертов 21 представитель организаций - членов ТК 274 «Пожарная безопасность», преимущественно сотрудников ФГБУ ВНИИПО МЧС России. В Системе менеджмента экспертов МЭК зарегистрированы в качестве российских экспертов 6 представителей ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

Работа в области международной стандартизации позволяет специалистам постоянно находиться в курсе новейших разработок стран-членов ИСО и МЭК по вопросам пожарной безопасности и разрабатывать межгосударственные и национальные стандарты, а также своды правил, используя основные положения МС.

Эксперты ФГБУ ВНИИПО МЧС России, представляющие страну в ИСО и МЭК, обладают обширными, глубокими знаниями проблематики, теоретическим и практическим опытом в области пожарной безопасности. Опираясь на него, формируется позиция России по рассматриваемым проблемам, предлагаются новые подходы к их решению. Это позволяет Российской Федерации находиться в числе ведущих стран мира, занимающихся вопросами стандартизации в области пожарной безопасности.

Наметилась тенденция по вовлечению в международную деятельность ТК 274 «Пожарная безопасность» представителей организаций-членов ТК. Это представители ООО «Холдинг Гефест» и ООО «Каланча» - отечественных производителей пожарно-технической продукции, представленной на мировом рынке.

При разработке международных стандартов в области пожарной безопасности основной акцент делается на разработку единых методов испытаний продукции, требований к маркировке, упаковке, хранению, установлению единой терминологии.

В 2019 г. проводились 2 пленарных заседания технических комитетов ИСО и их подкомитетов.

В период со 2 по 6 сентября 2019 г. в г. Санкт-Петербург, Россия, прошло 42-е заседание ИСО/ТК21 «Средства пожарной защиты и борьбы с огнем». Это второе заседание за 42 года, проводимое на территории Российской Федерации.

ТК 21 включает в себя 6 подкомитетов, в которых работают российские эксперты:

ИСО/ТК21/ПК 2 «Переносные огнетушители»;

ИСО/ТК21/ПК3 «Системы сигнализации и оповещения»;

ИСО/ТК21/ПК5 «Водяные системы пожаротушения»;

ИСО/ТК21/ПК 6 «Пенные и порошковые огнетушащие вещества и системы пенного и порошкового пожаротушения»;

ИСО/ТК21/ПК 8 «Газообразные огнетушащие вещества и системы газового пожаротушения»;

ИСО/ТК21/ПК 11 «Технические средства системы противодымной защиты».

На заседании ТК21 в Санкт-Петербурге решилось много важных вопросов в области пожарной безопасности. Например, в основной стандарт по спринклерному пожаротушению ISO 6182-1 были внесены требования к новым оросителям с принудительным пуском и контролем пуска и требования к методам их испытаний. Обсуждались вопросы применения морской воды для систем пенного пожаротушения. В ходе заседаний делегация американской компании Honeywell предложила новый огнетушащий газовый состав на основе широко применяемого огнетушащего вещества Novac 1230.

На заседаниях ИСО/ТК21 и его подкомитетов рассматривались также результаты обсуждения и голосования по разрабатываемым по рабочей программе ИСО/ТК21 проектам международных стандартов.

Заседание ИСО/ТК92 и его подкомитетов ПК1 и ПК4 состоялось в г. Братислава Словацкой Республики в период с 30 сентября по 2 октября 2019 г.

ИСО/ТК92 включает в себя 4 подкомитета, в работе которых российские эксперты принимают активное участие:

ИСО/ТК92/ПК 1 «Возникновение и развитие пожара»

ИСО/ТК92/ПК 2 «Локализация пожара»

ИСО/ТК92/ПК 3 «Пожарная опасность для людей и окружающей среды»

ИСО/ТК92/ПК 4 «Техника пожарной безопасности».

Во время встречи ТК92 в Словакии проведены заседания ТК92/ПК1 и ТК92/ПК4.

Международная деятельность позволяет российским экспертам в области пожарной безопасности получать информацию о новейших разработках стран-членов ИСО с целью подготовки предложений по гармонизации национальных и межгосударственных стандартов, разрабатываемых в рамках ТК/МТК 274 «Пожарная безопасность», с международными стандартами.

За время работы ТК 274 «Пожарная безопасность» переработано и гармонизировано значительное количество национальных стандартов в области пожарной безопасности, часть из которых идентичны международным.

Следует отметить, что в последние годы произошла корректировка курса, направленного на гармонизацию отечественных стандартов с международными. Одним из приоритетов российской политики в области стандартизации является продвижение национальных интересов на международный уровень, что обуславливается как ростом объемов производимой в Российской Федерации пожарно-технической продукции, так и повышением её качества и конкурентоспособности.

Эксперты ТК 274 «Пожарная безопасность» и ФГБУ ВНИИПО МЧС России, представляющие страну в ИСО и МЭК, обладают обширными знаниями проблематики, теоретическим и практическим опытом в области пожарной безопасности. Опираясь на него, формируется позиция страны по рассматриваемым проблемам, предлагаются новые подходы к их решению. Это позволяет Российской Федерации находиться в числе ведущих стран мира, занимающихся вопросами обеспечения пожарной безопасности.

Активное участие в системе международной стандартизации является крайне важным и необходимым для успешного инновационного развития экономики страны, обеспечения высокого уровня безопасности объектов гражданского и промышленного назначения, защиты жизни, здоровья и имущества граждан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. План мероприятий («дорожная карта») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года
2. ИСО/МЭК Директивы, Часть 1 Процедуры выполнения технических работ, 2004
3. ИСО/МЭК Директивы, Часть 2 Правила построения и формулирования международных стандартов, 2004.

УДК 614.849

Г. Н. Валиуллина, А. В. Краснов, Е. В. Попова

ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ЧАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Разработана база данных, с помощью которой можно просматривать мероприятия для уникальных объектов, а также для тех, на которых отсутствуют требования норм пожарной безопасности. Применение специализированных программ улучшит пользование базой данных.

Ключевые слова: база данных, требования пожарной безопасности, ПБ, мероприятия по обеспечению.

G. N. Valiullina, A. V. Krasnov, E. V. Popova

DEVELOPMENT OF A DATABASE WITH A LIST OF COMPENSATING MEASURES FOR UNIQUE BUILDINGS AND THOSE WITHOUT REQUIREMENTS OF FIRE SAFETY STANDARDS

A database has been developed, with the help of which you can view events for unique objects, as well as for those that do not have fire safety requirements. The use of specialized programs will improve the use of the database.

Key words: database, fire safety requirements, fire safety, measures to ensure.

Объекты строительства не всегда отвечают требованиям пожарной безопасности, в силу своей уникальности и отсутствием возможности соблюдения правил и норм ПБ. Для такого рода объектов создаются специальные технические условия, включающие в себя правила пожарной безопасности и материалы об особенностях проектирования. В наши дни технического прогресса создание специальных технических условий оказывается очень актуальным.

СТУ создаются с целью того чтобы решить проблемы, из-за которых при проектировании и эксплуатации объектов происходит отступление от норм и правил по пожарной безопасности.

Каждый защищаемый объект обязан соответствовать нормам пожарной безопасности. Чтобы предусмотреть размещение того, что входит в комплекс противопожарных средств и устройств реализуются различные проекты и соответствующая документация, с помощью которой сотрудникам МЧС следует осуществлять контроль за всем зданием одновременно [1]. Поэтому предложение о создании базы данных, которая включает в себя эти мероприятия, и позволяет использовать независимые данные при проведении проверки на данном объекте актуально. Соответственно она существенно облегчает поиск, анализ и защиту данных, поскольку они хранятся в одном месте

Главным достоинством электронного хранения документов в базах данных является быстрый поиск запрашиваемой информации. Так, поиск по базе данных с последующим выводом на печать или отправкой специалисту по электронной почте копии приказа и других документов выполняется в значительной степени быстрее, чем поиск в бумажном архиве, снятие и отправка бумажной копии [2].

Базы данных – это такие же файлы, однако с которыми работать нужно немного иначе, чем с файлами других типов, созданными прочими приложениями. В свою очередь, всю работу по обслуживанию файловой структуры берет на себя операционная система. Для базы данных предъявляются специальные требования с точки зрения безопасности, поэтому им актуален другой подход к сохранению данных.

Базы данных можно отнести к особому виду систем. Информация, которая в них содержится, очень часто имеет общественную ценность. Весьма часто с одной и той же базой работают сотни тысяч людей по всей стране. От данных, находящихся в определенных базах, может зависеть благополучие множества людей. Поэтому целостность содержимого базы не может и не должна зависеть ни от конкретных действий некоего пользователя, забывшего сохранить файлы перед выключением компьютера, также как и перебоев в электросети [5].

Для объекта разрабатываются, и утверждается в установленном порядке с территориальным органом управления МЧС России оперативный план пожаротушения и эффективные правила пожарной безопасности объекта, отражающие специфику эксплуатации, а также учитывающие его пожарную опасность [3].

Имеется также возможность получить данные в печатном формате, благодаря отчетам. Специалист-пользователь будет иметь возможность управлять внешним видом и размером всего отчета, поэтому сможет предоставить нужную ему информацию любым для него удобным форматом. Большая часть данных отчета находится в таблицах и запросах, в структуре отчета.

В свою очередь база данных должна содержать в себе все сведения об уникальном объекте или об объекте, на котором отсутствуют нормы пожарной безопасности.

Схема базы данных включает следующие таблицы:

Таблица 1. Описание таблиц и полей

Название таблицы	Название поля	Тип поля
Сведения об объекте	Наименование объекта	Текстовый
	Адрес объекта	Текстовый
	ID объекта	Числовой
Сведения об инвесторе	Полное наименование юридического лица	Текстовый
	Юридический адрес	Текстовый
	Фактический адрес	Текстовый
	Руководитель организации	Текстовый
	ИНН	Числовой
	Телефон	Числовой
	ID инвестора	Числовой
Сведения о генеральной проектной организации	Полное наименование юридического лица	Текстовый
	Юридический адрес	Текстовый
	Фактический адрес	Текстовый
	Руководитель организации	Текстовый
	ИНН	Числовой
ID проектной организации	Числовой	

Название таблицы	Название поля	Тип поля
Сведения о разработчике СТУ	Полное наименование юридического лица	Текстовой
	Юридический адрес	Текстовый
	Фактический адрес	Текстовой
	Руководитель организации	Текстовой
	ИНН	Числовой
	ID разработчика СТУ	Числовой
Дополнительные компенсирующие мероприятия и требования ПБ	Требования ПБ	Текстовой
	Требования к генеральному плану	Текстовой
	Требования к противопожарному водоснабжению	Текстовой
	Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям	Текстовый
	Требования к системам противопожарной защиты	Текстовый
	Организационные мероприятия	Текстовый
	ID объекта	Числовой
	ID проектной организации	Числовой
	ID инвестора	Числовой
	ID разработчика СТУ	Числовой
Пользователи	Идентификатор пользователя	Числовой
	ФИО	Текстовый
	Логин	Текстовый
	Пароль	Текстовый
Уровень доступа	Идентификатор пользователя	Числовой
	Название таблицы	Текстовый
	Уровень доступа	Текстовый
	Номер записи	Счетчик

Также стоит отметить, что второстепенным, но не менее важным достоинством Access является интегрированность этой программы с Excel, Word и другими программами пакета Office Microsoft Access, как система управления базами данных. Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что СУБД Access полностью подходит для создания разрабатываемой БД [4, 6].

В сфере обеспечения пожарной безопасности немалое значение имеет обоснованный выбор нормативных документов, связанных с решениями задач оценки и подтверждения соответствия объектов защиты, в том числе объектов, на которые отсутствуют нормы проектирования. Актуальностью в данном направлении на сегодняшний день является создание электронной базы данных, которая обязана учитывать как комплекс мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на выбранном объекте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Sharafutdinov, A.A.* Development of a method for calculating fire and oil spills parameters/ A.A. Sharafutdinov, F.S. Khafizov, I.F. Khafizov, A.V. Krasnov, A.V. Akhmethafizov, V.I. Zakirova, A.N. Khafizova// AIP Conference Proceedings. 28. Сер. «28th Russian Conference on Mathematical Modelling in Natural Sciences». 2020. С. 070004.
2. *Sharafutdinov, A.A.* Structural and intelligent scheme of navigation system of a ground-based mobile robot for forming a traffic route/ A.A. Sharafutdinov, A.Y. Timasheva// 2020 IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 860(1), 012019
3. *Khafizov, F.S.* Evaluation of the mobile simulator for fire protection training/ F.S. Khafizov, A.M. Gazizov, I.F. Khafizov, A.A. Sharafutdinov// CEUR Workshop Proceedings. Сер. «CSASE 2018 - Proceedings of the Annual Scientific International Conference on Computer Systems, Applications and Software Engineering». - 2018.
4. *Устюжанина, А.Ю.* Прогнозирование чрезвычайных ситуаций на предприятиях нефтехимии с применением геоинформационных технологий / А.Ю. Устюжанина, А.А. Ганиева, А.А. Шарафутдинов// В сборнике: Современные технологии в нефтегазовом деле - 2016. Сборник трудов Международной научно-технической конференции посвященной 60-летию филиала. - 2016. - С. 442-447.
5. *Шарафутдинов, А.А.* Особенности применения информационно-ситуационных технологий в области обеспечения комплексной безопасности объектов / А.А. Шарафутдинов, Е.А. Пономарева, Е.С. Егорова// Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. - 2016. - № 1-2 (5). - С. 194-196.

6. Хафизов, И.Ф. Применение геоинформационных технологий на предприятиях нефтехимии / И.Ф. Хафизов, А.А. Шарафутдинов, А.Ю. Устюжанина, А.М. Галимов // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. - 2016. - № 1-1 (7). - С. 76-80.

УДК 519.257

М. В. Горлачёва, А. В. Матвеев

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

АНАЛИЗ И ОЦЕНКА ГИБЕЛИ И ТРАВМИРОВАНИЯ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРАХ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Рассмотрены статистические данные пожаров на территории Республики Татарстан в период с 2008 по 2019 год. Произведен расчет коэффициента корреляции, который позволяет установить наличие либо отсутствие числа пожаров от различных социальных показателей.

Ключевые слова: пожар, коэффициент корреляции, пожарный риск, статистическая связь.

M. V. Gorlacheva, A. V. Matveev

ANALYSIS AND ASSESSMENT OF DEATH AND INJURY OF HUMAN BEINGS DURING FIRE IN THE REPUBLIC OF TATARSTAN

The statistical data of fires on the territory of the Republic of Tatarstan in the period from 2008 to 2019 are considered. The calculation of the correlation coefficient has been carried out, which makes it possible to establish the presence or absence of the number of fires from various social indicators.

Key words: fire, correlation coefficient, fire risk, statistical connection.

В условиях современного быстро развивающегося общества, вопрос о защите населения и территории от пожаров является актуальным. Важнейшей целью является планирование деятельности Федеральной противопожарной службы МЧС России для успешного выполнения прогноза по числу пожаров. На сегодняшний день в Российской Федерации наиболее широко применяется прогнозирование социально-экономических показателей [1]. Использование коэффициента корреляции в анализе статистических данных позволяет установить наличие либо отсутствие зависимостей числа пожаров от различных социальных показателей [2].

Корреляция рассчитывается по формуле [3]:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}},$$

где x_i и y_i – случайные значения двух сравниваемых массивов (x_i – численность населения, y_i – количество пожаров в i -м году в Республике Татарстан); \bar{x} и \bar{y} – средние значения численности населения и количества пожаров в Республике Татарстан; n – количество лет, за которые производились расчеты.

Для определения степени связи между полученными значениями коэффициента корреляции используют следующие неравенства: $0 < r \leq 0,3$ – связь очень слабая; $0,3 < r \leq 0,5$ – связь слабая; $0,5 < r \leq 0,7$ – связь средняя; $0,7 < r \leq 0,9$ – связь сильная; $0,9 < r \leq 1$ – связь очень сильная.

На рисунках 1 и 2 представлен анализ статистических данных Республики Татарстан с учетом численности населения в период с 2008 по 2019 год.

Анализируя данные диаграмм 1 и 2, можно сделать вывод, что наблюдается нисходящий тренд в период с 2008 и 2012 год, а также с 2013 по 2018 год, затем в 2019 наблюдается восходящий тренд. С 2018 года наблюдается разброс. Значение коэффициентов корреляции между количеством населения и числом пожаров, количеством погибших, травмированных людей [4]:

В период с 2008 – 2013 года:

$r = -0,9856$ - корреляция между числом жителей и количеством пожаров;

$r = 1$ - корреляция между количеством пожаров и погибших;

$r = -0,8857$ корреляция между количеством пожаров и травмированных.

В период с 2014 – 2018 года:

$r = -1$ - корреляция между числом жителей и количеством пожаров;

$r = 0,9487$ - корреляция между количеством пожаров и погибших;

$r = 1$ - корреляция между количеством пожаров и травмированных.

В период с 2018 по 2019 год значение коэффициентов возрастает:

$r = 1$ - корреляция между числом жителей и количеством пожаров;

$r = 1$ - корреляция между количеством пожаров и погибших;

$r = -1$ - корреляция между количеством пожаров и травмированных.

Из чего можно сделать вывод о наличии статистической сильной связи.

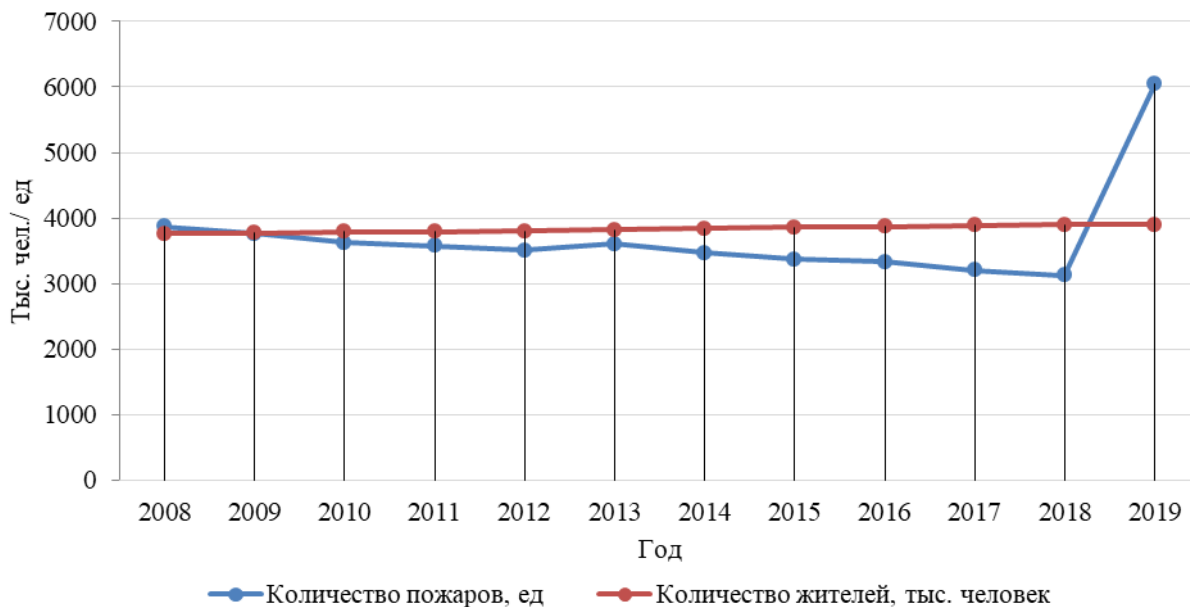


Рис. 1. Количество пожаров и численность населения в Республике Татарстан в период 2008 – 2019 года

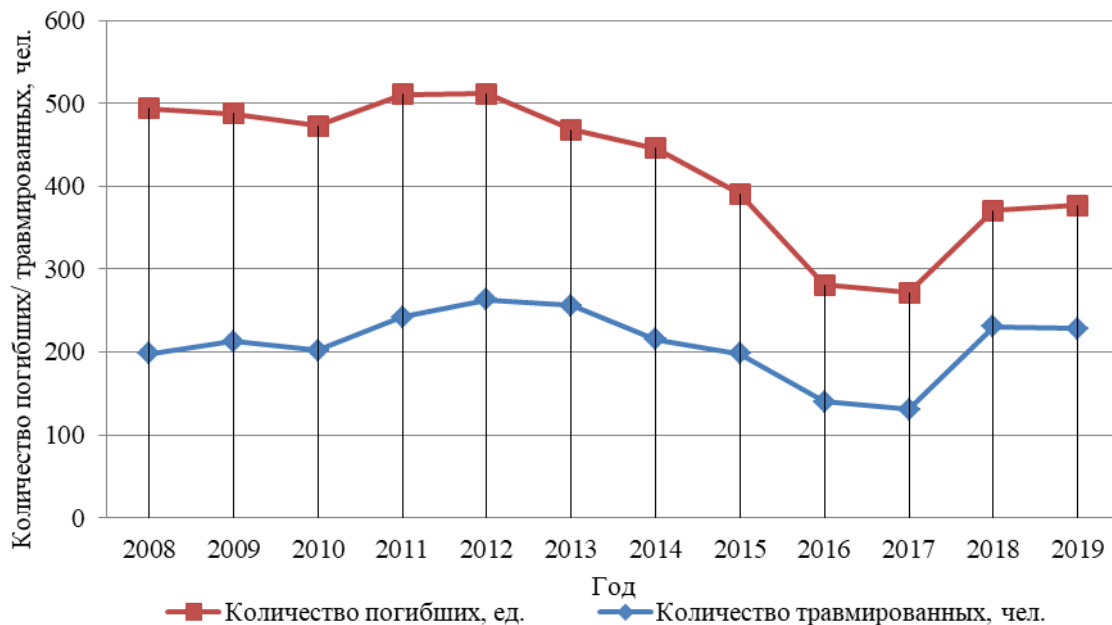


Рис. 2. Количество погибших и травмированных людей в Республике Татарстан в период 2008 – 2019 года

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

В таблице 1 приведен анализ пожаров по причинам их возникновения в 2019 году.

Таблица 1. Анализ пожаров по причинам их возникновения в 2019 году

№	Причины возникновения	Количество	%
	Итого	6055	100
1.	Поджоги	159	2,6
2.	Неисправность производственного оборудования	23	0,4
3.	Нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования	1029	17,0
4.	НППБ при электросварочных работах	35	0,6
5.	НППБ при эксплуатации печей и дымоходов	676	11,2
6.	Нарушение правил устройства и эксплуатации теплогенерирующих установок	1	0,0
7.	Нарушение правил эксплуатации бытовых газовых, керосиновых, бензиновых и др. устройств	35	0,6
8.	Неосторожное обращение с огнем	3900	64,4
9.	Шалость детей	24	0,4
10.	Нарушение правил устройства и эксплуатации транспортных средств	126	2,1
11.	Прочие причины	47	0,8

Резкое увеличение количество пожаров в 2019 году ГУ МЧС Республики Татарстан связывает с изменением статистики учета пожаров, а именно включены пожары с горением твердых бытовых отходов и сухой травы.

Следует отметить, что с 2016 года в Татарстане действует президентская программа по оснащению автономными пожарными извещателями жилых домов и квартир.

Одной из часто используемой характеристикой для оценки вероятности гибели людей в результате воздействия опасных факторов пожара является индивидуальный пожарный риск [5, 6]. Согласно Техническому регламенту «О требованиях пожарной безопасности» регламентированное значение индивидуального пожарного риска составляет 10^{-6} в год [7]. Исходя из данного нормативного значения в Республике Татарстан может погибнуть не более 1 человека на миллион жителей.

Для рассмотрения индивидуальных рисков использовались сведения, представленные в электронной базе данных учета пожаров (загораний) и их последствий ФГИС ФБД «Пожары».

Общая сумма пожаров по городской и сельской местности, число погибших и получивших вред здоровью не всегда точно совпадали с общим значением по России вследствие отсутствия кода населенного пункта в некоторых карточках учета пожаров.

Для городского и сельского населения Республики Татарстан определен индивидуальный риск для человека гибели или получения вреда здоровью от пожара [8-10].

На рисунках 3, 4 показана динамика индивидуального риска гибели и травмирования при пожарах в городской и сельской местности республики Татарстан.

В соответствии с ГОСТ Р 22.10.02-2016 «Допустимый риск» от 1.06.2017 года допустимый индивидуальный риск ЧС – это численное значение, являющееся критерием индивидуального риска чрезвычайных ситуаций, характерных для определенной территории, определяемый как вероятность гибели на рассматриваемой территории за год отдельного человека в результате воздействия поражающих факторов источников чрезвычайной ситуации [11].

Высокие пожарные риски в сельской местности приводят к необходимости анализа причин пожаров. К основным причинам относятся:

- холодные климатические условия. По статистике в зимний период в сельской местности пожары происходят из-за нарушения правил эксплуатации печей и электрооборудования, перегрузок и замыкания проводки;

- низкий предел огнестойкости зданий. Использование в строительстве материалов с низкой огнестойкостью конструкций;

- неосторожное обращение с огнем;

- отсутствие благоустроенной инфраструктуры для своевременного прибытия пожарного расчёта.

В ходе выполненного анализа статистических данных на территории Республики Татарстан в период с 2008 по 2019 год произошло 44103 пожара, на которых погибло 2567 человек и травмировано 2517 человек. Представленная динамика частоты пожаров в Республике Татарстан за разные периоды времени связана с количеством населения, то есть коэффициент корреляции возрастает.

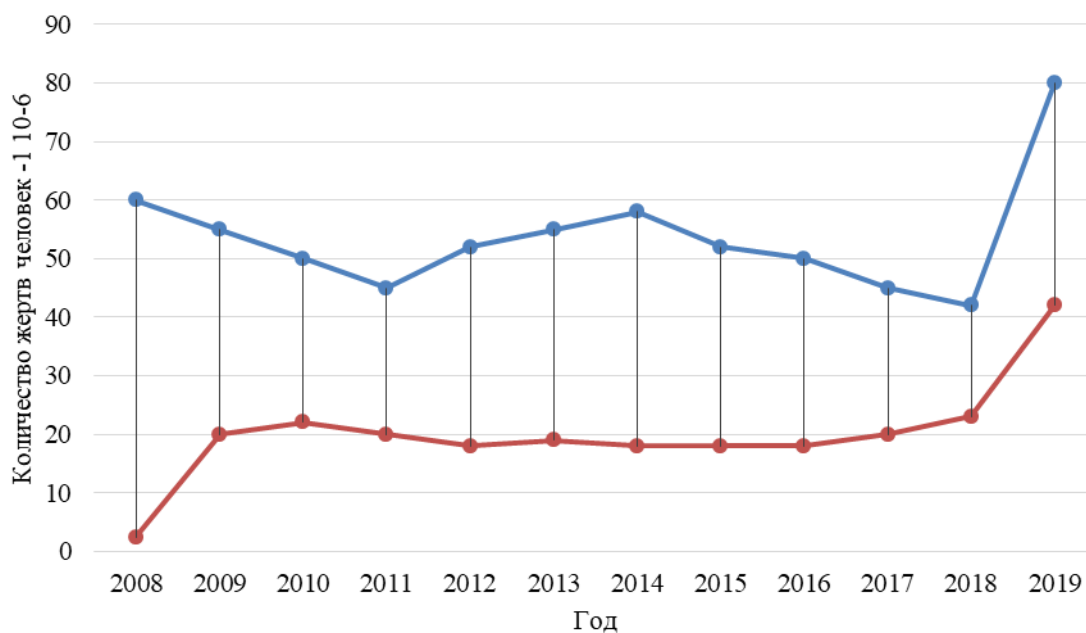


Рис. 3. Индивидуальный риск гибели и травмирования людей при пожарах в городской местности Республики Татарстан за 2008 – 2019 год

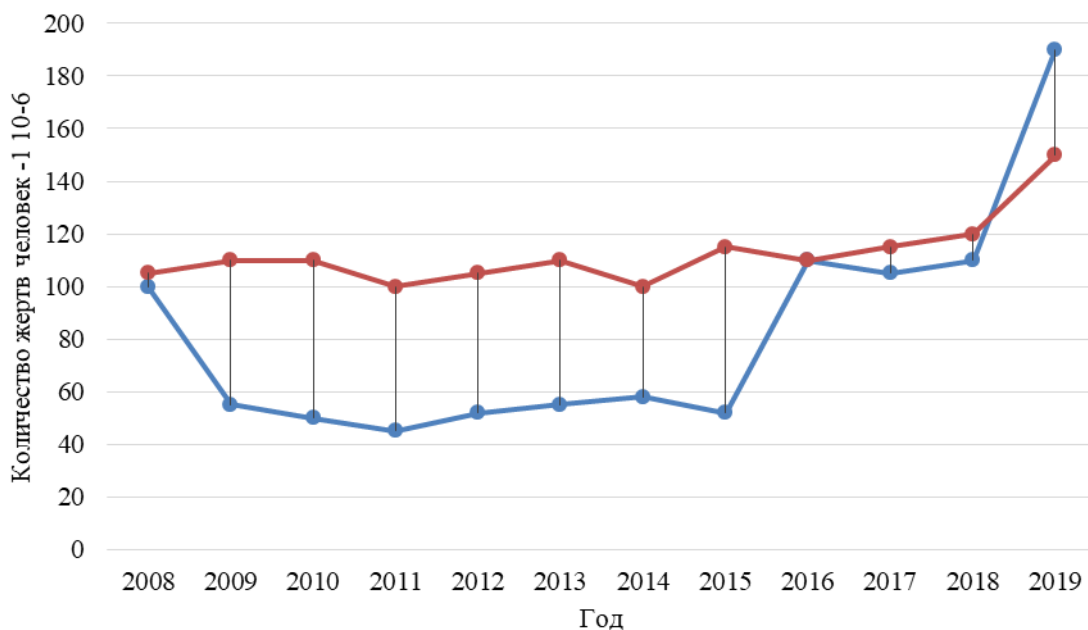


Рис. 4. Индивидуальный риск гибели и травмирования людей при пожарах в сельской местности Республики Татарстан за 2008 – 2019 год

Исходя из данных оценки пожарных рисков в Республике Татарстан для создания пожарной безопасности и уменьшения значений рисков рекомендуются следующие мероприятия:

- выполнять в полном объеме требования пожарной безопасности, предусмотренные на федеральном уровне в нормативно-правовых документах;
- увеличивать информационно-просветительную работу с населением;
- создавать нормативное количество пожарных подразделений из расчета выезда в радиусе не более 3 километров для своевременного реагирования пожарных частей;
- обеспечивать социальные гарантии для организации эффективной работы добровольных пожарных подразделений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богданова Е.М., Матвеев А.В.* Классификация методов прогнозирования чрезвычайных ситуаций // Национальная безопасность и стратегическое планирование. – 2018. – № 4 (24). – С. 61-70.
2. *Гармышев В.В., Дубровин Д.В.* Современные проблемы пожарной безопасности на региональном уровне // XXI век. Техносферная безопасность. – 2019. – Т. 4. – № 1. – С. 38-61.
3. *Кайбичев И.А., Калимуллина К.И.* Корреляционный анализ количества пожаров и основных показателей социально-экономического развития Российской Федерации за 2001-2015 годы // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции, посвященной Г оду гражданской обороны, Иваново, 29-30 ноября 2017 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. – С. 804-808.
4. *Матюшин Ю.А., Четина Т.А.* Обстановка с пожарами в Российской Федерации в 2017 г. // Пожарная безопасность. – 2018. – № 1. – С. 126-144.
5. *Иванов М.В., Матвеев А.В.* Критерий эффективности управления пожарным риском при использовании средств аварийной эвакуации // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2011. – № 6-2(138). – С. 165-170.
6. *Матвеев А.В.* Опасность - безопасность - риск: этимологический и семантико-философский анализ // Национальная безопасность и стратегическое планирование. – 2013. – №4. – С. 4-12.
7. Федеральный закон Российской Федерации от 22.07.2008 г. №123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности"
8. *Брушлинский Н.Н., Соколов С.В.* Индивидуальный пожарный риск: понятие, вычисление. – М.: ВИНТИ, 2013. – № 5. – С. 30–41.
9. *Фирсов А.В.* Об определении расчетных величин индивидуального пожарного риска // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2012. – № 4. – С. 27–35.
10. *Попков С.Ю.* Методика оценки пожарных рисков в городах и сельской местности России // Технол. техносфер. безопасности: интернет-журн. – 2011. – № 5 (39). – С. 11.
11. ГОСТ Р 22.10.02–2016. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Менеджмент риска чрезвычайной ситуации. Допустимый риск чрезвычайных ситуаций. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200136698> (дата обращения: 22.02.2020).

УДК 614.846.6

*Ю. С. Зайченко, С. А. Шкунов, Д. В. Тараканов*¹

ФГБОУ ВО Академия государственной противопожарной службы ГПС МЧС России

¹ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСНАЩЕННОСТЬ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ СОВРЕМЕННЫМИ ОБРАЗЦАМИ ТЕХНИКИ И ОБОРУДОВАНИЯ

В статье предложено использование критерия оснащённости пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования для оценки состояния того или иного пожарно-спасательного гарнизона, а также выбора оптимального решений в вопросах оснащения и переоснащения.

Ключевые слова: оснащённость, пожарно-спасательные подразделения, территориальный гарнизон, пожарно-спасательный автомобиль.

Yu. S. Zaichenko, S. A. Shkunov, D. V. Tarakanov *

EQUIPMENT OF FIRE AND RESCUE UNITS WITH MODERN MODELS OF EQUIPMENT AND EQUIPMENT

The article suggests the use of the criterion of equipping fire and rescue units with modern models of equipment and equipment to assess the state of a fire and rescue garrison, as well as to choose the best solutions in terms of equipment and re-equipment.

Key words: equipment, fire and rescue units, territorial garrison, fire and rescue vehicle.

Ежедневно пожарно-спасательные подразделения выполняют задачи по назначению – это тушение пожаров, проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ и многое другое. Чтобы добраться до места вызова, используются пожарно-спасательные автомобили, которые осуществляют доставку личного состава, огнетушащих веществ, различного пожарно-технического вооружения и оборудования. По статистическим данным число вызовов пожарно-спасательных подразделений в Российской Федерации в среднем в год составляет 1,80 млн. [1]. Безусловно, такой объем работы в значительной мере влияет на состояние пожарно-спасательной техники. Чтобы произвести оценку состояния пожарных автомобилей в стране, предложено использовать коэффициент оснащенности пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования, который является комплексной характеристикой оснащенности подразделений системы МЧС России.

Из источника [2], следует, что критерий оснащенности пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования определяется по следующей формуле:

$$K_{осн.} = \frac{\sum_i^n (N_i) * K_1 * K_3' * K_3''}{\sum_i^n (K_3 * N_i)}, \quad (1)$$

где K_1 - коэффициент корректирования нормативов в зависимости от условий эксплуатации [Приказ Минавтотранса РСФСР от 20 сентября 1984 года «Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта»];

K_3' - коэффициент корректирования в зависимости от природно-климатических условий;

K_3'' - коэффициент агрессивности окружающей среды;

N_i - количество пожарно-спасательных автомобилей в зависимости от срока службы;

где m – число групп пожарно-спасательных автомобилей, распределенных по сроку службы;

n_i – количество единиц техники для i -ой группы пожарно-спасательных автомобилей;

K_3 – коэффициент эксплуатации для i -ой группы пожарно-спасательных автомобилей [Приказ МВД от 25 сентября 1995 г. № 366 «Об утверждении нормативов трудоемкости технического обслуживания и ремонта пожарных автомобилей»].

Таким образом, коэффициент оснащенности пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования представляет собой отношение суммарного произведения количества техники и оборудования в зависимости от срока эксплуатации и коэффициента эксплуатации к произведению общего количества техники и оборудования пожарно-спасательных подразделений, находящихся на вооружении, коэффициента корректирования нормативов в зависимости от условий эксплуатации и коэффициента корректирования нормативов в зависимости от природно-климатических условий.

Значения критерия оснащенности пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования расположены в интервале:

$$0 \leq K_{осн.} \leq 1 \quad (2)$$

Применение данного критерия возможно при оценке состояния пожарно-спасательных автомобилей, находящихся на вооружении в том или ином территориальном гарнизоне пожарной охраны, что позволит рационализировать процедуру принятия решений по оснащению и переоснащению.

Так, на примере одного федерального округа, включающего в свой состав семь территориальных пожарно-спасательных гарнизонов, произведем расчет критерия оснащенности пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования, результаты расчетов представим в таблице.

Из таблицы можно определить уровень оснащенности в каждом из семи субъектов. Анализ полученных значений позволяет выявить, что субъект 3 нуждается в первоочередном оснащении и переоснащении, а наилучшее состояние пожарно-спасательных автомобилей – в субъекте 4.

Таблица. Значения критерия оснащенности пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования в некоторых 7 субъектах Российской Федерации

Номер субъекта	Критерий оснащенности пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования
1	0,739695
2	0,818584
3	0,730717
4	0,867052
5	0,742996
6	0,794342
7	0,743534

Таким образом, использование критерия оснащенности пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования позволит лицу, принимающему решения по оснащению и переоснащению, выбрать концептуально верные решения для обеспечения нуждающихся субъектов пожарно-спасательными автомобилями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brushlinsky, N.N. World fire statistics [Текст] / N.N. Brushlinsky, M. Ahrens, S.V. Sokolov, P. Wagner // CTIF, report, no. 24, 2019, - 64 p.
2. Зайченко, Ю.С. Критерий оснащенности пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования [Текст] / Ю.С. Зайченко // Современные проблемы гражданской защиты (Вестник Воронежского института ГПС МЧС России). – 2020. – № 2 (35). – С. 5–10.

УДК 614.846.6

Ю. С. Зайченко, С. А. Шкунов, А. А. Митюшкин, Д. В. Тараканов¹

ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

¹ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАНЯТОСТИ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ГАРНИЗОНОВ

В работе приведен алгоритм сравнительного анализа занятости пожарной техники территориальных пожарно-спасательных гарнизонов с учетом интервального распределения данных. Рассмотрены основные этапы алгоритма и выбраны способы визуализации результатов сравнительного анализа для принятия организационных решений. Проведено сравнение данных на примере статистической выборки за последние десять лет и определены направления дальнейшего развития алгоритма сравнительного анализа.

Ключевые слова: занятость пожарной техники, принятие решений, пожарно-спасательные подразделения.

Yu. S. Zaichenko, S. A. Shkunov, A. A. Mityushkin, D. V. Tarakanov

COMPARATIVE ANALYSIS OF EMPLOYMENT OF FIRE EQUIPMENT IN TERRITORIAL FIRE AND RESCUE GARRISONS

The paper presents an algorithm for comparative analysis of the employment of fire equipment in territorial fire and rescue garrisons, taking into account the interval distribution of data. The main stages of the algorithm are considered and methods for visualizing the results of comparative analysis for making organizational decisions are selected. The data is compared using the example of a statistical sample for the last ten years and the directions for further development of the comparative analysis algorithm are determined.

Key words: employment of fire equipment, decision-making, fire and rescue units.

Введение

Принятие организационных решений по поддержанию боевой готовности пожарно-спасательных подразделений – это сложный многоплановый процесс, требующий применения обоснованных методов сравнительного анализа. Современные проблемы оснащения пожарно-спасательных подразделений требуют использования методов интервального анализа данных. Стоит отметить, что в работах [1-3] сформированы методологические подходы к ранжированию территориальных пожарно-спасательных гарнизонов по предпочтению в части оснащения и/или переоснащения. Однако, в качестве макропериода мониторинга данных (использования пожарной техники) для анализа рассмотрен календарный год. В данной работе проведена попытка существенного расширения периода мониторинга до десяти лет, что определяет необходимость использования более укрупненных процедур анализа данных в сравнении с существующими – основанными на анализе сингулярного спектра временных рядов.

Основная часть

Основным показателем при построении критериев оперативной и технической готовности в процедурах принятия решений используется понятие занятости пожарных автомобилей при их применении по предназначению. При этом считается, что занятость пожарной техники представляет собой временной интервал, на протяжении которого пожарные автомобили успешно применены в решении задач борьбы с пожарами [4]. Специфика количественной оценки занятости определяет подсчет времени использования пожарного автомобиля при обслуживании вызова с дальнейшим применением в критериях принятия решений. Таким образом, располагая данными о занятости пожарных автомобилей, без особых вычислительных трудностей представляется возможным определить как техническую, так и оперативную готовность пожарных автомобилей, что в совокупности представляет собой боевую готовность пожарно-спасательного гарнизона в части результативного применения мобильных средств пожаротушения.

При построении алгоритма сравнительного анализа занятости пожарной техники необходимо исходить из его содержательного описания, которое, как правило, сводится к следующим «а priori» принятым допущениям. Сравнительный анализ включает в себя данные, объединенные по одному или нескольким признакам. Данный вид анализа используется только как составная часть более общих алгоритмов анализа данных. Предметом сравнительного анализа в процедурах поддержки принятия решений всегда выступают варианты решений, а не их оценки по критериям. За границами такого анализа всегда находится поиск «аномального объекта». Используя данные ограничения, предположим, что объектами анализа являются – территориальные пожарно-спасательные гарнизоны, объединенные по географическому расположению. Признаком для анализа выступает занятость пожарной техники, оцениваемая за макро период – десять лет. При разработке алгоритма в части поиска «аномального объекта» применен критерий детерминации Пирсона. В свою очередь при построении интервальных данных признака «аномального объекта» использован критерий Стьюдента.

Таким образом, алгоритм сравнительного анализа включает в себя следующие этапы:

1. Построение ряда динамики признака за весь период мониторинга. На данном этапе ряд динамики необходим для детерминации средней оценки признака за наблюдаемый период мониторинга.
2. Сравнение значений признака анализируемых объектов со средней оценкой признака на основе критерия детерминации Пирсона, включая процедуру выбора «аномального объекта» с максимальным отклонением от средней оценки признака.
3. Выбор наиболее характерного аналога «аномального объекта» для сопоставления оценок признака двух альтернатив со средней оценкой. Данный этап алгоритма является верификационным, то есть наглядно отражающим существенное расхождение в оценках анализируемого признака.
4. Построение интервальных данных признака для «аномального объекта» с учетом оценки разброса данных. Данный этап алгоритма является заключительным и предполагает дальнейший анализ данных с учетом результатов сравнения.

Рассмотрим применение алгоритма при сравнительном анализе занятости пожарной техники территориальных пожарно-спасательных гарнизонов (далее – ПСГ) граничащих в географическом плане с Ульяновским пожарно-спасательным гарнизоном.

Этап 1. Построим на рисунке 1 ряд динамики занятости пожарной техники за десять лет в период мониторинга с 2009 по 2018 гг.

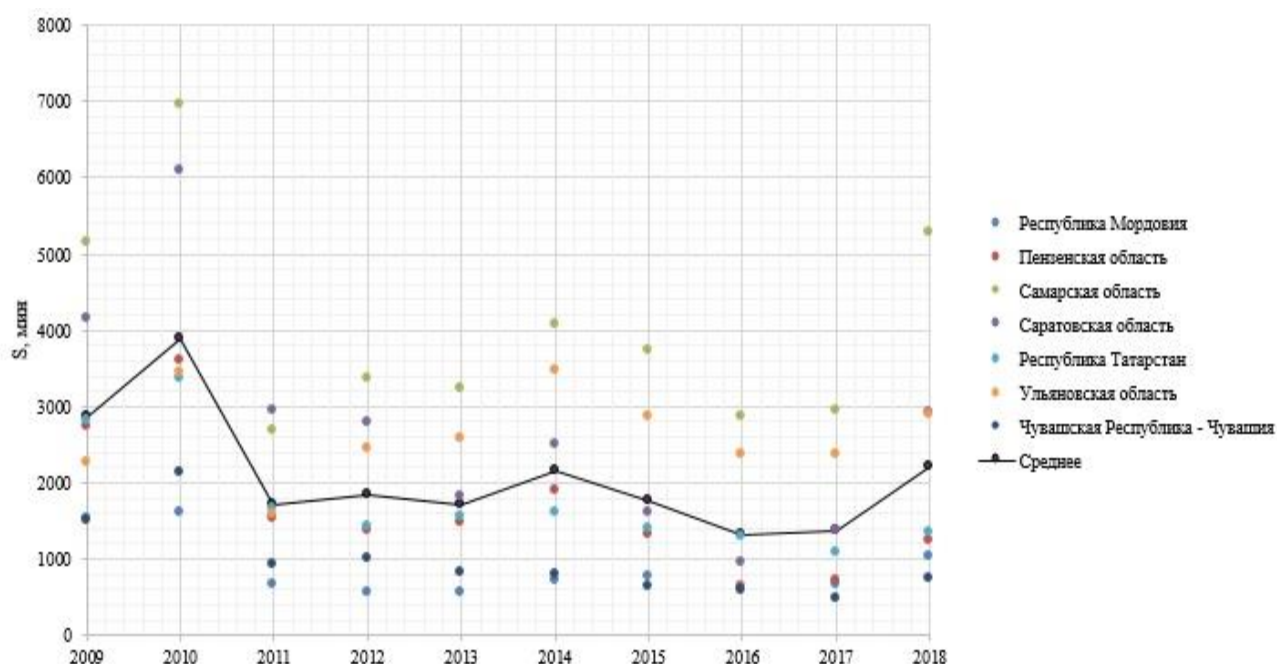


Рис. 1. Динамика занятости пожарной техники в период с 2009 по 2018 гг.

Этап 2. Вычислим значения критерия детерминации Пирсона каждого из анализируемых территориальных ПСГ. Результаты вычислений представлены на рисунке 2.

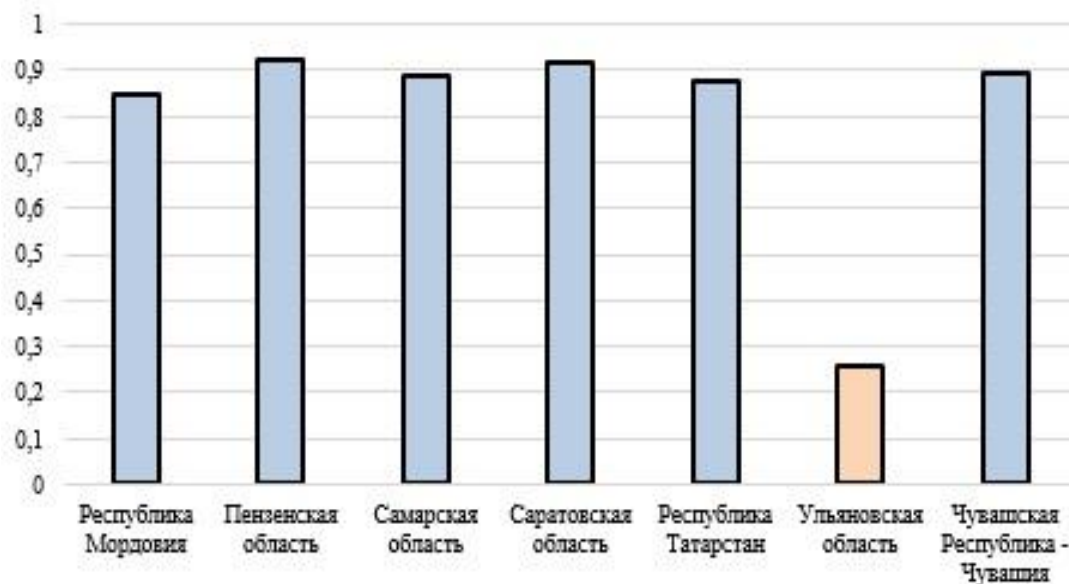


Рис. 2. Значения критерия детерминации Пирсона

Анализируя представленные на рисунке 2 данные, можно сделать вывод, что «аномальным объектом» является Ульяновский ПСГ, а его аналогом Самарский ПСГ.

Этап 3. Сравнение признака – занятости «аномального объекта» и его аналога со средней оценкой признака представлено на рисунке 3.

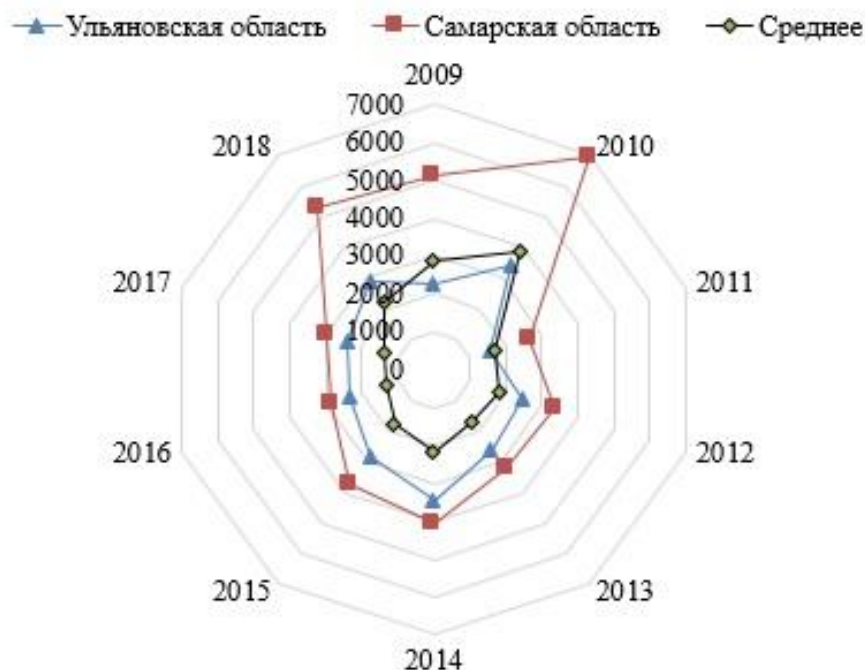


Рис. 3. Сравнительная оценка занятости пожарной техники

Анализируя данные представленные на рисунке 3, представляется, что аномалия Ульяновского ПСГ наблюдается по всем периодам мониторинга. Об этом свидетельствует меньшее значение признака по всем граням лепестковой диаграммы, чего нельзя отметить при сравнении Ульяновского ПСГ со средней оценкой признака.

Этап 4. Оценка интервальных данных занятости пожарной техники Ульяновского ПСГ представлена на рисунке 4.

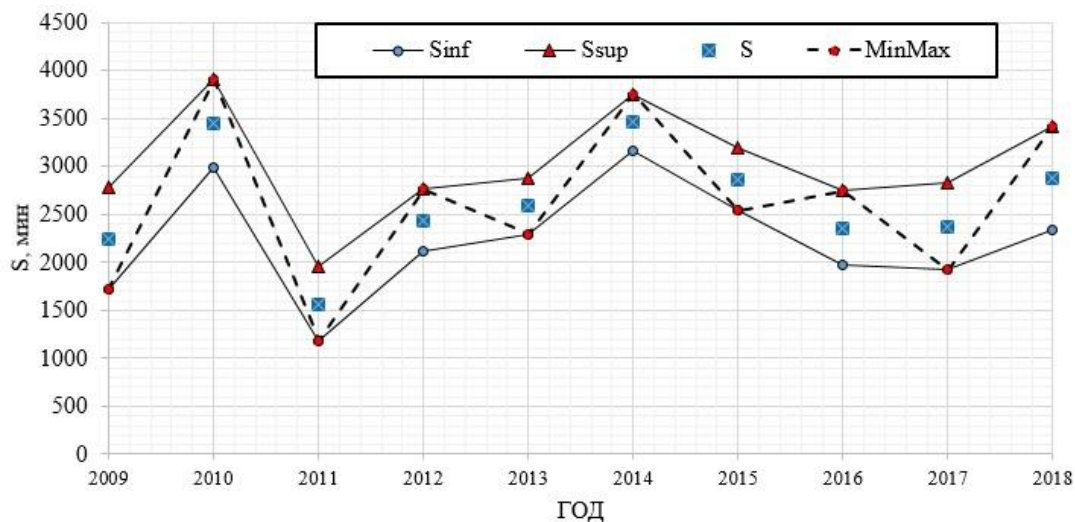


Рис. 4. Динамика занятости пожарной техники Ульяновского ПСГ

Оценка отклонений интервальных данных по занятости от среднего значения, наблюдаемого за весь период мониторинга, полученная на основе критерия Стьюдента при доверительной вероятности 0,95, представлена на рисунке 5.

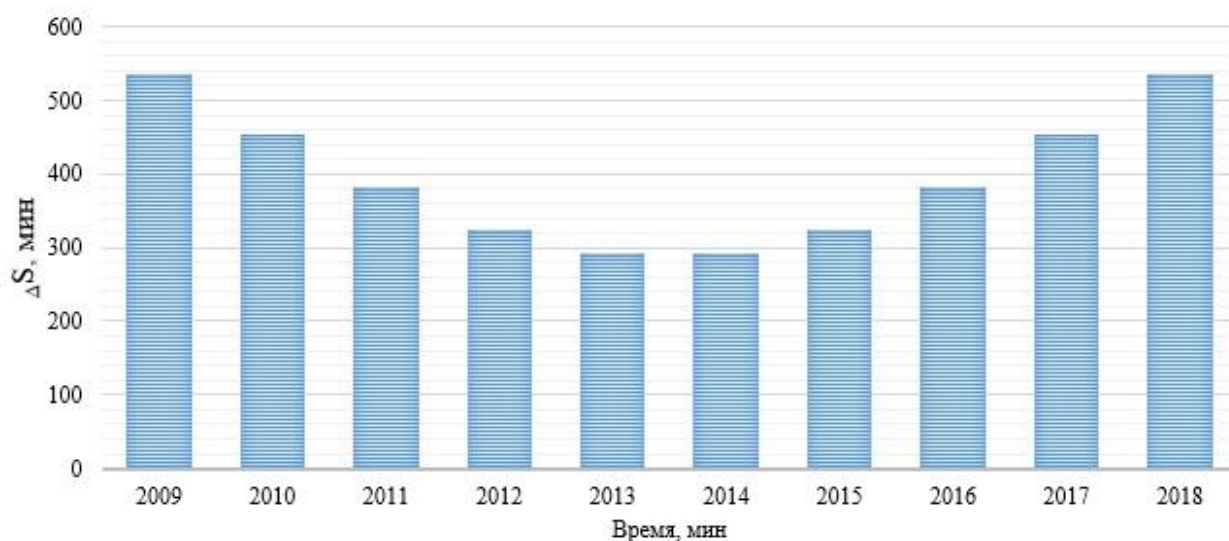


Рис. 5. Оценка отклонений занятости пожарной техники Ульяновского ПСГ

Таким образом, Ульяновский ПСГ явно является «аномальным объектом» в процедуре оснащения/или переоснащения, что говорит о необходимости его отдельного рассмотрения в плоскости критериев оперативной и технической готовности.

Выводы

В результате проведенного исследования разработан алгоритм сравнительного анализа занятости пожарной техники территориальных пожарно-спасательных гарнизонов, учитывающий существующие ограничения и допущения в процедурах принятия решений по оснащению и/или переоснащению пожарной техники с целью поддержания необходимого уровня боевой готовности пожарно-спасательных подразделений.

На примере отдельных территориальных ПСГ рассмотрены основные этапы алгоритма с учетом применения общепринятых критериев анализа данных: критерия детерминации Пирсона и критерия Стьюдента. Определено, что при возможном построении процедур принятия решений необходимо рассматривать Ульяновский ПСГ как «аномальный объект», требующий отдельного внимания.

В качестве направлений для дальнейших исследований, по мнению авторов статьи, необходимо провести сравнение результатов разработанного алгоритма с другими методами анализа, используя полученный в работе ряд динамики занятости пожарной техники с учетом реляционной модели данных, опубликованной в работе [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайченко Ю. С., Тараканов Д.В., Шкунов С.А. Информационные ресурсы системы поддержки принятия решений по переоснащению парка основных пожарных автомобилей // Технологии техносферной безопасности. 2019. № 4 (86). С. 62-70.
2. Шкунов С.А., Зайченко Ю.С., Роевко В.В., Соколов С.В., Тараканов Д.В. Методологические основы переоснащения парка основных автомобилей пожарно-спасательных гарнизонов // В книге: Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области пожарной безопасности. Сборник тезисов докладов материалов международной научно-практической конференции. 2018. С. 468-471.
3. Тараканов Д.В., Шкунов С.А., Роевко В.В., Соколов С.В., Арутюнян Д.А. Ранжирование вариантов переоснащения парка основных пожарных автомобилей на основе критерия оперативной готовности // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2018. № 2. С. 49-54.
4. Роевко В.В., Тараканов Д.В., Шкунов С.А. Критерии оценки вариантов переоснащения подразделений МЧС России [Электронный ресурс] // Технологии техносферной безопасности. – 2014. – №6 (58). – 7 с.
5. Зайченко Ю.С., Шкунов С.А., Матюшкин А.А., Тараканов Д.В. Оперативная готовность пожарной техники Российской Федерации // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2019620619, 16.04.2019. Заявка № 2019620456 от 28.03.2019.

УДК 614.849

Х. И. Закирьянов, О. С. Юнцова

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА

В работе говорится о возможном совершенствовании риск-ориентированного подхода при осуществлении государственного надзора. Указывается на то, что в настоящий момент риск-ориентированный подход в государственном пожарном надзоре основывается на критериях риска, которые можно охарактеризовать как качественные (класс функциональной пожарной опасности, категории по взрывопожарной и пожарной опасности и т.п.). Предлагается внедрить отнесение объектов к той или иной категории риска путем обоснования значения риска на объекте.

Ключевые слова: риск-ориентированный подход, государственный пожарный надзор, методика, совершенствование

Kh. I. Zakiryaynov, O. S. Yuntsova

ON IMPROVEMENT OF A RISK-ORIENTED APPROACH IN THE IMPLEMENTATION OF STATE FIRE SURVEILLANCE

The paper talks about the possible improvement of the risk-based approach in the implementation of state supervision. It is indicated that at present the risk-based approach in the state fire supervision is based on risk criteria that can be characterized as qualitative (functional fire hazard class, explosion and fire hazard categories, etc.). It is proposed to introduce the assignment of objects to a particular risk category by substantiating the value of risk at the object.

Key words: risk-based approach, state fire supervision, methods, improvement

Совершенствование методики организации и проведения государственного пожарного надзора (далее – ГПН) является актуальным, это можно заметить, рассмотрев недавно обновленный ряд нормативно-правовых актов [1–3] в них были внесены изменения и дополнения. Все изменения и дополнения, внесенные в эти документы направлены на совершенствование организации и осуществления государственного пожарного надзора, а именно внедрением в деятельность надзорных органов при планировании и организации плановых проверок объектов защиты риск-ориентированного подхода [4].

Риск-ориентированный подход разделяет все объекты на категории риска, в зависимости от таких критериев, как: функциональная пожарная опасность объекта защиты, количество пребывания людей на объекте, высота объекта, класс опасности опасных производственных объектов и категория по взрывопожарной и пожарной опасности зданий, сооружений и наружных установок. Категории риска включают в себя категории чрезвычайно высокого риска, высокого риска, значительного риска, среднего риска, умеренного риска и низкого риска [3], где от категории чрезвычайно высокого риска к категории низкого риска снижается тяжесть потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения на объекте защиты обязательных требований. В Приложении к Правилам отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов к определенной категории риска или определенному классу (категории) опасности [5] и Положении о федеральном государственном пожарном надзоре [3] указана следующая периодичность проведения плановых проверок для категорий риска (см. таблицу 1).

Таблица 1. Периодичность проведения плановых проверок объектов защиты в зависимости от категории риска

Категория риска	Периодичность проведения плановых проверок
Категория чрезвычайно высокого риска	один раз в год
Категория высокого риска	один раз в 2 года
Категория значительного риска	один раз в 3 года
Категория среднего риска	один раз в 5 лет
Категория умеренного риска	один раз в 6 лет
Категория низкого риска	не проводятся

Несмотря на определенность периодичности проведения плановых проверок риск-ориентированный подход позволяет планировать мероприятия по контролю на объектах с меньшей категорией риска с меньшей интенсивностью, по сравнению с категориями большего риска. Однако все равно любое лицо заинтересовано в снижении периодичности проведения плановых проверок на своем объекте. Отсюда вытекает то, что помимо того, что рассматриваемый риск-ориентированный подход имеет преимущество с обычным планированием плановых проверок в ГПН, он имеет и недостатки. Один из основных недостатков, который упоминался в работе с акцентом на автомобильных газозаправочных станциях [6], является то, что метод определения категории риска не отражает реальный уровень потенциальной опасности таких объектов. На такие объекты могут выделяться ресурсы более необходимого как со стороны государства, так и со стороны собственника объекта. На самом деле это относится не только к объектам нефтегазового комплекса, но и к другим объектам. Безусловно то, что указанные выше критерии влияют на тяжесть потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения на объекте защиты обязательных требований, однако, такое разделение без подтверждения о значении риска является не обоснованным.

В работе [6] представлена математическая модель количественной оценки коллективного риска (1), основанная на определении вероятности причинения вреда в результате деятельности АГЗС:

$$R_{kn} = \frac{n}{tN} \left(\frac{n_n}{tN_n} N_{nn} \right), \quad (1)$$

где: n – количество произошедших аварий на АГЗС, связанных пожарами (статистические данные);

N – число АГЗС в стране (статистические данные);

t – наблюдаемый (анализируемый) период, лет;

n_n – число пострадавших (погибших и травмированных) на пожарах, случившихся на АГЗС в стране, статистические данные;

N_n – число людей, подверженных опасности в стране;

N_{nn} – количество возможных пострадавших, находящихся в зоне санитарных потерь при пожаре на АГЗС.

Данная модель позволяет количественно оценить коллективный риск в результате деятельности такого объекта защиты, как АГЗС. Модель учитывает возможное число погибших и число людей, которое находится в зоне опасности, однако здесь не учитываются возможные нарушения требований пожарной безопасности. Хотя если обратить внимание на число пострадавших (погибших и травмированных) на пожарах, случившихся на АГЗС по статистическим данным, нарушения все-таки учитываются, хоть и при усредненном показателе.

Если модель (1) применить ко всем объектам, то получится следующая формула (2):

$$R = \frac{n}{tN} \left(\frac{n_n}{tN_n} N_{nn} \right), \quad (2)$$

где: n – количество пожаров, которые произошли на рассматриваемом объекте защиты (по статистическим данным);

N – общее число рассматриваемых объектов защиты в стране (статистические данные);

t – рассматриваемый (наблюдаемый) период, лет;

n_n – число пострадавших на пожарах, случившихся на рассматриваемом объекте защиты в стране (статистические данные);

N_n – число людей, посещающих рассматриваемый объект защиты (общее количество подверженных опасности по стране);

N_{nn} – количество возможных пострадавших, максимальное количество человек, которое может оказаться на объекте защиты.

По модели (2) можно определить риск на объекте защиты и в дальнейшем отнести объект к категории риска.

Другим возможным вариантом критерия отнесения объекта защиты к категории риска можно рассмотреть индивидуальный пожарный риск, определяемый в настоящее время по утвержденными МЧС России Методикам [7, 8]. Хотя в работе [9] говорится о несостоятельности данных Методик применительно к горению твердых горючих материалов, их использование закреплено на уровне Министерства. После проведения расчетов значений риска на данных объектах можно будет сопоставить значение риска и определить категорию риска, к которой относится объект. Однако в настоящее время критерием отнесения объекта к той или иной категории являются: функциональная пожарная опасность объекта защиты, количество пребывания людей на объекте, высота объекта, класс опасности опасных производственных объектов и категория по взрывопожарной и

пожарной опасности зданий, сооружений и наружных установок. Данные критерии конечно связаны с риском на объекте защиты, однако не в полной мере его характеризуют, ведь различные характеристики объекта защиты влияют и на распространение опасных факторов пожара. Это является еще одной недоработкой риск-ориентированного подхода, при акцентировании организации надзорной деятельности на объекты с большим значением риска, сами значения риска и соответствие их определенной категории риска отсутствуют.

Предлагается помимо имеющихся критериев отнесения объекта защиты к категориям риска добавить приоритетные критерии по значению индивидуального или социального риска на объектах защиты. Начальной точкой приемлемого риска можно обозначить одну миллионную в год (10^{-6}), согласно Техническому регламенту о требованиях пожарной безопасности [10] является нормативным значением индивидуального пожарного риска. Дальнейшие градации категорий по значению риска в данной работе можно предложить равномерное распределение значения риска с разностью $1,65 \cdot 10^{-7}$ в год, для наглядности распределение представлено в таблице 2.

Таблица 2. Распределение категорий риска в зависимости от значений индивидуального пожарного риска

Категория риска	Значение индивидуального пожарного риска
Категория чрезвычайно высокого риска	10^{-6} и более
Категория высокого риска	от 10^{-6} до $0,6 \cdot 10^{-6}$
Категория значительного риска	от $0,6 \cdot 10^{-6}$ до $0,2 \cdot 10^{-6}$
Категория среднего риска	от $0,2 \cdot 10^{-6}$ до $0,8 \cdot 10^{-7}$
Категория умеренного риска	от $0,4 \cdot 10^{-7}$ до 10^{-8}
Категория низкого риска	от 10^{-8} и менее

В данной таблице конечно распределение категорий риска в зависимости от значений индивидуального пожарного риска условное без применения математического аппарата и обоснования таких границ, но именно в таком ключе предлагается идея совершенствования риск-ориентированного подхода.

Распределение категорий риска объектов защиты по такому принципу будет учитывать индивидуальный пожарный риск на объекте защиты, и соответственно, применяемые на объекте защиты системы обеспечения пожарной безопасности, позволит сделать риск-ориентированный подход более гибким. Также в настоящий момент отсутствует методика, позволяющая количественно определить риск тяжесть потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения на объекте защиты обязательных требований. С помощью усовершенствованной математической модели (2), представленной в работе [5], однако направленную на определения риска и на других объектах можно в достаточной степени определять степень риска на объекте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 26.12.2008 N 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».
2. Федеральный закон от 13.07.2015 № 246-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».
3. Постановление Правительства РФ от 12.04.2012 N 290 (ред. от 09.10.2019) «О федеральном государственном пожарном надзоре»
4. Коточигов Р.В., Болотов Д.А. Риск-ориентированный подход к обеспечению пожарной безопасности на объектах защиты // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. 2016. №1 (7). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/risk-orientirovannyy-podhod-k-obespecheniyu-pozharnoy-bezopasnosti-na-obektah-zaschity> (дата обращения: 03.02.2020).
5. Постановление Правительства РФ от 17.08.2016 №806 (ред. от 21.03.2019) «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации»
6. Фомин А.В., Шахманов Ф.Ф. Риск-ориентированный метод осуществления федерального государственного пожарного надзора на автомобильных газозаправочных станциях // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2017. №4 (22). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/risk-orientirovannyy-metod-osuschestvleniya-federalnogo-gosudarstvennogo-pozharnogo-nadzora-na-avtomobilnyh-gazozapravochnyh> (дата обращения: 04.02.2020).
7. Приказ МЧС России от 30.06.2009 № 382 «Об утверждении методики определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

8. Приказ МЧС РФ от 10.07.2009 № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах».

9. *Абдурагимов И. М.* Еще раз о принципиальной невозможности выполнения расчетов пожарных рисков детерминированными методами // Пожаровзрывобезопасность. 2013. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/esche-raz-o-printsipialnoy-nevozmozhnosti-vypolneniya-raschetov-pozharnyh-riskov-determinirovannymi-metodami> (дата обращения: 02.02.2020).

10. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

УДК 614.841.345.6

А. В. Иванов¹, С. Н. Ульева²

¹ФГКУ «Специальное управление ФПС № 84 МЧС России»

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ КУЛЬТУРЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК И БЫТОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИБОРОВ

Выявлены основные проблемы при эксплуатации бытовых электроприборов, электроустановок. Определены меры, оказывающие положительное воздействие на проблемы пожарной безопасности и формирование ее культуры.

Ключевые слова: пожарная безопасность, эксплуатация, бытовые электроприборы, пожар, культура пожарной безопасности.

A. V. Ivanov, S. N. Ulyeva

FIRE SAFETY PROBLEMS DURING THE OPERATION OF ELECTRICAL INSTALLATIONS AND HOUSEHOLD ELECTRICAL APPLIANCES

The main problems in the operation of household electrical appliances, which have a negative impact on the culture of fire safety, lead to the need to improve information methods to increase it.

Key words: fire safety, operation, household electrical appliances, fire, fire safety culture.

Исследование статистических данных пожаров в экономически развитых странах показывают, что их общая доля от электрических устройств ежегодно в Российской Федерации составляет от 15 до 25% [4]. При этом отмечается, что более 50% всех пожаров от электротехнических устройств происходит в связи с нарушениями правил эксплуатации электрооборудования и бытовых электроприборов. Анализ показывает, что в России за последние 10 лет наибольшее количество пожаров случается по причине бездействия или действий человека. Большую часть лиц, по вине которых происходят подобного рода пожары, составляют лица возраста от 41 года и старше [4]. В свою очередь, указанное считается причиной того, что большая часть граждан, не обладает информацией о правилах и требованиях по обеспечению пожарной безопасности.

Действующим законодательством РФ, разъясняющим вопросы пожарной безопасности, определено, что пожарная безопасность представляет собой состояние защищенности личности, общества, государства, а также имущества от пожаров [1]. Пожар это неконтролируемое горение, которое причиняет материальный ущерб, вред здоровью и жизни граждан, интересам общества и всего государства [1]. Специальными условиями социального и (либо) технического характера, установленными для осуществления пожарной безопасности федеральными законами и другими нормативно-правовыми актами Российской Федерации, нормативными актами по пожарной безопасности считаются требования пожарной безопасности, которые являются обязательными к соблюдению. Электрооборудование, которое применяется в пожароопасных зонах, делится по степени защиты от проникновения внутрь воды и внешних твердых предметов, снабжаемой конструкцией такого электрооборудования [2]. Согласно п. 40 Постановления Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 «О противопожарном режиме» запрещено оставлять по окончании рабочего времени не обесточенными электроустановки, бытовые электроприборы в помещении, в котором отсутствует дежурный персонал, кроме дежурного освещения, систем противопожарной защиты, а также иных электроустановок и электротехнических приборов, если это определено их функциональным назначением, предусмотрено требованиями инструкции по эксплуатации [3].

Одновременно, как показывает практика граждане не располагают данными о мерах указанной предосторожности, как и не осведомлены о том, что ответственность за нарушение требований пожарной безопасности в силу действующего законодательства несут: собственники имущества; руководители федеральных органов исполнительной власти; руководители органов местного самоуправления; лица, которые уполномочены владеть, распоряжаться либо пользоваться имуществом, в частности руководители организаций; лица, в определенном порядке назначены ответственными за обеспечение пожарной безопасности; а также должностные лица в пределах их компетенции; а ответственность за нарушение требований пожарной безопасности для квартир или комнат в домах ведомственного жилищного фонда, государственного, муниципального будет возложена на ответственных квартиросъемщиков либо арендаторов, если другое не определено соответствующими договорами. На многих предприятиях зачастую не соблюдаются либо отсутствует противопожарный режим, происходит недооценка реальной опасности пожара, у персонала отсутствуют элементарные знания в области пожарной безопасности [6]. Представляется, что в существенной степени указанному способствует недостаточная деятельность должностных лиц и руководителей по организации обеспечения пожарной безопасности.

При несоблюдении требований пожарной безопасности вероятность возникновения и распространения пожара возрастает посылку, кабельные коммуникации оборудуются в сооружениях, где зачастую отсутствует визуальный контроль, который позволил бы обнаружить наличие и местонахождение очага горения на этапе его возникновения либо развития. Кроме этого, отличительной особенностью кабельных коммуникаций считается значительное число горючей изоляции электрических кабелей и их большая протяженность. В связи с чем, отмечается, что материальный ущерб от загорания электропроводок превышает материальные потери от иных видов пожаров. При данных обстоятельствах возрастает вероятность возникновения и распространения пожара. Стоит отметить, что главными причинами, которые приводят к возгоранию электропроводок и электрических кабелей, считаются: разные комбинации коротких замыканий в токоведущих, зануляющих, заземляющих жилах в связи с повреждением изоляции коммутационным либо грозовым перенапряжением, из-за влияния агрессивной среды либо высокой влажности, внешнего либо внутреннего, локального, механического и теплового воздействия либо старения; перегрев участков переходных соединений из-за ослабления контактов токопроводящих жил либо окисления соединенных проводов; воспламенение и избыточный нагрев изоляции токоведущих жил от перегрузки по причине наличия потребителей завышенной мощности, или уменьшения теплоотвода, при неисправностях вентиляции.

Так, отмечается, что основой успешного исполнения какой-либо сферы деятельности, в частности пожарной безопасности, считается и организационная ее составляющая. В таком случае главное внимание стоит обращать на рациональное распределение обязанностей всего персонала. Ответственный за пожарную безопасность, руководитель организации должны создавать условия, при которых каждый работник предприятия должен знать свои функции и обязанности по пожарной безопасности, за неисполнение которых он будет нести соответствующую ответственность. Распределение обязанностей и ответственности между персоналом предприятий также реализуется при издании локальных нормативно-правовых актов, главными из которых, с юридической стороны, считаются инструкции о мерах пожарной безопасности и приказы об обеспечении пожарной безопасности. Инструкции о мерах пожарной безопасности разрабатываются на основе действующих Правил противопожарного режима в Российской Федерации, нормативных документов по пожарной безопасности, исходя из специфики пожарной опасности сооружений, зданий, помещений, технологических процессов, производственного и технологического оборудования. В инструкции о мерах пожарной безопасности кроме иного также необходимо отразить обязанность работников отключать электрооборудование по окончании рабочего дня и соответственно во время пожара.

Таким образом, проблема пожарной безопасности в нашей стране становится все более актуальной, потребность обучения граждан, развития способов информирования населения, сотрудников предприятий и организаций специального назначения, все более необходимой мерой. В современном мире основой формирования культуры пожарной безопасности является непосредственно осведомленность о мерах такой безопасности подрастающего поколения, а именно выработки таких характеристик личности, которые будут нацелены на обеспечение безопасности, развитие навыков и умений культуры поведения в опасных, чрезвычайных условиях, которые будут угрожать здоровью и жизни человека. Заложная основа должна подкрепляться дальнейшей осведомленностью о проблемах и мерах пожарной безопасности в учебных заведениях, на рабочих местах, в виде инструктажей, бесед, семинаров, тестов определяющих знания в указанной области. Прочные навыки соблюдения требований пожарной безопасности формируются систематической и длительной разъяснительной работой, занятиями с сотрудниками предприятий, организаций, гражданами, проходившими обучение в определенных структурах. Указанные меры непосредственно окажут положительное воздействие и будут нацелены на разрешение имеющихся проблем пожарной безопасности и повышение ее культуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ (ред. от 27.12.2019) «О пожарной безопасности» // СЗ РФ. 2015. № 35. Ст. 3649.
2. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // СЗ РФ. 2015. № 30 (ч. 1). Ст. 3579.
3. Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 (ред. от 23.04.2020) «О противопожарном режиме» (вместе с «Правилами противопожарного режима в Российской Федерации») // СЗ РФ. 2015. № 19. Ст. 2415.
4. Официальный Сайт МЧС России. Статистика пожаров в Российской Федерации. [Электронные Интернет-ресурсы]: <http://www.mchs.gov.ru>.
5. Суханова О.А., Ульева С.Н., Никифоров А.Л., Новожилова К.А. Профилактика пожаров от электроустановок среди пожилых людей в Липецкой области // Пожарная и аварийная безопасность. Сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности. 2018. С. 233-235.
6. Ульева С.Н., Новожилова К.А., Никифоров А.Л. Оптимизация методов и условий информирования пожилых людей, направленных на повышение культуры безопасной эксплуатации бытовых электроприборов // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 17 апреля 2019 г. - Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. - 430 с.

УДК 614.84:519

И. А. Кайбичев

ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ КОЛИЧЕСТВА ПОЖАРОВ В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Рассчитаны основные статистические показатели временных рядов количеств пожаров в регионах Российской Федерации за 2009 – 2018 годы. Установлено, что максимальное значение показатели центра распределения (кроме моды) имеют в Московской области, минимальное – в Ненецком автономном округе. Показатели вариации максимальны в Санкт-Петербурге, минимальны в Ненецком автономном округе. Максимальная асимметрия наблюдается в Республике Северная Осетия-Алания, минимальная - в Республике Татарстан. Максимальный эксцесс наблюдается в Республике Северная Осетия-Алания, минимальный - в Санкт-Петербурге.

Ключевые слова: количество пожаров, Российская Федерация, статистические показатели.

I. A. Kaibichev

STATISTICAL CHARACTERISTICS OF THE TIME SERIES OF THE NUMBER OF FIRES IN THE REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

The main statistical indicators of the time series the number of fires in the regions of the Russian Federation for 2009 – 2018 are calculated. It is established that the maximum value of the distribution center indicators (except for fashion) is in the Moscow region, the minimum value is in the Nenets Autonomous district. Indicators of variation are maximum in St. Petersburg, minimal in the Nenets Autonomous district. The maximum asymmetry is observed in the Republic of North Ossetia-Alania, the minimum-in the Republic of Tatarstan. The maximum excess is observed in the Republic of North Ossetia-Alania, the minimum-in St. Petersburg.

Keywords: the number of fires, the Russian Federation, statistical indicator.

Временные ряды количеств пожаров в регионах Российской Федерации [1-10] состоят из числовых значений количеств пожаров (ед), соответствующих периодическим последовательным интервалам времени (задаются номером года). Если не учитывать фактор времени, то мы получаем дискретные выборки из генеральной совокупности [11]. Нами не обнаружено исследований статистических характеристик выборок по количеству пожаров в регионах Российской Федерации. Попробуем устранить этот недостаток.

Показатели центра распределения

К таким показателям относят среднее арифметическое, среднее геометрическое и среднее квадратическое значения, моду и медиану.

Среднее арифметическое значение находят по формуле

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (1)$$

где n – объем выборки, X_i - количества пожаров. Мы используем статистические данные по количеству пожаров в регионах Российской Федерации за 2009-2018 года [1-10], поэтому n =10. В программе Microsoft Excel среднее арифметическое значение вычисляет функция Срзнач.

Среднее геометрическое находят по формуле

$$\bar{X}_g = \sqrt[n]{X_1 X_2 \dots X_n} \quad (2)$$

В программе Microsoft Excel среднее геометрическое вычисляет функция Сргеом.

Среднее квадратическое находят по формуле

$$\bar{X}_{кв} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^2} \quad (3)$$

Медианой называют варианту (значение в ряду), которая вариационный ряд распределения (ряд значений, упорядоченный по возрастанию значения) на две равные части. В программе Microsoft Excel медиану находит функция Медиана.

Модой называют варианту, которая имеет наибольшую частоту. В программе Microsoft Excel медиану находит функция Мода.

Отметим, что для статистических данных по пожарам в регионах России $\bar{X} < \bar{X}_g < \bar{X}_{кв}$ (Таб. 1). В виду того, что в большинстве регионов количества пожаров за 2009-2018 года имеют различные значения, функция Мода выдает результат Н/Д (Таб. 1).

Таблица 1. Показатели центра распределения

Регион	\bar{X}	\bar{X}_g	$\bar{X}_{кв}$	Медиана	Мода
Московская область	8054,8	7961,7	66426569	7890	#Н/Д
Москва	6798,5	6669,1	47929726	6889	#Н/Д
Приморский край	5379,0	5326,5	29495215	5426	#Н/Д
Красноярский край	4500,8	4497,3	20288467	4508,5	#Н/Д
Республика Башкортостан	4398,2	4389,6	19420243	4345	#Н/Д
Челябинская область	4280,4	4262,3	18476041	4291	#Н/Д
Свердловская область	4111,5	4076,7	17204401	3830	#Н/Д
Краснодарский край	3961,8	3955,3	15746581	3961,5	#Н/Д
Алтайский край	3565,8	3549,9	12829202	3471,5	#Н/Д
Хабаровский край	3562,7	3529,8	12931350	3566,5	#Н/Д
Новосибирская область	3516,3	3503,5	12454810	3498,5	#Н/Д
Кемеровская область	3502,7	3465,3	12529721	3518,5	#Н/Д
Иркутская область	3414,9	3395,1	11799193	3354,5	#Н/Д
Самарская область	3386,9	3341,5	11780226	3355,5	#Н/Д
Нижегородская область	3336,3	3295,6	11415631	3093,5	#Н/Д
Ленинградская область	3316,3	3289,8	11180315	3228,5	#Н/Д
Республика Татарстан	3130,0	2836,1	10574810	3398	#Н/Д
Ростовская область	3090,8	3038,0	9894651	2926,5	#Н/Д
Волгоградская область	2990,8	2982,7	8992502	2957	#Н/Д

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Регион	\bar{X}	\bar{X}_T	$\bar{X}_{КБ}$	Медиана	Мода
Саратовская область	2466,7	2465,3	6091687	2436,5	#Н/Д
Омская область	2450,0	2419,0	6154418	2441	#Н/Д
Санкт-Петербург	2428,0	1915,3	8225365	2177	#Н/Д
Пермский край	2406,5	2390,4	5872622	2307,5	#Н/Д
Воронежская область	2387,1	2361,6	5824829	2286	#Н/Д
Оренбургская область	2214,7	2209,5	4927550	2273	#Н/Д
Ханты-Мансийский авт. округ -Югра	2176,2	2150,1	4852463	2061,5	#Н/Д
Тюменская область	1910,8	1908,9	3658588	1905,5	#Н/Д
Архангельская область	1904,1	1893,5	3665023	1934	#Н/Д
Брянская область	1862,6	1856,1	3492878	1884	#Н/Д
Кировская область	1819,1	1804,7	3361202	1786	#Н/Д
Ярославская область	1804,6	1801,1	3269685	1754	#Н/Д
Забайкальский край	1747,1	1733,1	3100302	1715	#Н/Д
Владимирская область	1729,4	1712,6	3046644	1767	#Н/Д
Ставропольский край	1594,1	1587,3	2562371	1589,5	#Н/Д
Амурская область	1541,9	1523,4	2433783	1506	#Н/Д
Тверская область	1519,2	1500,4	2365640	1510,5	#Н/Д
Калининградская область	1437,4	1426,8	2097020	1414	#Н/Д
Курганская область	1414,5	1409,9	2013943	1391	#Н/Д
Пензенская область	1383,5	1358,9	1986169	1319	#Н/Д
Тульская область	1360,2	1341,7	1905500	1286	1286
Республика Карелия	1308,6	1298,1	1739695	1306,5	#Н/Д
Республика Саха (Якутия)	1305,7	1279,6	1774891	1255,5	#Н/Д
Республика Бурятия	1304,9	1301,3	1711998	1322	#Н/Д
Смоленская область	1301,6	1274,4	1770597	1240	#Н/Д
Вологодская область	1276,2	1258,8	1674562	1228	#Н/Д
Удмуртская Республика	1273,4	1265,0	1644410	1206	#Н/Д
Ульяновская область	1252,5	1245,5	1587385	1217,5	#Н/Д
Новгородская область	1164,8	1155,4	1378053	1185,5	#Н/Д
Томская область	1139,5	1132,6	1314026	1170,5	#Н/Д
Ивановская область	1135,3	1127,5	1308600	1065,5	#Н/Д
Рязанская область	1134,8	1119,0	1324924	1138	#Н/Д
Республика Коми	1104,9	1085,2	1267717	1025	#Н/Д
Липецкая область	1102,7	1086,3	1253996	1065,5	#Н/Д
Республика Крым	1382	1086	989	893	#Н/Д
Калужская область	1075,1	1070,5	1165598	1081	1081
Чувашская Республика	1072,2	1061,7	1173355	1044	#Н/Д
Мурманская область	1069,7	1062,7	1159250	1071	#Н/Д
Белгородская область	1040,0	1031,4	1100139	1019,5	#Н/Д
Псковская область	1029,0	1005,7	1106801	982	#Н/Д
Астраханская область	1018,0	1016,3	1039773	1016	#Н/Д
Тамбовская область	1009,6	1000,7	1038355	964	#Н/Д
Сахалинская область	886,0	872,5	809248,8	867	#Н/Д

Регион	\bar{X}	\bar{X}_r	$\bar{X}_{кв}$	Медиана	Мода
Республика Марий Эл	848,5	821,0	755650,3	858	#Н/Д
Республика Дагестан	796,5	792,9	639811,5	793	#Н/Д
Республика Мордовия	787,5	755,8	664789,3	740,5	#Н/Д
Республика Хакасия	726,3	725,5	528657,3	734	737
Орловская область	719,2	715,9	522054,6	718	#Н/Д
Костромская область	707,3	702,0	508093,7	684	#Н/Д
Курская область	693,8	686,6	492269,4	667	#Н/Д
Ямало-Ненецкий авт. округ	675,0	667,5	465179,2	697	#Н/Д
Республика Северная Осетия-Алания	654,9	417,9	1375304	334	#Н/Д
Камчатский край	595,9	591,5	360001,1	617,5	#Н/Д
Кабардино-Балкарская Республика	563,6	545,7	331196,8	592	#Н/Д
Республика Тыва	560,6	522,1	387685,8	486,5	#Н/Д
Чеченская Республика	465,0	461,9	219114,2	461,5	#Н/Д
Карачаево-Черкесская Республика	414,4	340,1	304515	312	#Н/Д
Еврейская авт. область	377,0	358,8	157111	327,5	#Н/Д
Магаданская область	340,4	328,2	124518,8	325,5	#Н/Д
Республика Алтай	317,1	315,3	101671,9	328	#Н/Д
Республика Адыгея	292,2	285,8	89154,4	288	#Н/Д
Севастополь	325	286	267	252	#Н/Д
Республика Калмыкия	231,4	228,1	55415,4	211,5	206
Республика Ингушетия	191,8	191,1	37060,4	188,5	181
Чукотский авт.округ	57,1	56,2	3371,3	52	63
Ненецкий автономный округ	42,4	41,5	1869,4	42	54

Максимальное среднее значение наблюдается (таб. 1) в Московской области (8054,8), минимальное – в Ненецком автономном округе (42,4). Для остальных показателей (кроме моды) ситуация аналогичная.

Показатели вариации

К таким показателям относят размах вариации, среднее отклонение, дисперсию, стандартное отклонение.

Размах вариации R находят как разницу между максимальным и минимальным значениями

$$R = X_{\max} - X_{\min} \quad (4)$$

Максимальное значение размаха вариации наблюдается (Таб. 2) в Санкт-Петербурге (3914), минимальное – в Ненецком автономном округе (23).

Среднее отклонение находят по формуле

$$S_{\text{ср}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}| \quad (5)$$

где n – объем выборки, X_i - количества пожаров, \bar{X} – среднее значение. Среднее отклонение является мерой разброса данных. Максимальное среднее отклонение наблюдается (Таб. 2) в Санкт-Петербурге (1476,4) минимальное в Ненецком автономном округе (7,6).

Дисперсию выборки находят по формуле

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \quad (6)$$

Максимальная дисперсия наблюдается (Таб. 2) в Санкт-Петербурге (2589089,78) минимальная - в Ненецком автономном округе (79,6).

Стандартное отклонение вычисляют по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad (7)$$

Оно является мерой того, насколько широко разбросаны точки данных относительно их среднего значения. Максимальное стандартное отклонение наблюдается (Таб. 2) в Санкт-Петербурге (1609,065) минимальное - в Ненецком автономном округе (8,921883).

Таблица 2. Показатели вариации

Регион	R	σ^2	S_{cp}	σ
Московская область	3876	1718628,62	1005,36	1310,965
Москва	3898	1900137,61	1133,8	1378,455
Приморский край	2447	623971,556	635,2	789,9187
Красноярский край	531	34740,6222	146,4	186,3884
Республика Башкортостан	763	84532,6222	248,44	290,7449
Челябинская область	1278	171351,822	311,92	413,9466
Свердловская область	1654	333298,5	496,2	577,3201
Краснодарский край	730	56357,7333	192,2	237,3978
Алтайский край	910	126969,511	310,2	356,3278
Хабаровский край	1600	265020,456	407,5	514,8014
Новосибирская область	796	100493,344	272,5	317,0069
Кемеровская область	1631	289792,456	452,7	538,3237
Иркутская область	1138	152944,989	320,08	391,0818
Самарская область	1777	343482,322	463,48	586,0736
Нижегородская область	1623	316370,233	478,36	562,468
Ленинградская область	1300	202743,344	361,16	450,2703
Республика Татарстан	3204	864344	519,8	929,701
Ростовская область	1783	379562,844	508,96	616,0867
Волгоградская область	680	52908,1778	188,56	230,0178
Саратовская область	281	7864,23333	72,84	88,68051
Омская область	1076	168798	365,2	410,8503
Санкт-Петербург	3914	2589089,78	1476,4	1609,065
Пермский край	886	90421,6111	247,6	300,7019
Воронежская область	993	140647,211	311,92	375,0296
Оренбургская область	465	25170,6778	133,16	158,6527
Ханты-Мансийский авт. округ -Югра	1112	129574,178	294,84	359,9641
Тюменская область	274	8256,84444	74	90,86718
Архангельская область	610	43806,5444	171,88	209,3001
Брянская область	490	26221,3778	127,88	161,9302
Кировская область	665	57863,6556	195,12	240,5487
Ярославская область	364	14559,6	90,44	120,6632
Забайкальский край	629	53270,5444	189,12	230,8041
Владимирская область	710	62021,3778	201,92	249,0409
Ставропольский край	472	23573,8778	119,3	153,5379

Регион	R	σ^2	S_{cp}	σ
Амурская область	751	62586,1	205,48	250,1721
Тверская область	696	64079,5111	204,6	253,1393
Калининградская область	540	34334,4889	148,48	185,2957
Курганская область	365	14591,6111	97,4	120,7957
Пензенская область	823	80107,1667	229,2	283,0321
Тульская область	750	61507,0667	188,24	248,0062
Республика Карелия	505	30290,4889	139,2	174,0416
Республика Саха (Якутия)	787	77820,4556	228,64	278,9632
Республика Бурятия	312	10260,3222	80,14	101,2932
Смоленская область	910	84927,1556	220,52	291,4226
Вологодская область	641	50973,2889	186,84	225,7726
Удмуртская Республика	432	25403,1556	127,08	159,3837
Ульяновская область	462	20698,2778	107,4	143,869
Новгородская область	418	23660,1778	118,28	153,8187
Томская область	430	17295,1667	106,8	131,5111
Ивановская область	464	21882,4556	108,76	147,9272
Рязанская область	620	41281,2889	153,2	203,178
Республика Коми	715	52125,6556	178,48	228,3104
Липецкая область	594	42276,4556	158,44	205,6124
Республика Крым	489	44755	147,25	211,5538
Калужская область	296	10842,1	80,68	104,1254
Чувашская Республика	503	26380,6222	124,04	162,4211
Мурманская область	405	16658,0111	101,9	129,0659
Белгородская область	437	20598,8889	112,8	143,5231
Псковская область	641	53288,8889	194	230,8439
Астраханская область	184	3832,2222	51,4	61,90495
Тамбовская область	478	21180,4889	111,52	145,5352
Сахалинская область	464	26947,5556	137,4	164,1571
Республика Марий Эл	727	39664,5	126,1	199,1595
Республика Дагестан	261	5999,16667	53,6	77,45429
Республика Мордовия	817	49592,2778	144,5	222,6932
Республика Хакасия	114	1272,9	26,58	35,67772
Орловская область	247	5339,95556	53,4	73,075
Костромская область	311	8689,34444	70,16	93,21665
Курская область	364	12123,2889	77,32	110,1058
Ямало-Ненецкий авт. округ	293	10615,7778	83,4	103,0329
Республика Северная Осетия-Алания	3287	1051566,54	583,42	1025,459
Камчатский край	234	5449,21111	57,72	73,81877
Кабардино-Балкарская Республика	446	15057,6	74,36	122,7094
Республика Тыва	958	81570,4889	160,68	285,6055
Чеченская Республика	168	3210,22222	48,4	56,65882
Карачаево-Черкесская Республика	1275	147541,822	216,12	384,1117
Еврейская авт. область	361	16646,6667	107,6	129,022

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Регион	R	σ^2	S_{cp}	σ
Магаданская область	329	9607,37778	73,08	98,01723
Республика Алтай	86	1243,87778	30,68	35,26865
Республика Адыгея	192	4192,84444	53,2	64,75218
Севастополь	73	996,333333	23	1298,853
Республика Калмыкия	148	2077,15556	30,96	45,57582
Республика Ингушетия	62	303,511111	12,16	17,42157
Чукотский авт. округ	35	123,211111	9,12	11,10005
Ненецкий автономный округ	23	79,6	7,6	8,921883

Показатели формы распределения

К таким показателям относят асимметрию и эксцесс.

Уравнение для асимметрии имеет следующий вид:

$$As = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \right)^2 \quad (8)$$

Асимметрия характеризует степень несимметричности распределения относительно его среднего. Положительная асимметрия указывает на отклонение распределения в сторону положительных значений. Отрицательная асимметрия указывает на отклонение распределения в сторону отрицательных значений.

Максимальная асимметрия наблюдается (Таб. 3) в Республике Северная Осетия-Алания (3,156571) минимальная - в Республике Татарстан (-2,93737).

Эксцесс определяется следующим образом:

$$\varepsilon = \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)} \sum_{i=1}^n \left(\frac{X_i - \bar{X}}{\sigma} \right)^4 - \frac{3(n-1)^2}{(n-2)(n-3)} \quad (9)$$

Эксцесс характеризует относительную остроконечность или сглаженность распределения по сравнению с нормальным распределением. Положительный эксцесс обозначает относительно остроконечное распределение. Отрицательный эксцесс обозначает относительно сглаженное распределение.

Максимальный эксцесс наблюдается (Таб. 3) в Республике Северная Осетия-Алания (9,973465) минимальный - в Санкт-Петербурге (-2,0451).

Таблица 3. Показатели формы распределения

Регион	As	Э
Московская область	0,563642	-0,51306
Москва	-0,06416	-1,44849
Приморский край	0,093941	-0,91414
Красноярский край	-0,18564	-1,07066
Республика Башкортостан	0,330323	-1,65535
Челябинская область	-0,00468	-0,53169
Свердловская область	0,761021	-0,93743
Краснодарский край	-0,51137	-0,49579
Алтайский край	0,187792	-1,92181
Хабаровский край	0,396399	-0,72953
Новосибирская область	0,142493	-1,86031
Кемеровская область	0,114569	-1,19114
Иркутская область	0,415042	-1,03722
Самарская область	0,261046	-0,92988

Регион	As	Э
Нижегородская область	0,68824	-0,95723
Ленинградская область	0,675384	-0,59521
Республика Татарстан	-2,93737	8,978671
Ростовская область	0,644551	-0,84132
Волгоградская область	-0,25845	-1,06076
Саратовская область	-0,22177	-0,36512
Омская область	0,122879	-1,84637
Санкт-Петербург	0,226937	-2,0451
Пермский край	0,917911	-0,07433
Воронежская область	0,619006	-1,06818
Оренбургская область	-0,5661	-0,88991
Ханты-Мансийский авт. округ -Югра	0,515272	-0,63256
Тюменская область	0,10316	-1,06006
Архангельская область	-0,22797	-1,21659
Брянская область	-0,48398	-0,77893
Кировская область	0,020273	-1,14397
Ярославская область	1,49325	1,460066
Забайкальский край	-0,13977	-1,48045
Владимирская область	-0,39653	-1,10237
Ставропольский край	-0,15866	-0,47621
Амурская область	0,037685	-1,17945
Тверская область	0,271701	-1,21638
Калининградская область	0,387173	-0,86649
Курганская область	0,164896	-0,76842
Пензенская область	0,737888	-0,58467
Тульская область	1,216252	0,738717
Республика Карелия	0,069185	-1,13791
Республика Саха (Якутия)	0,472457	-1,04683
Республика Бурятия	-0,48255	-0,84709
Смоленская область	0,954351	0,388245
Вологодская область	0,541509	-0,97149
Удмуртская Республика	1,122297	-0,14524
Ульяновская область	1,206292	1,095259
Новгородская область	-0,29254	-1,15999
Томская область	-0,05874	-0,60841
Ивановская область	1,747946	2,794851
Рязанская область	0,628394	-0,27861
Республика Коми	0,9151	-0,09458
Липецкая область	0,753899	-0,30482
Республика Крым	1,213085	1,556336
Калужская область	-0,19758	-1,0002
Чувашская Республика	0,90135	0,043757
Мурманская область	0,248258	-0,66723

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Регион	As	Э
Белгородская область	0,701319	-0,28772
Псковская область	0,217251	-1,38535
Астраханская область	0,256231	-1,09176
Тамбовская область	0,935382	0,56094
Сахалинская область	0,326662	-1,24933
Республика Марий Эл	-1,23927	3,048833
Республика Дагестан	-0,8215	1,25212
Республика Мордовия	0,085585	1,50738
Республика Хакасия	-0,29002	-0,21472
Орловская область	0,677572	0,468797
Костромская область	0,924555	0,505229
Курская область	1,24974	1,294578
Ямало-Ненецкий авт. округ	-0,50179	-0,87687
Республика Северная Осетия-Алания	3,156571	9,973465
Камчатский край	-0,79109	-0,12339
Кабардино-Балкарская Республика	-2,33631	6,505288
Республика Тыва	3,025052	9,375466
Чеченская Республика	0,386274	-1,09127
Карачаево-Черкесская Республика	3,027563	9,377627
Еврейская авт. область	0,785347	-0,85152
Магаданская область	0,712767	0,542762
Республика Алтай	-0,44491	-1,7387
Республика Адыгея	0,300231	-1,07512
Севастополь	0,94782	0,555465
Республика Калмыкия	2,385129	6,147401
Республика Ингушетия	1,552337	3,116096
Чукотский автономный округ	1,000939	0,437896
Ненецкий автономный округ	0,104762	-1,786

В итоге рассчитаны основные статистические параметры временных рядов количеств пожаров в регионах Российской Федерации за 2009-2018 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2009 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2010. – 135 с.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2010 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2011. – 140 с.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2012. – 137 с.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2012 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2013. – 137 с.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2013 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2014. – 137 с.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. – М.: ВНИИПО, 2015. – 124 с.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. – М.: ВНИИПО, 2016. – 124 с.

8. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2017. – 124 с.
9. Пожары и пожарная безопасность в 2017 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2018. 125 с.
10. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.
11. Бирюкова Л.Г., Бобрик Г.И., Ермаков В.И. и др. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 287 с.

УДК 614.84:519

И. А. Кайбичев

ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

ПРИМЕНИМОСТЬ ПРАВИЛА ТРИ СИГМА К ДАННЫМ ПО КОЛИЧЕСТВУ ПОЖАРОВ В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Доказана применимость правила три сигма к данным по количеству пожаров в регионах Российской Федерации за 2009-2018 года. Установлено отсутствие аномальных значений (выбросов) выходящих за пределы наиболее вероятных значений. В результате появляются основания для отнесения распределений количеств пожаров в регионах России к категории нормальных.

Ключевые слова: количество пожаров, Российская Федерация, правило три сигма.

I. A. Kaibichev

Ural Institute of State fire service of EMERCOM of Russia

APPLICABILITY OF THE THREE SIGMA RULE TO DATA ON THE NUMBER OF FIRES IN THE REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION

The applicability of the three sigma rule to data on the number of fires in the regions of the Russian Federation for 2009-2018 is proved. The absence of anomalous values (outliers) beyond the most probable values was established. As a result, there are grounds for classifying the distribution of the number of fires in the regions of Russia as normal.

Keywords: the number of fires, the Russian Federation, three sigma rule.

Правило трех сигм гласит, вероятность того, что случайная величина отклонится от среднего значения менее чем на три стандартных отклонения больше или равна 8/9. Второй вариант – приблизительно с вероятностью 0,9973 значения нормально распределенной случайной величины лежат в интервале $[\bar{X} - 3\sigma, \bar{X} + 3\sigma]$, где \bar{X} - среднее значение случайной величины, а σ - стандартное отклонение.

Возникает вопрос – подчиняются ли временные ряды количеств пожаров в регионах Российской Федерации этому правилу. В литературе нами не обнаружено исследований этого вопроса. Целесообразность исследования состоит в том, что если правило трех сигм для временных рядов количеств пожаров в регионах России выполняется, то мы имеем дело с распределениями, соответствующим нормальному закону. В противном случае распределения пожаров в регионах будут отличны от нормального.

Для исследования используем данные по количеству пожаров в регионах России (Таб. 1) за 2009-2018 года [2-11].

Таблица 1. Количество пожаров в регионах Российской Федерации за 2009-2018 года

Регион	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Московская обл.	10302	9933	8725	8286	7902	7878	7585	6959	6552	6426
Москва	8772	8249	8093	7568	6933	6845	6034	5516	5101	4874
Приморский край	6677	6171	6035	5664	5524	5328	5003	4695	4463	4230
Красноярский край	4487	4703	4695	4757	4551	4530	4459	4359	4241	4226

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Регион	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Респ. Башкортостан	4827	4781	4615	4612	4396	4294	4137	4149	4107	4064
Челябинская обл.	4898	4851	4458	4453	4292	4290	4136	4029	3777	3620
Свердловская обл.	5130	4867	4569	4361	3888	3772	3672	3725	3655	3476
Краснодарский край	4252	4223	4168	4119	4008	3915	3884	3814	3713	3522
Алтайский край	4045	3979	3916	3872	3568	3375	3344	3259	3165	3135
Хабаровский край	4474	4131	3914	3745	3587	3546	3189	3106	3061	2874
Новосибирская обл.	3958	3891	3796	3758	3541	3456	3245	3181	3162	3175
Кемеровская обл.	4357	4087	3924	3768	3641	3396	3135	2935	2726	3058
Иркутская обл.	4068	3898	3729	3565	3351	3358	3189	3087	2974	2930
Самарская обл.	4345	4113	3805	3602	3348	3363	3110	2854	2568	2761
Нижегородская обл.	4282	4136	3745	3574	3114	2999	2915	2866	2659	3073
Ленинградская обл.	4112	3940	3566	3453	3230	3227	3067	2930	2812	2826
Респ. Татарстан	3739	3627	535	3513	3430	3424	3372	3330	3204	3126
Ростовская обл.	4145	3947	3514	3302	2931	2922	2708	2594	2483	2362
Волгоградская обл.	3283	3238	3207	3178	2974	2940	2902	2852	2731	2603
Саратовская обл.	2584	2579	2539	2529	2442	2431	2423	2413	2303	2424
Омская обл.	3028	2943	2759	2753	2593	2289	2115	2066	2002	1952
Санкт-Петербург	4793	4218	3742	3480	3289	1065	1028	904	882	879
Пермский край	3004	2733	2572	2555	2375	2240	2172	2139	2118	2157
Воронежская обл.	2981	2952	2658	2517	2339	2233	2150	2059	1994	1988
Оренбургская обл.	2428	2350	2320	2310	2278	2268	2128	2126	1976	1963
Ханты-Мансийский авт. округ -Югра	2805	2638	2388	2348	2095	2028	2002	1978	1787	1693
Тюменская обл.	2051	2020	1984	1949	1920	1891	1869	1840	1807	1777
Архангельская обл.	2197	2134	2059	2026	1957	1911	1809	1727	1587	1634
Брянская обл.	2075	2035	1990	1947	1894	1874	1836	1732	1658	1585
Кировская обл.	2146	2149	1983	1974	1790	1782	1735	1653	1495	1484
Ярославская обл.	2067	1962	1837	1801	1741	1738	1721	1709	1703	1767
Забайкальский край	2046	2006	1967	1915	1720	1710	1708	1528	1454	1417
Владимирская обл.	2060	1992	1917	1883	1783	1751	1662	1522	1374	1350
Ставропольский край	1811	1802	1688	1637	1629	1550	1543	1542	1400	1339
Амурская обл.	1917	1811	1779	1688	1523	1489	1434	1357	1255	1166
Тверская обл.	1914	1854	1688	1636	1494	1527	1380	1256	1218	1225
Калининградская обл.	1723	1713	1532	1524	1421	1407	1328	1304	1239	1183
Курганская обл.	1590	1589	1487	1479	1401	1381	1353	1350	1290	1225
Пензенская обл.	1890	1774	1546	1470	1345	1293	1196	1154	1100	1067
Тульская обл.	1871	1691	1442	1378	1286	1286	1236	1159	1132	1121
Респ. Карелия	1565	1530	1286	1454	1363	1327	1247	1153	1101	1060
Респ. Саха (Якутия)	1765	1681	1502	1418	1294	1217	1141	1072	989	978
Респ. Бурятия	1451	1389	1369	1367	1328	1316	1315	1195	1180	1139
Смоленская обл.	1890	1639	1473	1307	1225	1255	1194	1042	1011	980
Вологодская обл.	1658	1577	1429	1375	1243	1213	1098	1127	1017	1025
Удмуртская Респ.	1567	1522	1364	1276	1210	1202	1165	1156	1137	1135

СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ:
СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ IV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,
ПОСВЯЩЕННОЙ 30-Й ГОДОВЩИНЕ МЧС РОССИИ. ИВАНОВО, 15 ОКТЯБРЯ 2020 г.

Регион	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Ульяновская обл.	1558	1425	1235	1167	1164	1290	1274	1200	1116	1096
Новгородская обл.	1361	1354	1298	1165	1188	1196	1183	1008	943	952
Томская обл.	1358	1263	1199	1210	1185	1156	1070	1002	928	1024
Ивановская обл.	1483	1288	1177	1137	1067	1064	1039	1033	1019	1046
Рязанская обл.	1503	1411	1200	1165	1115	1161	1044	920	883	946
Респ. Коми	1532	1426	937	1245	1109	1055	995	964	969	817
Липецкая обл.	1473	1399	1189	1142	1066	1065	1028	904	882	879
Респ. Крым							1382	1086	989	893
Калужская обл.	1221	1202	1153	1116	1081	1081	1057	988	927	925
Чувашская Респ.	1380	1301	1128	1100	1053	1035	978	941	877	929
Мурманская обл.	1293	1198	1181	1090	1052	1013	970	916	888	1096
Белгородская обл.	1310	1213	1128	1073	1013	1026	957	923	884	873
Псковская обл.	1385	1298	1228	1175	983	981	931	820	745	744
Астраханская обл.	1121	1087	1061	1051	1027	1005	979	965	947	937
Тамбовская обл.	1303	1187	1061	1045	966	962	960	921	866	825
Сахалинская обл.	1155	1073	1027	962	900	834	782	744	692	691
Респ. Марий Эл	1113	1069	840	873	843	939	879	809	734	386
Респ. Дагестан	894	893	633	847	820	795	791	789	776	727
Респ. Мордовия	1174	1097	357	814	741	740	731	729	728	764
Респ. Хакасия	737	733	729	735	702	737	762	674	670	784
Орловская обл.	864	799	745	713	692	732	723	650	617	657
Костромская обл.	891	831	739	719	694	674	656	646	580	643
Курская обл.	927	837	704	636	653	692	677	657	592	563
Ямало-Ненецкий авт. округ	802	793	749	729	716	678	630	620	524	509
Респ. Северная Осетия-Алания	383	376	3572	347	335	333	304	299	285	315
Камчатский край	696	650	649	634	617	618	586	558	489	462
Кабардино-Балкарская Респ.	650	686	240	626	604	595	589	567	543	536
Респ. Тыва	471	467	1364	531	511	510	502	406	433	411
Чеченская Респ.	563	525	506	493	480	443	423	414	408	395
Карачаево-Черкесская Респ.	382	359	1495	343	329	295	260	239	220	222
Еврейская авт. обл.	607	537	503	399	334	321	294	282	247	246
Магаданская обл.	538	423	416	350	335	316	306	281	230	209
Респ. Алтай	356	347	346	351	331	325	301	270	273	271
Респ. Адыгея	400	366	344	318	299	277	258	223	208	229
Севастополь							325	286	267	252
Респ. Калмыкия	250	248	351	223	206	206	205	203	205	217
Респ. Ингушетия	233	205	197	193	190	187	181	181	180	171
Чукотский авт. округ	80	68	63	63	52	51	52	51	46	45
Ненецкий авт. округ	54	49	54	50	35	31	33	34	41	43

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Расчеты выполнены в программе Microsoft Excel. Среднее значение \bar{X} вычислили с помощью функции Срзнач, стандартное отклонение σ - с помощью функции Стандотклон (Таб. 2).

Таблица 2. Проверка выполнения правила три сигма

Регион	\bar{X}	σ	$\bar{X} - 3\sigma$	$\bar{X} + 3\sigma$	Правило
Московская область	8054,8	1310,965	4121,906	11987,69	выполняется
Москва	6798,5	1378,455	2663,136	10933,86	выполняется
Приморский край	5379	789,9187	3009,244	7748,756	выполняется
Красноярский край	4500,8	186,3884	3941,635	5059,965	выполняется
Республика Башкортостан	4398,2	290,7449	3525,965	5270,435	выполняется
Челябинская область	4280,4	413,9466	3038,56	5522,24	выполняется
Свердловская область	4111,5	577,3201	2379,54	5843,46	выполняется
Краснодарский край	3961,8	237,3978	3249,606	4673,994	выполняется
Алтайский край	3565,8	356,3278	2496,817	4634,783	выполняется
Хабаровский край	3562,7	514,8014	2018,296	5107,104	выполняется
Новосибирская область	3516,3	317,0069	2565,279	4467,321	выполняется
Кемеровская область	3502,7	538,3237	1887,729	5117,671	выполняется
Иркутская область	3414,9	391,0818	2241,655	4588,145	выполняется
Самарская область	3386,9	586,0736	1628,679	5145,121	выполняется
Нижегородская область	3336,3	562,468	1648,896	5023,704	выполняется
Ленинградская область	3316,3	450,2703	1965,489	4667,111	выполняется
Республика Татарстан	3130	929,701	340,8969	5919,103	выполняется
Ростовская область	3090,8	616,0867	1242,54	4939,06	выполняется
Волгоградская область	2990,8	230,0178	2300,747	3680,853	выполняется
Саратовская область	2466,7	88,68051	2200,658	2732,742	выполняется
Омская область	2450	410,8503	1217,449	3682,551	выполняется
Санкт-Петербург	2428	1609,065	-2399,19	7255,195	выполняется
Пермский край	2406,5	300,7019	1504,394	3308,606	выполняется
Воронежская область	2387,1	375,0296	1262,011	3512,189	выполняется
Оренбургская область	2214,7	158,6527	1738,742	2690,658	выполняется
Ханты-Мансийский авт. округ -Югра	2176,2	359,9641	1096,308	3256,092	выполняется
Тюменская область	1910,8	90,86718	1638,198	2183,402	выполняется
Архангельская область	1904,1	209,3001	1276,2	2532	выполняется
Брянская область	1862,6	161,9302	1376,81	2348,39	выполняется
Кировская область	1819,1	240,5487	1097,454	2540,746	выполняется
Ярославская область	1804,6	120,6632	1442,61	2166,59	выполняется
Забайкальский край	1747,1	230,8041	1054,688	2439,512	выполняется
Владимирская область	1729,4	249,0409	982,2773	2476,523	выполняется
Ставропольский край	1594,1	153,5379	1133,486	2054,714	выполняется
Амурская область	1541,9	250,1721	791,3836	2292,416	выполняется
Тверская область	1519,2	253,1393	759,7821	2278,618	выполняется
Калининградская область	1437,4	185,2957	881,513	1993,287	выполняется
Курганская область	1414,5	120,7957	1052,113	1776,887	выполняется
Пензенская область	1383,5	283,0321	534,4037	2232,596	выполняется

Регион	\bar{X}	σ	$\bar{X} - 3\sigma$	$\bar{X} + 3\sigma$	Правило
Тульская область	1360,2	248,0062	616,1815	2104,219	выполняется
Республика Карелия	1308,6	174,0416	786,4751	1830,725	выполняется
Республика Саха (Якутия)	1305,7	278,9632	468,8105	2142,59	выполняется
Республика Бурятия	1304,9	101,2932	1001,02	1608,78	выполняется
Смоленская область	1301,6	291,4226	427,3321	2175,868	выполняется
Вологодская область	1276,2	225,7726	598,8821	1953,518	выполняется
Удмуртская Республика	1273,4	159,3837	795,249	1751,551	выполняется
Ульяновская область	1252,5	143,869	820,8931	1684,107	выполняется
Новгородская область	1164,8	153,8187	703,344	1626,256	выполняется
Томская область	1139,5	131,5111	744,9667	1534,033	выполняется
Ивановская область	1135,3	147,9272	691,5184	1579,082	выполняется
Рязанская область	1134,8	203,178	525,2661	1744,334	выполняется
Республика Коми	1104,9	228,3104	419,9687	1789,831	выполняется
Липецкая область	1102,7	205,6124	485,8628	1719,537	выполняется
Республика Крым	1087,5	211,5538	452,8387	1722,161	выполняется
Калужская область	1075,1	104,1254	762,7238	1387,476	выполняется
Чувашская Республика	1072,2	162,4211	584,9366	1559,463	выполняется
Мурманская область	1069,7	129,0659	682,5022	1456,898	выполняется
Белгородская область	1040	143,5231	609,4306	1470,569	выполняется
Псковская область	1029	230,8439	336,4684	1721,532	выполняется
Астраханская область	1018	61,90495	832,2852	1203,715	выполняется
Тамбовская область	1009,6	145,5352	572,9945	1446,206	выполняется
Сахалинская область	886	164,1571	393,5287	1378,471	выполняется
Республика Марий Эл	848,5	199,1595	251,0215	1445,978	выполняется
Республика Дагестан	796,5	77,45429	564,1371	1028,863	выполняется
Республика Мордовия	787,5	222,6932	119,4203	1455,58	выполняется
Республика Хакасия	726,3	35,67772	619,2668	833,3332	выполняется
Орловская область	719,2	73,075	499,975	938,425	выполняется
Костромская область	707,3	93,21665	427,65	986,95	выполняется
Курская область	693,8	110,1058	363,4826	1024,117	выполняется
Ямало-Ненецкий авт. округ	675	103,0329	365,9013	984,0987	выполняется
Республика Северная Осетия-Алания	654,9	1025,459	-2421,48	3731,278	выполняется
Камчатский край	595,9	73,81877	374,4437	817,3563	выполняется
Кабардино-Балкарская Республика	563,6	122,7094	195,4718	931,7282	выполняется
Республика Тыва	560,6	285,6055	-296,216	1417,416	выполняется
Чеченская Республика	465	56,65882	295,0235	634,9765	выполняется
Карачаево-Черкесская Республика	414,4	384,1117	-737,935	1566,735	выполняется
Еврейская авт. область	377	129,022	-10,0659	764,0659	выполняется
Магаданская область	340,4	98,01723	46,3483	634,4517	выполняется
Республика Алтай	317,1	35,26865	211,294	422,906	выполняется
Республика Адыгея	292,2	64,75218	97,94347	486,4565	выполняется
Севастополь	282,5	31,56475	187,8058	377,1942	выполняется
Республика Калмыкия	231,4	45,57582	94,67253	368,1275	выполняется

Регион	\bar{X}	σ	$\bar{X} - 3\sigma$	$\bar{X} + 3\sigma$	Правило
Республика Ингушетия	191,8	17,42157	139,5353	244,0647	выполняется
Чукотский авт.округ	57,1	11,10005	23,79985	90,40015	выполняется
Ненецкий автономный округ	42,4	8,921883	15,63435	69,16565	выполняется

В итоге можно сделать два вывода:

- 1) Правило три сигма для данных по количеству пожаров в регионах России за 2009-2018 года выполняется во всех регионах с вероятностью 1,00.
- 2) В данных 2009-2018 годов по пожарам в регионах нет аномальных значений (выбросов) выходящих за пределы рассчитанных интервалов.

Проведенный расчет дает основания для отнесения распределений количеств пожаров в регионах Российской Федерации к нормальным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Среднеквадратическое отклонение. https://ru.wikipedia.org/wiki/Среднеквадратическое_отклонение - Википедия.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2009 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2010. – 135 с.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2010 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2011. – 140 с.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2012. – 137 с.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2012 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2013. – 137 с.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2013 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2014. – 137 с.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. – М.: ВНИИПО, 2015. – 124 с.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. – М.: ВНИИПО, 2016. – 124 с.
9. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2017. – 124 с.
10. Пожары и пожарная безопасность в 2017 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2018. 125 с.
11. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.
12. Бирюкова Л.Г., Бобрик Г.И., Ермаков В.И. и др. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 287 с.

УДК 614.84:519

И. А. Кайбичев

ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ ВЕЙБУЛЛА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА ПОГИБШИХ ПРИ ПОЖАРАХ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Рассмотрена возможность использования модели Вейбулла для прогнозирования количества погибших пожарах в Российской Федерации. На основе данных 2001-2017 годов выполнен прогноз на 2018 год и установлено, что модуль относительной ошибки прогноза составил 4,3%. На основе данных 2001-2018 годов выполнен прогноз на 2019 и 2020 года.

Ключевые слова: количество погибших при пожарах, Российская Федерация, модель Вейбулла, прогнозирование.

I. A. Kaibichev

APPLICATION OF THE WEIBULL MODEL FOR PREDICTING THE NUMBER OF DEATHS IN FIRES IN THE RUSSIAN FEDERATION

The possibility of using the Weibull model to predict the number of fire deaths in the Russian Federation is considered. Based on data from 2001-2017, the forecast for 2018 was made and it was found that the relative error module of the forecast was 4.3%. Based on data from 2001-2018, the forecast for 2019 and 2020 was made.

Keywords: number of people killed in fires, the Russian Federation, the Weibull model, a prediction.

Корреляционный анализ данных 2001-2018 годов показал [1], что количество погибших на пожарах зависит от фактора времени. Фактор времени учитывался заданием номера года. Это результат дает способ возможность применить математический аппарат теории временных рядов для моделирования обстановки с погибшими при пожарах. Математические модели временных рядов имеют практическую пользу в плане возможности получения прогнозных значений на будущие периоды времени (на следующие года).

Регрессионный анализ временного ряда погибших при пожарах на территории России с 2001 по 2018 года привел к выводу о возможности описания ситуации с помощью модели Вейбулла [2].

Модель Вейбулла

В теории надежности известно распределение Вейбулла для плотности вероятности [3]:

$$f(X) = \frac{k}{a} \left(\frac{X}{a}\right)^{k-1} \exp \left[-\left(\frac{X}{a}\right)^k \right] \quad (1)$$

Здесь X - наработка до отказа, k и a - параметры. Распределение (1) применяют для моделирования интенсивность отказов которая пропорциональна времени. В материаловедении коэффициент k известен как модуль Вейбулла.

Между фактическим (Таб. 1) и модельным (1) значениями есть разница, называемая ошибкой $\varepsilon = Y_n - Y$. В качестве критерия оптимальности использовали условие минимума среднего значения квадрата ошибки. Минимум находили с помощью средства Поиск решения программы Microsoft Excel.

Прогноз на 2018 год

В базу прогноза входят данные 2001-2017 годов [4-16]. Регрессионный анализ базы прогноза дает возможность построить математическую модель

$$Y_M = 341144,4 * \frac{1,156708}{13,45462} \left(\frac{T-2000}{13,45462}\right)^{0,1567089} \exp \left[-\left(\frac{T-2000}{13,45462}\right)^{1,156708} \right] \quad (2)$$

Для получения количества погибших мы в выражении (2) плотность вероятности (1) умножили на нормировочную константу 341144,4. Модуль Вейбулла $k=1,156708$, $a=13,45462$.

Построенная модель (2) позволяет выполнить прогноз на 2018 год (Таб. 1). Фактическое Y и модельное Y_M значения даны в количестве погибших человек. Колонка ε содержит ошибку, а ε^2 – квадрат ошибки. Среднее значение ошибки составило 21, а среднее значение квадрата ошибки – 100648.

Таблица 1. Прогноз на 2018 год с помощью модели Вейбулла

T	Y	Y _M	$\varepsilon = Y - Y_M$	ε^2
2001	18321	18574	253	64080
2002	19988	19484	-504	254172
2003	19303	19436	133	17775
2004	18868	18966	98	9579
2005	18412	18269	-143	20391
2006	17238	17445	207	43014
2007	16066	16552	486	236645
2008	15279	15627	348	121326

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

2009	15301	14695	-606	367669
2010	13946	13771	-175	30500
2011	13061	12869	-192	36790
2012	12019	11996	-23	518
2013	11652	11158	-494	244064
2014	10138	10358	220	48375
2015	9377	9598	221	48959
2016	8749	8880	131	17156
2017	7816	8203	387	150006
среднее	14443	14464	21	100648
2018	7909	7568	-341	4,31%

Подстановка в выражение (2) $T = 2018$ дает прогнозное значение на 2018 год в 7568 человек погибших. В реальности в 2018 году на пожарах погибло 7909 человек. Прогнозное значение меньше фактического на 341 человек. Модуль относительной ошибки составил 4,3%.

Графический анализ модельных и фактических значений (Рис. 1) приводит к выводу о достаточно хорошей аппроксимации количества погибших при пожарах в Российской Федерации за 2001-2018 года моделью Вейбулла.

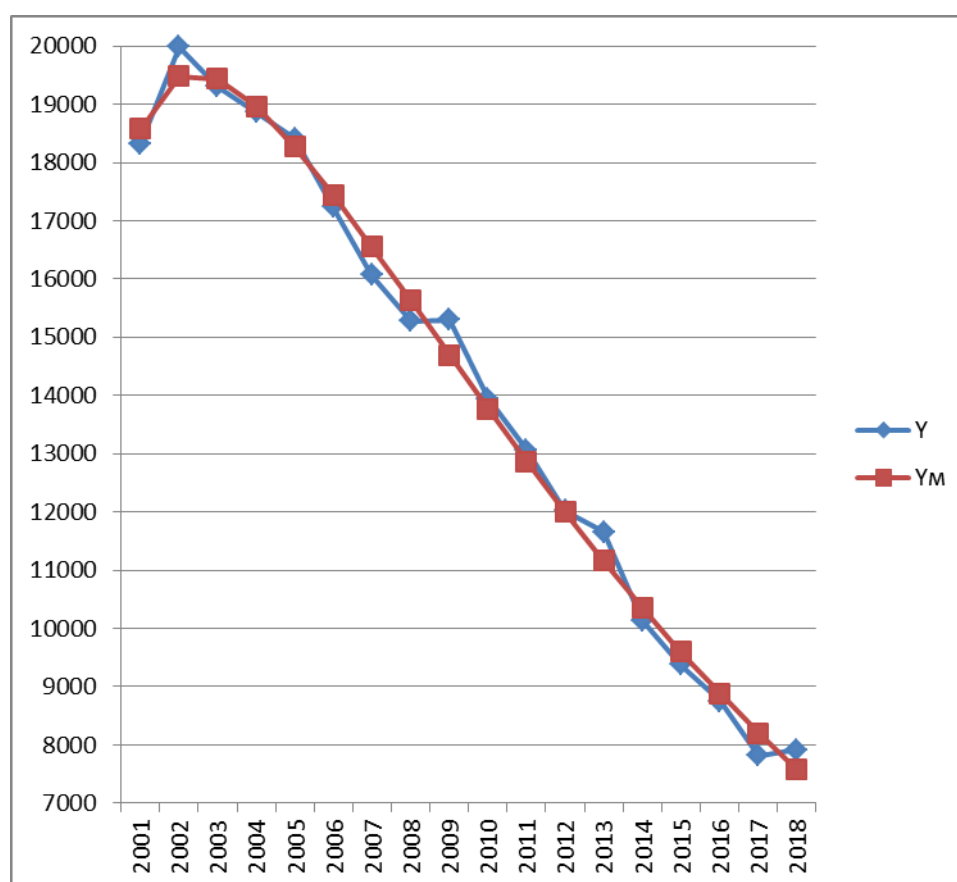


Рис. 1. Сравнение фактических (Y) и модельных (Ym) значений

Прогноз на 2019 год

В данной ситуации меняется база прогноза. К данным 2001-2017 годов (таб. 1) необходимо добавить количество пожаров за 2018 год [17]. Регрессионный анализ приводит к математической модели [2]:

$$Y_m = 341144,4 * \frac{1,157469}{13,459} \left(\frac{T-2000}{13,459} \right)^{0,157469} \exp \left[- \left(\frac{T-2000}{13,459} \right)^{1,157469} \right] \quad (3)$$

Нормировочная константа 341144,4 в выражении (3) введена для получения количества погибших при пожарах (Таб. 2). Модуль Вейбулла $k = 1,157469$, константа $a = 13,459$.

Сравнение модельного и реального значений на базе прогноза показало, что средняя ошибка модели равна -1, а среднее значение квадрата ошибки равно 101418,73.

Расчет коэффициента корреляции между ошибкой модели Вейбулла и номером года дал значение -0,012. Это позволяет считать ошибку случайной величиной.

Подстановка в выражение (2) $T = 2019$ дает прогнозное значение на 2019 год в 6978 человек погибших. На 2020 год прогнозное значение гибели составило 6421 человек (Таб. 2).

Таблица 2. Прогноз на 2019 год с помощью модели Вейбулла

T	Y	Y _m	e = Y - Y _m	e ²
2001	18321	18545	-224	50077
2002	19988	19465	523	273556
2003	19303	19425	-122	14831
2004	18868	18960	-92	8417
2005	18412	18267	145	20984
2006	17238	17446	-208	43419
2007	16066	16556	-490	23783
2008	15279	15632	-353	124711
2009	15301	14701	600	360503
2010	13946	13778	168	28220
2011	13061	12876	185	34134
2012	12019	12003	16	242
2013	11652	11165	487	237031
2014	10138	10365	-277	51498
2015	9377	9605	-228	51868
2016	8749	8886	-137	18854
2017	7816	8209	-393	154617
2018	7909	7573	336	112690
среднее	14080	14081	-1	101418,73
2019		6978		
2020		6421		

В Российской Федерации за 2019 год на пожарах погибло 8567 человек [18]. Прогнозное значение меньше на 1589 человек. Модуль относительной ошибки составил 18,55%. Заметное увеличение модуля относительной ошибки по сравнению с 2018 годом связано с изменением порядка учета погибших [19]. С 1 января 2019 г. в число погибших при пожарах включают лиц, которые скончались в течении 30 дней после пожара.

В итоге выполненного исследования показана возможность использования модели Вейбулла для прогнозирования количества погибших при пожарах в Российской Федерации. Полученные прогнозные значения могут быть использованы при планировании деятельности МЧС России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кайбичев И.А., Кайбичева Е.И. Отбор факторов для математической модели гибели людей при пожарах на территории России // Техносферная безопасность, 2019, № 3 (24). – с. 12-19.
2. Кайбичев И.А., Кайбичева Е.И. Математическое моделирование временного ряда гибели людей при пожарах на территории Российской Федерации // Техносферная безопасность, 2019, № 4 (25). – с. 16-30.
3. Распределение Вейбулла – URL: ru.wikipedia.org. Распределение Вейбулла – Википедия.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2005 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2006. – 139 с.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2006 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2007. – 137 с.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2007 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2008. – 137 с.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2008 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2009. – 137 с.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2009 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. – М.: ВНИИПО, 2010. – 135 с.
9. Пожары и пожарная безопасность в 2010 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2011. – 140 с.
10. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2012. – 137 с.
11. Пожары и пожарная безопасность в 2012 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2013. – 137 с.
12. Пожары и пожарная безопасность в 2013 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2014. – 137 с.
13. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. – М.: ВНИИПО, 2015. – 124 с.
14. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. – М.: ВНИИПО, 2016. – 124 с.
15. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2017. – 124 с.
16. Пожары и пожарная безопасность в 2017 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2018. 125 с.
17. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.
18. О состоянии защиты населения и территории Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 году: государственный доклад. – М.: МЧС России, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2020. – 259 с.
19. О внесении изменений в Порядок учета пожаров и их последствий, утвержденный приказом МЧС России от 21 ноября 2008 г. № 714: приказ МЧС России от 08 октября 2018 г. № 431.

УДК 614.84:519

И. А. Кайбичев

ФГБОУ ВО Уральский институт ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КАТЕГОРИИ ВИНОВНИКА

Выполнена оценка вероятности возникновения пожара на территории Российской Федерации в зависимости от категории виновника. С вероятностью 0,95 установлено, что эмпирическое распределение вероятности по категории виновника не совпадает с распределением Пуассона, но совпадает с геометрическим распределением.

Ключевые слова: категории виновника пожара, вероятность возникновения пожара, эмпирическая частота.

I. A. Kaibichev

ASSESSMENT OF THE PROBABILITY OF A FIRE DEPENDING ON THE CATEGORY OF THE CULPRIT

The probability of a fire occurring on the territory of the Russian Federation was estimated depending on the category of the culprit. With a probability of 0.95, it is found that the empirical probability distribution for the category of the culprit does not coincide with the Poisson distribution, but coincides with the geometric distribution.

Keywords: categories of fire culprit, probability of fire occurrence, empirical frequency.

Частоты возникновения пожаров и пожароопасных ситуаций в общественных зданиях и зданиях производственного назначения рассчитаны в работе [1]. Эти расчеты нужны для проведения оценки пожарного риска. К данному моменту времени нет исследований по оценке вероятности возникновения пожара по категориям виновника пожара.

Для решения этой проблемы используем данные [2-7] по количеству пожаров по категориям виновника (Таб. 1).

Таблица 1. Количество пожаров в Российской Федерации по категории виновников в период 2010-2018 годов

N	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1	55663	68737	68998	65388	64058	63768	58410	55587	53373
2	41659	23725	21471	21372	22854	24337	27697	27372	29096
3	21996	21720	22835	21572	20981	19480	18589	17545	17839
4	17809	16740	16190	14925	14734	13725	13473	13020	13106
5	16012	14634	13130	12370	11419	10031	8651	7809	7465
6	5405	5498	4578	3833	3596	3134	2902	2561	2350
7	3857	3452	3489	3125	3188	2960	2583	2676	2464
8	2633	2268	2028	1842	1641	1524	1250	1080	1045
9	3084	2566	2307	1911	1766	1306	1245	1085	1052
10	2300	1931	1509	1421	1333	1066	968	868	806
11	1465	1380	1238	1108	1066	936	734	626	581
12	1130	1012	935	898	879	777	752	701	731
13	2181	1689	1329	1153	989	822	618	551	588
14	1630	1272	1213	1060	814	680	449	354	342
15	627	577	524	491	489	522	452	416	446
16	1052	875	738	628	637	540	412	346	348
17	430	398	349	310	280	210	184	182	135
18	0	0	43	47	57	65	43	44	40
19	15	9	3	8	4	9	4	5	7
20	0	0	0	0	0	6	6	10	6

При этом категории виновников пожара обозначим целочисленной переменной N, принимающей значения 1, 2, 3, ..., 20. Значению N = 1 соответствует категория виновное лицо не усматривается, N = 2 – виновное лицо не установлено, N = 3 – работник рабочих специальностей, N = 4 – пенсионер, N = 5 – лицо без определенного рода занятий, N = 6 – домохозяйка (домработница), N = 7 – прочее лицо, N = 8 – инвалид, N = 9 – индивидуальный предприниматель, N = 10 – руководитель организации (предприятия), N = 11 – ребенок дошкольного возраста, N = 12 – ребенок младшего школьного возраста, N = 13 – инженерно-технический работник, N = 14 – служащий, N = 15 – ребенок среднего и старшего школьного возраста, N = 16 – лицо без определенного места жительства, N = 17 – Учащийся высшего и среднего профессионального образовательного учре-

ждения, $N = 18$ – иностранец, $N = 19$ – лицо, находящееся в местах лишения свободы, $N = 20$ – лицо без гражданства. В дальнейшем переменная N обозначает ранг виновника пожара.

Выполним расчет эмпирических частот. Для этого количество пожаров по каждой категории виновников нужно разделить на итоговое количество пожаров по всем категориям. В результате расчета можно определить минимальную и максимальную частоту, а также среднее значение (Таб. 2).

Таблица 2. Эмпирические частоты возникновения пожара в Российской Федерации по категории виновников за период 2010-2018 годов

N	Категория виновника	минимум	максимум	среднее
1	Виновное лицо не усматривается	0,31105684	0,43707248	0,408095
2	Виновное лицо не установлено	0,13179912	0,23279947	0,176499
3	Работник рабочих специальностей	0,12291839	0,140569	0,133997
4	Пенсионер	0,09407257	0,09952053	0,097931
5	Лицо без определенного вида занятий	0,05663025	0,08947851	0,073277
6	Домохозяйка (домработница)	0,01782734	0,03263237	0,024352
7	Прочее лицо	0,01852649	0,02155375	0,020291
8	Инвалид	0,00792748	0,01471377	0,010998
9	Индивидуальный предприниматель	0,00798058	0,01723406	0,011647
10	Руководитель организации (предприятия)	0,0061144	0,0128529	0,008731
11	Ребенок дошкольного возраста	0,00440753	0,00819074	0,006563
12	Ребенок младшего школьного возраста	0,0052771	0,00631468	0,005698
13	Инженерно-технический работник	0,00414791	0,0121879	0,007013
14	Служащий	0,00259445	0,00910879	0,005506
15	Ребенок среднего и старшего школьного возраста	0,00313163	0,00357784	0,003325
16	Лицо без определенного места жительства	0,00260468	0,0058788	0,00398
17	Учащийся высшего и среднего проф. обр. учреждения	0,00102412	0,00240293	0,001771
18	Иностранец	0	0,00044552	0,00026
19	Лицо, находящееся в местах лишения свободы	$1,8415 \cdot 10^{-5}$	$8,3823 \cdot 10^{-5}$	$4,62 \cdot 10^{-5}$
20	Лицо без гражданства	0	$7,528 \cdot 10^{-5}$	$2,28 \cdot 10^{-5}$

В качестве оценки для вероятности возникновения пожара по категории виновника целесообразно принять среднее значение эмпирической частоты за период 2010-2018 годов.

Ранг виновника принимает целочисленные значения от 1 до 20. Его можно трактовать как случайную величину. Каждое значение ранга имеет соответствующую вероятность появления. Поэтому рассмотрим случайную величину N принимающую дискретные значения 1, 2, 3, ..., 20.

Вычислим математическое ожидание ранга виновника пожара

$$M[N] = \sum_{i=1}^{20} N_i \cdot p_i = 2,94725 \quad (1)$$

Здесь N_i принимает значения 1, 2, 3, ..., 20, а p_i – соответствующая вероятность появления этого значения.

Далее определим дисперсию

$$D[N] = \sum_{i=1}^{20} (N_i - M[N])^2 \cdot p_i = 7,687409 \quad (2)$$

Среднее квадратическое отклонение равно

$$S = \sqrt{D[N]} = 2,772618 \quad (3)$$

График зависимости вероятности от ранга виновника (задается порядковым номером) походит на гиперболу (Рис. 1).

Возникает вопрос о том, какое из известных распределений может аппроксимировать эмпирическое распределение вероятности возникновения пожара по категории виновника.

Считаем, что значения величины N друг от друга не зависят. Тогда случайная величина N может подчиняться распределению Пуассона [8].

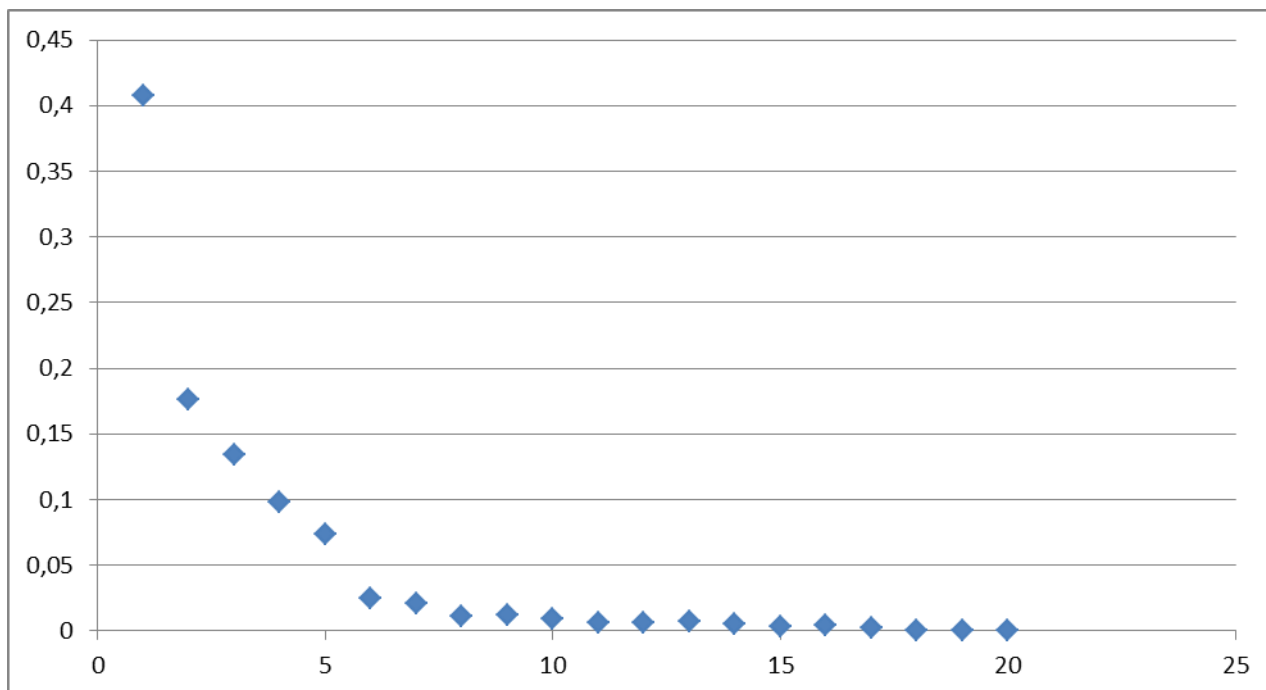


Рис. 1. Зависимость вероятности пожара от ранга виновника

Для распределения Пуассона вероятность, что величина N примет одно из дискретных значений 1, 2, 3, ..., 20 равна

$$P(N = k) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda} \quad (4)$$

Здесь $P(N = k)$ - вероятность, что случайная величина N примет значение k ($k = 0, 1, 2, \dots, 20$), λ - математическое ожидание случайной величины N, $k!$ – факториал числа k, $e = 2,7182$ – основание натурального логарифма.

В качестве значения для λ выбрали математическое ожидание величины N рассчитанное на основе эмпирического распределения ($\lambda = 2,94725$). Среднее значение ошибки составило 0,003099 (Таб. 3), а квадрата ошибки – 0,0038717, P_3 – вероятности эмпирического распределения, P_n – вероятности распределения Пуассона.

Таблица 3. Результат аппроксимации вероятности возникновения пожара распределением Пуассона при $\lambda = 2,94725$

N	Категория виновника	P_3	P_n	ошибка
1	Виновное лицо не усматривается	0,4081	0,1546	0,0643
2	Виновное лицо не установлено	0,1765	0,2279	0,0026
3	Работник рабочих специальностей	0,134	0,2239	0,0081
4	Пенсионер	0,0979	0,165	0,0045
5	Лицо без определенного вида занятий	0,0733	0,0973	0,0006
6	Домохозяйка (домработница)	0,0244	0,0478	0,0006
7	Прочее лицо	0,0203	0,0201	$2 \cdot 10^{-8}$
8	Инвалид	0,011	0,0074	$1 \cdot 10^{-5}$
9	Индивидуальный предприниматель	0,0116	0,0024	$8 \cdot 10^{-5}$
10	Руководитель организации (предприятия)	0,0087	0,0007	$6 \cdot 10^{-5}$
11	Ребенок дошкольного возраста	0,0066	0,0002	$4 \cdot 10^{-5}$
12	Ребенок младшего школьного возраста	0,0057	$5 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$
13	Инженерно-технический работник	0,007	$1 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-5}$

N	Категория виновника	P _э	P _п	ошибка
14	Служащий	0,0055	2*10 ⁻⁶	3*10 ⁻⁵
15	Ребенок среднего и старшего школьного возраста	0,0033	4*10 ⁻⁷	1*10 ⁻⁵
16	Лицо без определенного места жительства	0,004	8*10 ⁻⁸	2*10 ⁻⁵
17	Учащийся высшего и среднего проф. обр. учреждения	0,0018	1*10 ⁻⁸	3*10 ⁻⁶
18	Иностранец	0,0003	2*10 ⁻⁹	7*10 ⁻⁸
19	Лицо, находящееся в местах лишения свободы	5*10 ⁻⁵	4*10 ⁻¹⁰	2*10 ⁻⁹
20	Лицо без гражданства	2*10 ⁻⁵	5*10 ⁻¹¹	5*10 ⁻¹⁰
среднее				0,00262

Однако, распределение Пуассона с математическим ожиданием $\lambda = 2,94725$ (красные точки) заметно отличается от эмпирического графика (Рис. 2).

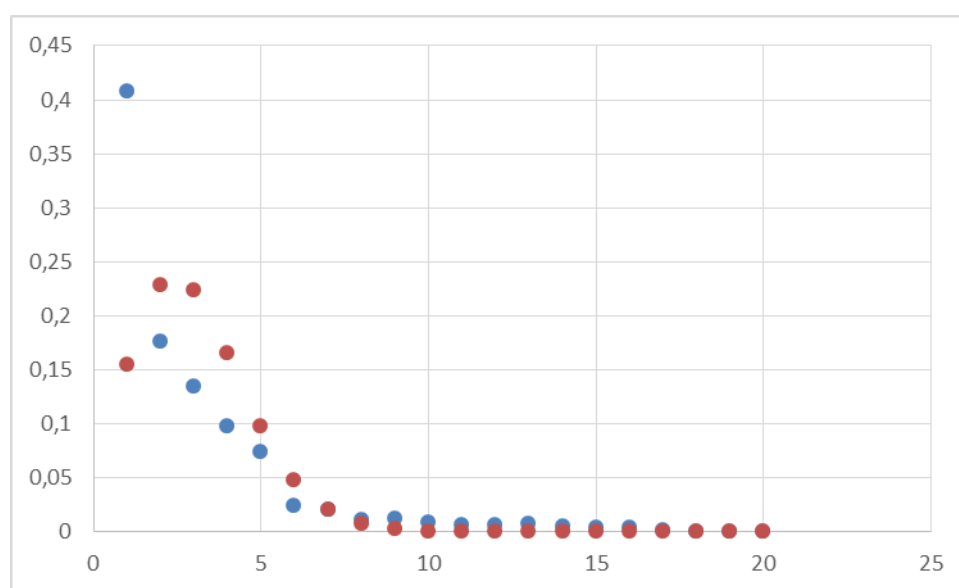


Рис. 2. Эмпирическое распределение и распределение Пуассона

Выдвигаем нулевую гипотезу (H0) о том, что эмпирическое распределение можно отнести к распределению Пуассона. Альтернативная гипотеза (H1) состоит в том, что эмпирическое распределение нельзя отнести к распределению Пуассона.

Для определения справедливости той или иной гипотезы используем критерий согласия Пирсона [9]. Вычислим статистику

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{20} \frac{(P_{ni} - P_{ni})^2}{P_{ni}} = 495,6069 \quad (5)$$

В качестве оцениваемых параметров распределений выбираем математическое ожидание (1) и дисперсию (2). Следовательно, число параметров распределения $l = 2$. Число степеней свободы для статистики χ^2 (5) равно $k = n - l - 1$. В нашем случае $n = 20$. Следовательно, $k = 17$. Задаем уровень значимости $\alpha = 0,05$. Тогда критические значения $\chi^2(\alpha, k) = 27,5871116$. Имеем

$$\chi^2 = 495,6069 > \chi^2(\alpha, k) = 27,5871116 \quad (6)$$

Следовательно, справедлива гипотеза H1. Поэтому с вероятностью 0,95 эмпирическое распределение не совпадает с распределением Пуассона.

Достаточно часто встречается геометрическое распределение [10]. Вероятность, что величина N примет одно из дискретных значений 1, 2, 3, ..., 20 равна

$$P(N = k) = q^k * p \quad (7)$$

При $p = 0,2533$, $q = 1 - p = 0,7467$ распределение (7) имеет математическое ожидание $M[N] = 2,895998$ и дисперсию $D[N] = 8,530361$. Эти значения близки к параметрам эмпирического распределения. Среднее значение ошибки составило $0,01277$ (Таб. 4), а квадрата ошибки – $0,00257$, P_e – вероятности эмпирического распределения, P_r – вероятности геометрического распределения. Сравнение графиков распределений (эмпирического и геометрического) показывает достаточную хорошую аппроксимацию (Рис. 3). Эмпирическому распределению соответствуют синие точки, а геометрическому – красные.

Таблица 4. Результат аппроксимации вероятности возникновения пожара геометрическим распределением

N	Категория виновника	P_e	P_r	e
1	Виновное лицо не усматривается	0,4081	0,1891	0,21896
2	Виновное лицо не установлено	0,1765	0,1412	0,03527
3	Работник рабочих специальностей	0,134	0,1055	0,02854
4	Пенсионер	0,0979	0,0787	0,01919
5	Лицо без определенного вида занятий	0,0733	0,0588	0,01448
6	Домохозяйка (домработница)	0,0244	0,0439	-0,0196
7	Прочее лицо	0,0203	0,0328	-0,0125
8	Инвалид	0,011	0,0245	-0,0135
9	Индивидуальный предприниматель	0,0116	0,0183	-0,0066
10	Руководитель организации (предприятия)	0,0087	0,0136	-0,0049
11	Ребенок дошкольного возраста	0,0066	0,0102	-0,0036
12	Ребенок младшего школьного возраста	0,0057	0,0076	-0,0019
13	Инженерно-технический работник	0,007	0,0057	0,00133
14	Служащий	0,0055	0,0042	0,00126
15	Ребенок среднего и старшего школьного возраста	0,0033	0,0032	0,00016
16	Лицо без определенного места жительства	0,004	0,0024	0,00161
17	Учащийся высшего и среднего проф. обр. учреждения	0,0018	0,0018	$4,3 \cdot 10^{-6}$
18	Иностранец	0,0003	0,0013	-0,0011
19	Лицо, находящееся в местах лишения свободы	$5 \cdot 10^{-5}$	0,001	-0,0009
20	Лицо без гражданства	$2 \cdot 10^{-5}$	0,0007	-0,0007
среднее				0,01277

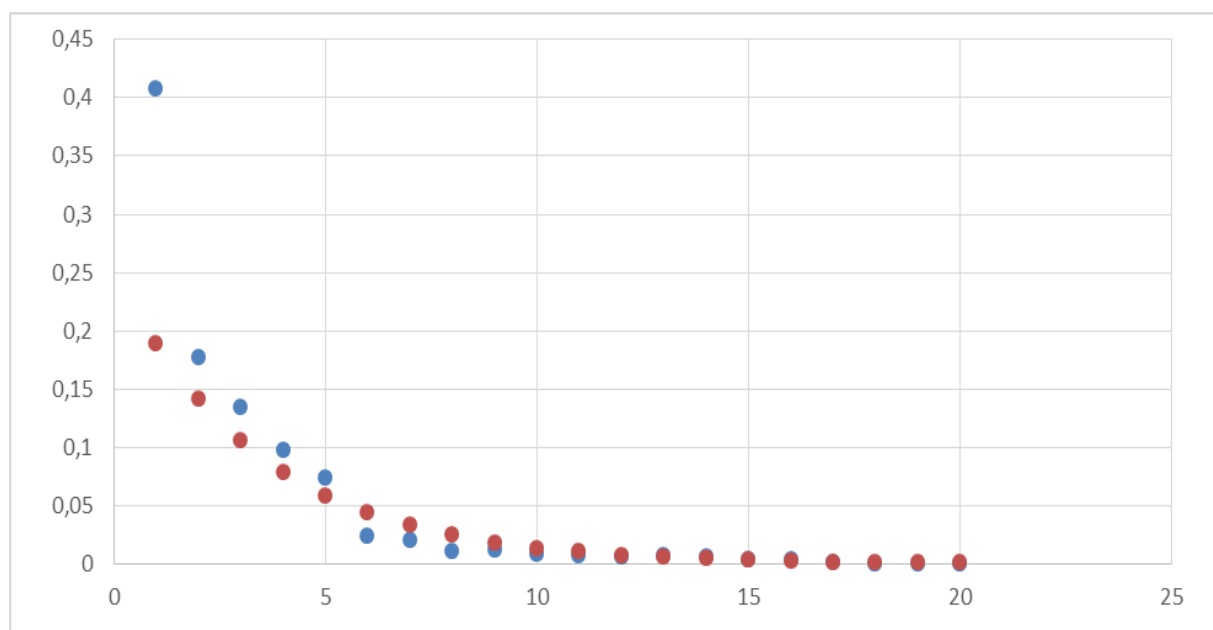


Рис. 3. Эмпирическое распределение и геометрическое распределение

Выдвигаем нулевую гипотезу (H_0) о том, что эмпирическое распределение можно отнести к геометрическому распределению. Альтернативная гипотеза (H_1) состоит в том, что эмпирическое распределение нельзя отнести к геометрическому распределению.

Для определения справедливости той или иной гипотезы используем критерий согласия Пирсона [9]. Вычислим статистику

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{20} \frac{(P_{ni} - P_{ri})^2}{P_{ri}} = 0,30932749 \quad (8)$$

В качестве оцениваемых параметров распределений выбираем математическое ожидание (1) и дисперсию (2). Следовательно, число параметров распределения $l = 2$. Число степеней свободы для статистики χ^2 (8) равно $k = n - l - 1$. В нашем случае $n = 20$. Следовательно, $k = 17$. Задаем уровень значимости $\alpha = 0,05$. Тогда критические значения $\chi^2(\alpha, k) = 27,5871116$. Имеем

$$\chi^2 = 0,30932749 < \chi^2(\alpha, k) = 27,5871116 \quad (9)$$

Следовательно, справедлива гипотеза H_0 . Поэтому с вероятностью 0,95 эмпирическое распределение совпадает с геометрическим распределением.

Выполненное исследование позволит обосновать расчеты при проведении противопожарных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордиенко Д.М., Карпов А.В. и др. Данные о частотах возникновения пожаров и пожароопасных ситуаций в общественных зданиях различного назначения и на производственных объектах // Пожарная безопасность: научно-технический журнал. – 2009, № 2. — с. 42-46.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2013 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. – М.: ВНИИПО, 2014. – 137 с.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. – М.: ВНИИПО, 2015. – 124 с.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А.В. Матюшина. – М.: ВНИИПО, 2016. – 124 с.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2017. – 124 с.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2017 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2018. 125 с.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.
8. Распределение Пуассона. [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Распределение Пуассона](https://ru.wikipedia.org/wiki/Распределение_Пуассона).
9. Критерий согласия Пирсона. [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Критерий согласия Пирсона](https://ru.wikipedia.org/wiki/Критерий_согласия_Пирсона).
10. Геометрическое распределение. [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Геометрическое распределение](https://ru.wikipedia.org/wiki/Геометрическое_распределение).

УДК 614.841.2.001.2

Е. В. Карасев, О. В. Микушкин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УСТАНОВЛЕНИЕ ПРИЧАСТНОСТИ ОДНОФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ К ПРИЧИНЕ ПОЖАРА

На примере конкретного происшествия рассмотрена особенность исследования конденсаторов электроустановок в целях установления причин пожаров

Ключевые слова: пожар, пусковой конденсатор, асинхронный однофазный двигатель

E. V. Karasev, O. V. Mikushkin

ESTABLISHING THE INVOLVEMENT OF A SINGLE-PHASE ASYNCHRONOUS MOTOR IN THE CAUSE OF THE FIRE

On the example of a specific incident, the feature of the study of capacitors of electrical installations in order to establish the causes of fires is considered

Key words: fire, starting capacitor, asynchronous single-phase motor

Практически треть всех пожаров в нашей стране происходит по причине нарушения правил эксплуатации электрического оборудования [6]. Как показало наше исследование, проведенное по определению Ленинского районного суда г. Иваново по делу № 2-1/2020, установление причины пожара напрямую связано с пусковым конденсатором однофазного асинхронного двигателя насосной станции.

В классическом понимании конденсатором является радиоэлектронное устройство, предназначенное для накопления энергии электрического поля, обладающее способностью накапливать в себе электрический заряд (характеризуется емкостью C), с последующей передачей накопленной энергии другим элементам электрической цепи. Конденсатор состоит из проводящих электродов (обкладок), разделенных диэлектриком и предназначен для использования его емкости. Устройства очень часто используют в различных электрических схемах.

Принцип работы конденсатора состоит в следующем. При подключении электродов накопителя к источнику питания на его обкладках начинает накапливаться заряд. Значение напряжения при этом на обкладках очень быстро увеличивается. Как только напряжение на обкладках становится таким же, как у источника питания, накопитель считается заряженным. Если к заряженному конденсатору подключить нагрузку, через нее начинает протекать электрический ток. Заряд, накопленный на обкладках, при этом расходуется – происходит разряд конденсатора.

На сегодняшний день широкое распространение получили однофазные электродвигатели асинхронного типа, обеспечивающие работу стиральных машин, компрессоров, насосов и т.д. Для запуска и работы асинхронных двигателей в однофазной цепи переменного тока используют пусковые конденсаторы. Применяются они в электроприводах малой мощности; при мощностях свыше 1 кВт используется редко вследствие значительной стоимости и размеров конденсаторов.

Наиболее распространенной проблемой конденсаторов является пробой диэлектрика. Практически, пробой - это замыкание внутри конденсатора. Сопротивление резко падает, и, по сути, он превращается в обыкновенный проводник. Причиной такого пробоя, как правило, является резкий перепад напряжения в сети, к которой подключено оборудование. Пробой можно определить и без приборов по внешнему виду конденсатора. К характерным признакам пробоя относятся вздутие корпуса конденсатора, его потемнение и появление черных пятен.

В однофазном асинхронном двигателе насосной станции в статоре имеется две обмотки: рабочая и пусковая. Рабочая обмотка подключена к однофазной сети питания напрямую, а пусковая последовательно с конденсатором.

Конденсатор необходим для создания сдвига фаз между токами рабочей и пусковой обмоток (рис. 1). При подключении однофазного асинхронного электродвигателя круговое магнитное поле наводит в роторе токи. Совокупность силы полей и токов создают вращающий импульс, прикладываемый к ротору, он начинает вращаться.

Самый большой вращающий момент в двигателе возникает тогда, когда сдвиг фаз токов обмоток достигает 90° , а их амплитуды создают круговое вращающееся поле. Соответственно при выходе из строя конденсатора ротор двигателя вращаться не будет, создавая при этом нагрузку на сеть.

По теории М.Т. Мильникова «...в связи с этим возрастает скорость пересечения витков обмотки ротора вращающимся магнитным полем, а, следовательно, увеличивается индуктированная в роторе ЭДС E_{2s} и ток I_{2s} . Так как результирующий магнитный поток Φ_m , создаваемый током статора и ротора, должен оставаться при этом неизменным:

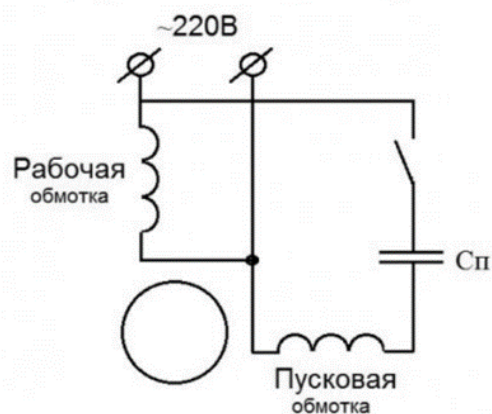


Рис. 1. Схема подключения однофазного асинхронного двигателя с пусковым конденсатором

$$\Phi_M = \Phi_1 + \Phi_2 = \text{const},$$

то возрастание размагничивающего тока ротора I_2 , вызывает, соответственно, увеличение тока, потребляемого двигателем из сети. Таким образом, механическая перегрузка (равно как и неподвижность ротора) двигателя ведет к увеличению тока в обмотке ротора, обмотке статора и питающих двигатель проводах» [4]. Следовательно, увеличение тока в питающих двигатель проводах, приводит, согласно закону Джоуля-Ленца, к их нагреву, вплоть до воспламенения изоляции.

Исследование конденсаторов электроустановок в целях установления причин пожаров проведено по факту пожара, произошедшего 29.12.2018 в частном доме, расположенном по адресу: г. Иваново, ул. Пророкова, д. 64/2.

Согласно «Методологии судебной пожарно-технической экспертизы» [3] причина пожара определяется после того, как установлено место, в котором первоначально возникло горение. При этом учитываются все собранные данные о потенциальных источниках зажигания, которые могли вызвать горение в этом месте, включая характерные для них признаки, в том числе те, которые обнаружены при исследовании места пожара и при исследовании вещественных доказательств.

При определении причины возникновения горения в очаге пожара необходимо установить вид источника зажигания и вид первично загоревшегося материала, а также охарактеризовать условия их взаимодействия. Под источником зажигания понимается горящее или накаленное тело, электрический разряд или искра, обладающие запасом энергии и температурой, достаточной для горения веществ и материалов.

В очаге пожара в доме по адресу: г. Иваново, ул. Пророкова, д. 64/2 были обнаружены фрагменты многопроволочных двухжильных медных проводов, подключенных к однофазной розетке, питающей насосную станцию.

«Из всех видов электропроводок наибольшую пожарную опасность представляют открытые электропроводки, выполненные проводами или кабелями, проложенными непосредственно на поверхности стен, потолков и других строительных элементов зданий и сооружений. В случае загорания таких проводок они способны не только поджечь опорные конструкции, по которым проложены, но и явиться «удобным горючим материалом», по которому огонь будет свободно распространяться» отмечает в своей работе Г.И. Смелков» [5].

На проводах в очаге пожара не обнаружено изоляции, а также признаков или остатков негорючей гофры. Также на осмотренных фрагментах проводов не было следов локальных оплавлений, свидетельствующих о коротком замыкании. Единственным пожароопасным процессом, вызвавшим пожар в данных условиях, могла бы быть токовая перегрузка. Иные аварийные режимы работы электросети (такие как большие переходные сопротивления, перенапряжение) не находят объективного подтверждения.

«Токовая перегрузка возникает при превышении фактического значения мощности или тока электротехнического изделия (устройства) над номинальным значением» [1]. Другими словами, «токовая перегрузка – вид аварийного режима, возникающего вследствие неправильного выбора, включения или повреждения потребителей, в результате чего проходящий в кабельном изделии ток превышает его номинальное (допустимое длительное) значение» [5].

Признаком перегрузки является перегрев проводов, приводящий к тепловому старению изоляции и преждевременному выходу из строя. Пожарная опасность электропроводок при перегрузках зависит от кратности тока перегрузки, способа прокладки, выбора защиты.

Соответственно первым вопросом при отработке версии о токовой перегрузке как причине пожара является установление факта подключения к сети электропотребителя, способного, вследствие своей работы, вызвать протекание в кабельном изделии тока, превышающего его номинальное значение.

Обнаруженные в очаге пожара провода были подключены к однофазной розетке, питающей насосную станцию. Сама станция располагалась на полу в западном углу кухни и была закрыта шкафчиком. Внешний вид розетки представлен на рис. 2. На момент осмотра к розетке ничего подключено не было.

На фото (рис. 2) справа видно, что декоративная пластиковая крышка розетки закопчена и оплавлена. Различимы следы стекания пластмассы вниз. Однако, в центре крышки подобного воздействия тепла пожара не наблюдается. Светлый, не тронутый пламенем участок может образоваться только в одном случае, если в розетку было что-то подключено. Электропотребителем, обнаруженным тут же, явилась насосная станция. Питающий электродвигатель станции соединительный кабель с вилкой находился тут же.

Осмотр вилки показал, что ее штифты не имеют следов закопчения, на примыкающей к розетке части при ее подключении легко читаемы параметры работы вилки, при общем обугливание остальной поверхности (рис. 3).

Следует отметить, что вилка была обнаружена на полу и характер ее обугливания не соответствовал тем поражениям, которые несли на себе половые доски. Пол в этом месте практически не пострадал, на нем находился лишь пожарный мусор (рис. 4).



Рис. 2. Фото розетки, к которой подключалась насосная станция



Рис. 3. Фото вилки соединительного кабеля электродвигателя насосной станции

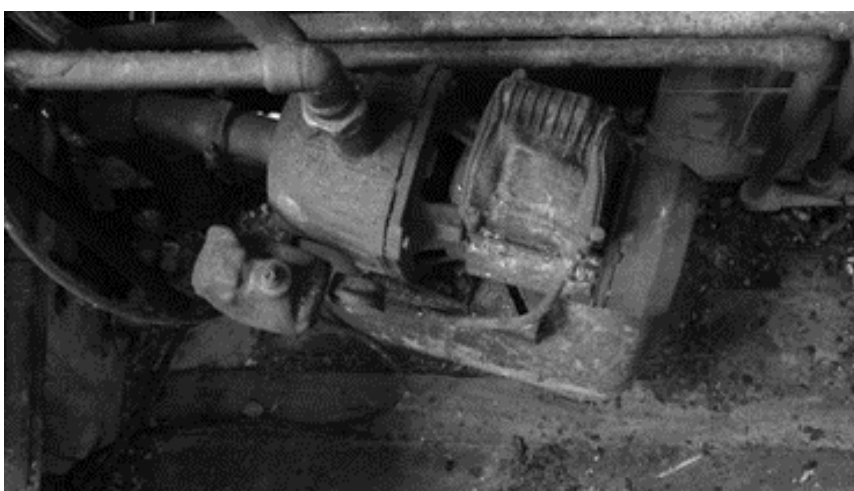


Рис. 4. Фото фрагмента пола рядом с насосной станцией в западном углу кухни

Таким образом, можно констатировать, что на момент возникновения и развития пожара насосная станция была подключена к электрической сети.

Вторым вопросом при отработке версии о токовой перегрузке как причине пожара является установление факта протекания тока перегрузки, вызванного нештатной работой насосной станции.

Нештатная, а значит, аварийная работа станции могла быть вызвана, например, заклиниванием вала насоса, засорением фильтра или выходом из строя пусковой аппаратуры.

При осмотре было установлено, что вал вращается свободно, даже после воздействия на двигатель тепла пожара. Состояние фильтра при осмотре не проверялось, однако, проживающий в квартире № 2 свидетель в своем объяснении прямо указывает на то, что «...с проводкой проблем не было, бархлали только насос на воду, проблемы возникали с тем, что насос работал, но воду не подавал...».

На рис. 3 отображена насосная станция с блоком управления в верхней части. Блок управления имеет следы интенсивного теплового воздействия. Вскрытие крышки блока показало, что ее деформация произошла вследствие действия тепла пожара (рис. 5).



Рис. 5. Фото блока управления электродвигателя насосной станции с открытой крышкой

Внутри следов копоти или горения на элементах блока не обнаружено, за исключением конденсатора. На конденсаторе наблюдается потемнение в месте выхода контактов. Это может быть объяснено непосредственной близостью нагретой от пожара крышкой. Однако, дальнейший осмотр конденсатора RP-2 электродвигателя насосной станции (рис. 6) показал ряд термических повреждений на его боковой поверхности в виде вспучивания корпуса и темного пятна свидетельствующих, как правило, о пробое конденсатора.

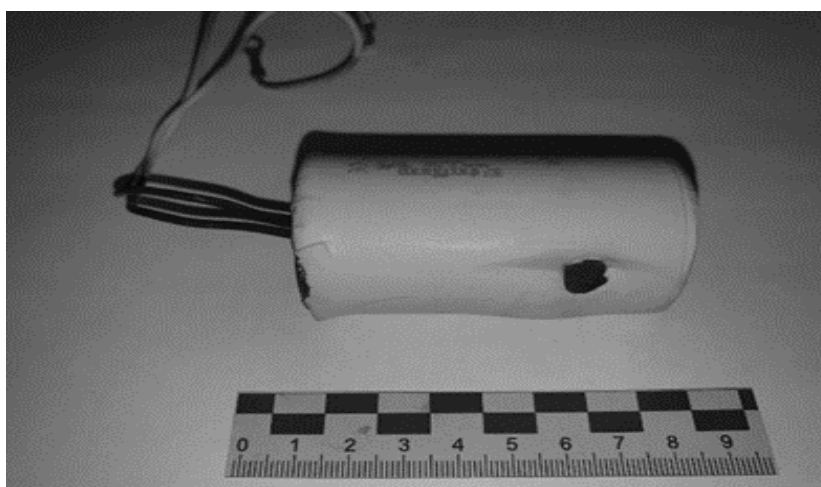


Рис. 6. Фото локальных термических повреждений конденсатора RP-2 электродвигателя насосной станции

Согласно п. 7.1.38 «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ) электрические сети, прокладываемые в перегородках, рассматриваются как «... скрытые электропроводки и их следует выполнять в пустотах перегородок из горючих материалов в металлических трубах, обладающих локализационной способностью, и в закрытых коробах. При этом должна быть обеспечена возможность замены проводов и кабелей» [2].

При осмотре места происшествия как в очаге пожара, так и в других помещениях квартир №1 и №2 металлических труб, обладающих локализационной способностью, равно как и закрытых коробов или их фрагментов для прокладки электропроводки обнаружено не было.

Таким образом, нарушения требований ПУЭ [2], выразившиеся в устройстве электрических сетей в горючей перегородке без металлических труб, обладающих локализационной способностью, без закрытых коробов привело к развитию горения от изоляции проводов на горючие материалы в пустотах стены.

В результате проведенного исследования установлена причина пожара в доме по адресу: г. Иваново, ул. Пророкова, д. 64/2.

Пробой конденсатора с последующей остановкой ротора двигателя спровоцировали токовую перегрузку и аварийный режим работы электросети, вследствие чего воспламенилась изоляция электропровода, проходящего в стене и присоединённого к розетке с подключенной насосной станцией; устройство электрических сетей в горючей перегородке с нарушением ПУЭ привело к развитию горения от изоляции проводов на горючие материалы в пустотах стены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 18311-80 «Изделия электротехнические. Термины и определения основных понятий (с Изменениями № 1, 2)»
2. Правила устройства электроустановок. Раздел 6. Электрическое освещение. Раздел 7. Электрооборудование специальных установок. Главы 7.1, 7.2 (утв. Минтопэнерго России 06.10.1999) (ред. от 20.12.2017)
3. Методология судебной пожарно-технической экспертизы: основные принципы. М.: ФГБУ ВНИИ-ПО, 2013.
4. *Мильников М.Т.* Общая электротехника и пожарная профилактика в электроустановках: Учебник для пожарно-технических училищ. – М.: Стройиздат, 1985
5. *Смелков, Г.И.* Пожарная опасность электропроводок. М.: Кабель-news, 2009 г
6. <https://www.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/1417224>.

УДК 614.84

А. Х. Кармоков, Н. А. Таратанов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ ПО КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ: АНАЛИЗ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

В работе осуществлен анализ деятельности ФГБУ «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательная пожарная лаборатория» по Кабардино-Балкарской Республике», а также сделана попытка расчёта оптимальной численности сотрудников экспертного учреждения методом операционного моделирования.

Ключевые слова: испытательная пожарная лаборатория, экспертиза пожаров, оптимальная численность, трудоёмкость.

А. Н. Karmokov, N. A. Taratanov

ACTIVITIES OF THE FEDERAL STATE BUDGETARY INSTITUTION SEU FPS IPL IN THE KABARDINO-BALKAR REPUBLIC: ANALYSIS AND IMPROVEMENT

The paper analyzes the activities of the Federal state budgetary institution "Forensic expert institution of the Federal fire service "Testing fire laboratory" in the Kabardino-Balkar Republic", and also attempts to calculate the optimal number of employees of the expert institution using operational modeling.

Keywords: fire testing laboratory, fire examination, optimal number, labor intensity.

**ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ**

В настоящее время не существует методик оценки сложности экспертных исследований по делам о пожарах и нарушениях требований пожарной безопасности. Такое положение вызывает трудности при определении сроков экспертизы, установлении оптимального разделения труда в подразделении, а также дифференциации стоимости судебно-экспертных исследований в зависимости от сложности выполняемых работ и квалификации исполнителей. На сегодняшний день структура и штатное расписание ИПЛ утверждается в порядке, определённом МЧС России, и не обоснована аналитическими расчётами. Такое положение зачастую приводит к дефициту времени на выполнение экспертных обязанностей, что в условиях постоянного увеличения объёмов и сложности профессионально значимой (нормативной) информации становится причиной снижения эффективности работы экспертов и их ошибок в квалификации происшествия [1]. Для определения сложности судебных экспертиз в системе Министерства юстиции Российской Федерации действует приказ от 22.06.2006 №241 [2], в соответствии с которым при определении сложности судебной экспертизы рекомендуется учитывать приведенные признаки сложности. При этом сложность экспертизы определяется по сумме признаков. Данную методику невозможно применить для пожарно-технической экспертизы, поскольку при расчете не принимается внимание удельный вес каждого признака сложности, а также невозможно учесть существенные особенности присущие пожарно-технической экспертизе (например, необходимость компьютерного моделирования или инструментальных методик).

От того насколько грамотно организована деятельность судебно-экспертного учреждения МЧС России во многом зависит разрешение уголовного, административного или гражданского (арбитражного) дела, именно этим и обусловлена актуальность выбранной темы.

Во главе учреждения находится начальник ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ. Ему непосредственно подчиняются: начальник сектора судебных экспертиз, начальник сектора исследовательских работ, главный бухгалтер, начальник канцелярии, группа водителей. В подчинении начальника сектора судебных экспертиз находятся старший эксперт и эксперт. Начальнику сектора исследовательских работ подчиняются старший инженер и инженер.

СЭУ ФПС ИПЛ является пожарно-техническим учреждением Государственной противопожарной службы, осуществляющим деятельность по организации и производству судебных экспертиз, исследований, профессиональной подготовке и специализации экспертов, а также научно-техническую деятельность, направленную на получение и применение новых знаний необходимых для достижения поставленных целей.

Приоритетным направлением в деятельности СЭУ ФПС ИПЛ является осуществление экспертных исследований по делам о пожарах и нарушениях требований пожарной безопасности.

СЭУ ФПС ИПЛ на основе заданий МЧС России осуществляет следующие основные виды деятельности (функции):

- экспертные исследования по делам о пожарах и нарушениях требований пожарной безопасности;
- проведение испытаний веществ и материалов, изделий, оборудования и конструкций на пожарную безопасность;
- проведение научных исследований в области пожарной безопасности.

СЭУ ФПС ИПЛ на возмездной основе следующие виды приносящей доход деятельности:

- проведение консультирования в области пожарной безопасности;
- определение соответствия продукции (услуг) установленным требованиям пожарной безопасности;
- определение показателей пожаровзрывоопасности веществ, материалов, изделий, оборудования и конструкций.

Краткий анализ служебной деятельности сотрудников СЭУ ФПС ИПЛ по Кабардино-Балкарской Республике представлен в таблице.

Таблица. В соответствии с Государственным заданием на оказание услуг на 2018-2019

№ п/п	Вид деятельности	Количество, ед	
		2018 год	2019 год
1.	Проведение экспертиз	152	158
2.	Выезды на пожары	195	195
3.	Производство технических заключений, заключений специалиста	174	178
4.	Поведение испытаний веществ и материалов, изделий, оборудования и конструкций на пожарную безопасность	261	286

Хотелось бы отметить, что за период с 2018 по 2019 год количество исследований вещественных объектов, производства экспертиз и технических заключений выросло, количество выездов на пожары заметно не изменилось.

Перед началом определения оптимальной численности сотрудников СЭУ ФПС ИПЛ по Кабардино-Балкарской Республике были разработаны критерии оценки и осуществлен опрос по затрате времени на проведение экспертиз согласно госзаданию.

Количество персонала, непосредственно участвующего в проведении экспертных исследований по делам о пожарах - 5 чел. со стажем работы от 2 до 20 лет. Радиус выезда подразделения - около 140 км. В учреждении принято дежурство персонала для выезда на места пожаров на дому (в нерабочее время).

По произведенным расчетам [3] оптимальная численность сотрудников СЭУ ФПС ИПЛ по Кабардино-Балкарской Республике, занимающихся экспертными исследованиями по делам о пожарах и нарушениях требований пожарной безопасности:

- Теоретически необходимое количество сотрудников для выполнения Государственного задания с 2018 по 2019 год составляет примерно 10 человек

$$N = \frac{11241,43}{(1730 \cdot 0,875 \cdot 0,899 \cdot 0,995 \cdot 0,873)} = 9,5 \approx 10 \text{ чел.}$$

- для выполнения договорных работ составит примерно еще 2 человека

Проведенным исследованием установлено, что имеющееся количество пять штатных работников считается не достаточным, а оптимальным количеством сотрудников будет от 9 до 10 человек.

Подводя итоги работы, хотелось бы отметить [4], что разработка методического подхода для определения сложности экспертных исследований позволят оптимизировать деятельность сотрудников ИПЛ, снизив время трудозатрат, тем самым повысить количественный и качественный уровень выполняемых работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Козлачков В.И.* Техническое регулирование в области пожарной безопасности. М.: Академия ГПС МЧС России, 2011. 155 с.
2. Приказ Минюста РФ от 22 июня 2006 г. № 241 «Об утверждении норм затрат времени на производство экспертиз для определения норм экспертной нагрузки государственных судебных экспертов государственных судебно-экспертных учреждений министерства юстиции российской федерации и методических рекомендаций по их применению».
3. *Плешаков В.В., Лобаев И.А., Волошенко А.А., Данилов А.М.* О расчёте оптимальной численности сотрудников испытательных пожарных лабораторий служебно-экспертных учреждений. Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». Выпуск № 6 (52), 2013 г. <http://academygps.ucoz.ru/ttb/2013-6/2013-6.html>.
4. *Таратанов Н. А., Карасев Е. В., Локтионов В. В., Бирюкова И. А.* Оценка эффективности деятельности судебно-экспертного учреждения. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России «Современные пожаробезопасные материалы и технологии», Иваново, 11 декабря 2019г. –Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. с.695-698.

УДК 662.612.2

А. К. Кокурин, Т. А. Мочалова, О. Е. Сторонкина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

«РЕГУЛЯТОРНАЯ ГИЛЬОТИНА»: НОВАЦИИ В ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ

В данной статье рассматривается проблема совершенствования нормативного правового регулирования в сфере государственного надзора/контроля.

Ключевые слова: государственный пожарный надзор, эффективность контрольно-надзорной деятельности, инвентаризация нормативно-правовых актов, профилактические мероприятия

A. K. Kokurin, T. A. Mochalova, O. E. Storonkina

«REGULATORY GUILLOTINE»: INNOVATIONS IN THE LEGISLATION

This article discusses the problem of improving regulatory legal regulation in the field of state supervision / control.

Key words: state fire supervision, the effectiveness of control and supervision activities, inventory of regulatory legal acts, preventive measures

Эффективная профессиональная деятельность инспектора федерального государственного пожарного надзора (далее – ФГПН) МЧС России, без сомнения, целиком зависит от огромного массива необходимой в повседневной работе нормативно-технической документации. Однако, сложность заключается не столько в этом, а в том, что параллельно сосуществуют нормативно-правовые акты и нормативные документы, как принятые ещё в эпоху строительства «светлого социалистического будущего», так и принятые относительно недавно, причем и те и другие или полностью, или частично уже не соответствуют современным требованиям, которые являются обязательными для соблюдения со стороны бизнес-сообщества.

Именно поэтому ключевым направлением обновления нормативно-технической базы стала реализация до 2021 года так называемого механизма «регуляторной гильотины».

Данный термин условно обозначает «инвентаризацию» всех действующих и обязательных для предпринимателей требований с целью понять – соответствуют они современным реалиям или нет. В случае несоответствия все неактуальные нормативные акты в сфере надзора/контроля планируется отменить; благодаря этому в перспективе будет построена новая и эффективная система государственного надзора/контроля.

29 мая 2019 года Правительством РФ утверждён «План мероприятий («Дорожная карта») по реализации механизма «регуляторной гильотины»» (№ 4714п-ПЗ6). Суть данного документа заключается в следующем: подготовка новой структуры нормативного регулирования для каждой сферы общественных отношений (вида надзора/контроля), а также ряда нормативно-правовых актов, регламентирующих контрольно-надзорные органы и унифицирующие систему обязательных требований.

Задача «гильотины» – создать в сферах регулирования новую систему понятных, чётких и непротиворечивых требований к хозяйствующим субъектам, снять избыточную административную нагрузку на субъекты предпринимательской деятельности, снизить риски причинения вреда (ущерба) охраняемым ценностям.

Для достижения поставленных целей работа параллельно ведётся в двух направлениях:

- 1) создание системы обязательных требований в соответствии с риск-ориентированным подходом;
- 2) унификация правил и процедур организации контрольно-надзорной деятельности.

При этом стоит отметить принципиально новый подход, суть которого в смене взгляда на так называемый «объект применения». То есть предлагается уйти от традиционной формы, когда каждый вид надзора/контроля опирался на свои «собственные» нормативные документы и требования, которые, к тому же, зачастую, были неизвестны тому, кого проверяли. Новая тенденция в том, что все требования, с которыми проверяемому предстоит столкнуться, становятся «прозрачными»; к тому же он должен понимать, какие из них носят обязательный характер, а какие – рекомендательный.

Так, для проведения этой работы в МЧС России создана специальная рабочая группа по совершенствованию нормативного правового регулирования с обязательным участием экспертного и научного сообществ. Первые результаты не заставили себя ждать. Постановлением Правительства РФ от 13.01.2020 № 7 «О признании утратившими силу некоторых актов РСФСР и Российской Федерации и их отдельных положений» [1] с 1 февраля 2020 года отменено 1259 устаревших нормативных правовых актов; Постановлением Правительства

РФ от 03.02.2020 № 80 «О признании не действующими на территории Российской Федерации актов СССР и их отдельных положений» признан утратившим силу ещё 3621 нормативный документ.

В целях реализации реформы Подкомиссией по совершенствованию контрольных (надзорных) и разрешительных функций федеральных органов исполнительной власти утверждены составы 41 рабочей группы по реализации механизма «гильотины».

Деятельность рабочих групп направлена на участие в формировании новых структур регулирования, подготовке проектов нормативных правовых актов, содержащих обязательные требования, а также других документов в соответствующих сферах общественных отношений. Кроме того, в рамках исполнения п. 2 «Дорожной карты» Минэкономразвития является ответственным за разработку Федерального закона «Об обязательных требованиях в Российской Федерации» [2], который призван определить понятие «обязательное требование», регламентировать процесс разработки и принятия таких требований, установить цели и основные принципы их закрепления в законодательстве, обеспечить закрепление на законодательном уровне механизма отмены с 1 января 2021 г. ранее действовавших обязательных требований.

В рамках реализации «Дорожной карты» также разработан и принят еще один Федеральный закон – «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» [3], которым:

«- определяются процессуальные основы осуществления государственного и муниципального контроля;

- основной акцент делается на профилактических мероприятиях;
- предусматривается новая модель управления рисками;
- дополняется перечень контрольно-надзорных мероприятий;
- предусмотрена цифровизация контроля.

Закон продолжает государственную политику по закреплению приоритета профилактических мероприятий по отношению к контрольно-надзорным (ч. 1 ст. 8). Предусмотрены, в частности, следующие профилактические мероприятия:

1. меры стимулирования добросовестности (ст. 48);
2. самообследование (ст. 51);
3. профилактический визит (ст. 52).

Интересно также и то, что предусмотрена независимая оценка соблюдения контролируемыми лицами обязательных требований специальными аккредитованными организациями (ст. 54). При соблюдении обязательных требований выдаётся соответствующее заключение, что позволит исключить на время его действия все плановые контрольно-надзорные мероприятия.

Уменьшение количества проверок предполагают снизить не только за счёт приоритета профилактики нарушений, но и благодаря введению более мягких (по сравнению с проверками) контрольно-надзорных мероприятий, например:

- мониторинговая закупка (ст. 68);
- выборочный контроль (ст. 69);
- инспекционный визит (ст. 70);
- выездное обследование (ст. 75).

Стоит отметить и новшество, которое основано на опыте проведения проверок в период пандемии коронавирусной инфекции COVID-19, вызванной коронавирусом SARS-CoV-2. Речь идёт о возможности проводить инспекционный визит и выездную проверку дистанционно, в том числе посредством аудио- или видеосвязи (ч. 5 ст. 56).

Также новшеством стало сокращение сроков проведения проверок: общий срок проведения документальной и выездной проверок не будет превышать 10 рабочих дней (ч. 7 ст. 72 и ч. 7 ст. 73) (в настоящее время - 20 рабочих дней).

Таким образом, поэтапная реализация механизма «регуляторной гильотины» в идеале должна не только повысить эффективность контрольно-надзорной деятельности за счёт обновления нормативно-технической базы, но и способствовать совершенствованию «диалога» двух сторон: субъектов предпринимательской деятельности и надзорных органов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 13.01.2020 № 7 «О признании утратившими силу некоторых актов РСФСР и Российской Федерации и их отдельных положений».
 2. Федеральный закон от 31.07.2020 № 247-ФЗ «Об обязательных требованиях в Российской Федерации».
 3. Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации».
- УДК 614.84

Ж. В. Курчаев, Н. А. Таратанов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УСТАНОВЛЕНИЕ ОЧАГА ПОЖАРА НА АВТОМОБИЛЕ ЛАДА 211440

В данной статье рассмотрена возможность использования программы Surfer при установлении очага пожара на автотранспорте, на примере пожара в автомобиле ВАЗ.

Ключевые слова: автотранспорт, пожарно-техническая экспертиза, пожар.

J. V. Kurchev, N. A. Taratanov

DETERMINATION OF THE FIRE SOURCE ON THE LADA 211440 CAR

This article discusses the possibility of using the Surfer program when establishing a fire source on a motor vehicle, using the example of a fire in a VAZ car.

Key words: motor transport, fire-technical expertise, fire-fighting.

Пожары в автотранспортных средствах по своему количеству занимают второе место после пожаров в жилом секторе. У большинства людей складывается убеждение, что пожар автомобиля – явление исключительное, стихийное, которое возникает само по себе. Но это мнение остается до той поры, пока конкретный человек не станет участником этого события. Только тогда в полной мере осознается необходимость установления причины пожара. И это не только и не столько с точки зрения профилактики, сколько для того, чтобы решить вопросы, связанные с выплатой страхового возмещения и установлением виновной стороны.

Целью ВКР явилось рассмотрение возможности применения программы SURFER для установления очага пожара на автотранспорте.

От того насколько грамотно эксперт судебно-экспертного учреждения МЧС России установит место первоначального возникновения горения во многом зависит установление технической причины возникновения пожара и как следствие разрешение уголовного, административного или гражданского (арбитражного) дела, именно этим и обусловлена актуальность выбранной темы.

Как следует из статистических данных о деятельности СЭУ основными методиками, которые используются для исследования неорганических материалов, являются:

- методика исследования холоднодеформированных стальных изделий магнитным методом;
- методика исследования стальных изделий вихретоковым методом;
- выявление зон термических повреждений электропроводников с помощью тестера отжига проводов (ТОП);
- методика исследования бетонных и железобетонных конструкций ультразвуковым методом;
- выявление в зоне термических повреждений теплоемких конструкций путем исследования остаточных температурных зон (тепловизионный метод).

На другие полевые методы (например, электрорезистивное исследование отложений копоти на неорганических материалах не металлической природы) приходится не более 3 % от общего количества проведенных исследований неорганических материалов, металлов и сплавов

Практика применения полевых приборов показала, что наиболее эффективно в процессе исследования пожаров специалистами и экспертами СЭУ ФПС ИПЛ по г.Иваново, используются в основном прибор «КИМ-2М» коэрцитиметр импульсный микропроцессорный относящийся к инструментальным полевым методам. Измеряемым параметром при работе по данному методу является величина тока размагничивания I_p (mA).

Для того чтобы провести исследование образцов необходимо провести предварительную подготовку их поверхностей к измерению. Для этого нужно удалить с поверхности металла остатки краски, ржавчины, окарины и т.д. Обычно это происходит вручную с использованием механических инструментов, что существенно увеличивает трудоемкость применяемого метода.

Разберем порядок построения карт распределения температур на примере пожара автомобиля ВАЗ 21140.

Краткие обстоятельства дела

Вечером 21.05.2019 года владелец автомобиля со своим товарищем на автомобиле Лада 211440, поехали к многоквартирному дому, где проживал владелец автотранспортного средства. Оставив свой автомобиль в 5 метрах от своего дома на твердой асфальтированной площадке и поставив сигнализацию на охрану, они поднялись в квартиру, из окна квартиры машину видно не было. Спустя двадцать минут они услышали звук срабатывавшей сигнализации и сразу пошли к машине, по пути к машине сигнализация работать перестала. В результате пожара указанный автомобиль полностью уничтожен огнем (рис. 1).

Из представленных фотоснимков не ясно, где же располагался очаг пожара. Поэтому в целях установления очага пожара была осуществлена разметка точек и осуществлен замер коэрцитивной силы в более чем со 120 точек.

Хотелось бы отметить, что дознавателям необходимо осуществлять качественную фотосъемку каждого элемента кузова автомобиля для дальнейшей ее развертки. Развертка кузовных деталей производится в программе PhotoShop с последующим наложением на координатную сетку. Причем координатная сетка была отдельно подготовлена в программе Microsoft Visio. Развертка кузовных деталей в координатной сетке производится для того, чтобы каждой точке измерений задать свои координаты.

Затем полученные результаты исследований заносили в программу Surfer, с последующим наложением развертки с разрешением GIF на распределение температур (рис. 2).

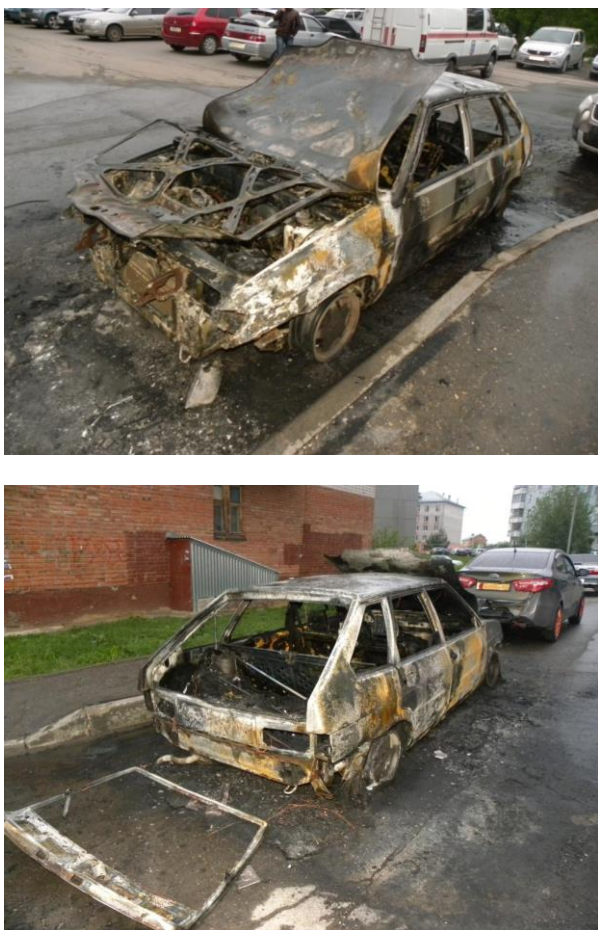


Рис. 1. Вид автомобиля после пожара спереди и сзади

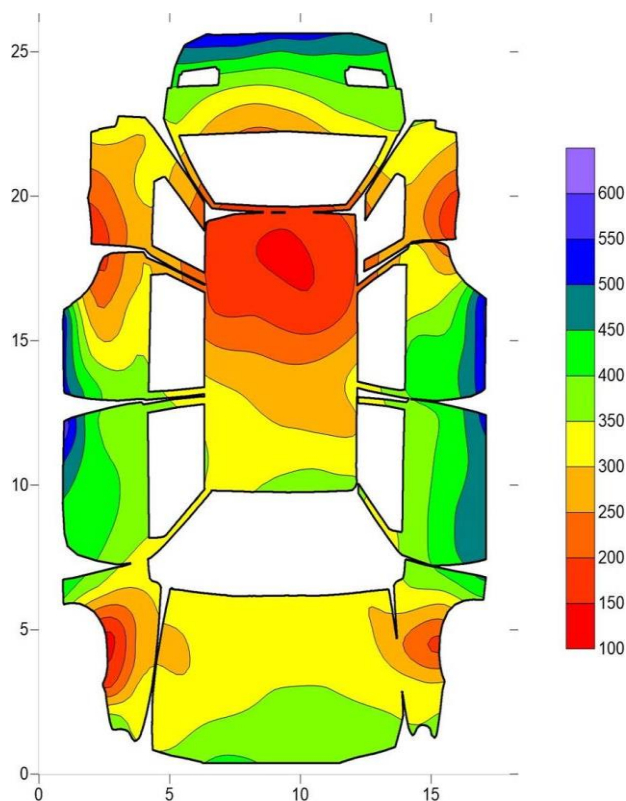


Рис. 2. Распределение значения коэрцитивной силы, А/м

Из полученных результатов следует, что наименьшее значение коэрцитивной силы и как следствие в этом месте была наибольшая температура находится в районе заднего ряда пассажирских сидений салона автомобиля.

В качестве возможных причин возникновения пожара на объектах данного типа рассматриваются:

1) самовозгорание веществ и материалов; (невозможно по причине того, что авто стояло на ровной грунтовой площадке и попадание сухой травы на разогретые части авто или самовозгорание отделочных материалов салона просто невозможно)

2) воспламенение эксплуатационных (штатных) материалов при попадании их на нагретые поверхности узлов и агрегатов автомобиля; (так как авто находилось без движения и с выключенным двигателем данная причина исключается)

3) возгорание сгораемых материалов от термического воздействия тлеющего табачного изделия; (за 20 минутное отсутствие владельца автомобиля – это невозможно)

4) воспламенение сгораемых материалов от тепловых процессов, сопровождающих аварийные явления в электрическом оборудовании объекта; (в районе очага пожара отсутствуют электрические узлы или проводка)

5) воспламенение сгораемых материалов от посторонних (не обусловленных нормальным функционированием объекта) источников открытого огня или по-простому поджег. (из проведенных исследований данная версия наиболее вероятна)

В ходе выполнения работы углубленно изучена методология установления причины пожара автомобиля с построения карт распределения температур в программе SURFER и проведено техническое исследование обстоятельств пожара в автомобиле.

Непосредственной причиной возгорания автомобиля Лада 211440 является воспламенение сгораемых материалов от постороннего источника открытого огня, которым может выступать пламя спички, зажигалки, факела.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зернов С.И.* Задачи пожарно-технической экспертизы методы их решения: учеб. пособие. М.: ЭКЦ МВД РФ, 2001. 200 с
2. *Дознание и экспертиза пожаров.* Справочное пособие. ИПЛ УПО УВД Волгоградского облисполкома, 1986.

УДК 614.849

А. А. Лазарев^{1,2}, В. Ю. Емелин²

¹Главное управление МЧС России по Ивановской области

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБ ОСНОВНЫХ ПОДХОДАХ К ОБОСНОВАНИЮ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ В СУДЕ

Описаны основные подходы к доказыванию пожарной опасности торговых центров в суде с учетом судебной практики и тактики поведения защитников. Обозначены проблемы неверной интерпретации требований пожарной безопасности, подходов к осуществлению измерений и определению действия документов во времени. Даны рекомендации по выходу из проблемных ситуаций.

Ключевые слова: пожарная опасность, торговый центр, проведение мероприятий по надзору (контролю), обязательные требования пожарной безопасности, нарушения обязательных требований пожарной безопасности, расчет пожарного риска.

A. A. Lazarev, V. Yu. Emelin

ON THE MAIN APPROACHES TO JUSTIFYING THE FIRE HAZARD OF SHOPPING CENTERS IN COURT

The main approaches to proving the fire hazard of shopping centers in court are described, taking into account judicial practice and tactics of behavior of defenders. The problems of misinterpretation of fire safety requirements, approaches to measuring and determining the validity of documents over time are identified. Recommendations for getting out of problematic situations are given.

Key words: fire hazard, shopping center, carrying out measures for supervision (control), mandatory fire safety requirements, violation of mandatory fire safety requirements, calculation of fire risk.

Вопросы пожарной безопасности торговых центров (далее - ТЦ) неоднократно рассматривались исследователями с различных сторон [1-9]. Вместе с тем практически отсутствуют описания подходов к доказыванию пожарной опасности ТЦ в суде. С учетом судебной практики и тактики защитников можно выделить 3 основных подхода к обоснованию пожарной опасности ТЦ в суде:

1. Интерпретационный.
2. Поверочно-измерительный.
3. Историко-ретроспективный.

В первом случае представитель ТЦ или защитник в силу своего правосознания или умышленно может неверно истолковывать требования нормативных правовых актов. Так, например, при проведении прокурорской проверки ТЦ, для которого было разработано положительное заключение о независимой оценке пожарного риска, сотрудником государственного пожарного надзора (далее – ГПН) было подготовлено мотивированное решение о непринятии соответствующих расчетов. Усомнившись в правильности этих действий и подкрепляя свои возражения ссылками на отсутствие описания этой процедуры конкретно для прокурорских проверок в административном регламенте [10], представитель ТЦ в суде настаивал на нарушении процедуры проведения внеплановой проверки. Этот аргумент был решительно судом отвергнут, так как внеплановая проверка сотрудниками ГПН не проводилась, а проводилась прокурорская проверка. Следовательно, сотрудник ГПН должен быть внимательным на суде и готовым к разоблачению подмены понятий или необоснованной конъюнктурной модификации требований норм.

Другим примером реализации интерпретационного подхода может служить использование псевдологических аргументов. Например, в одном судебном процессе представитель ТЦ настаивал, что в отдельно взятом складском помещении, в помещении без определенного функционального назначения, а также помещении площадью 1,2 м² эвакуационные пути и выходы не требуются. Судом данные доводы признаны несостоятельными, так как в любом помещении, где есть опасность воздействия опасных факторов пожара на людей, необходимо наличие эвакуационных выходов. Это обусловлено также и тем, что законодательством не предусмотрена классификация помещений касаясь необходимости оборудования выходов из них, а нарушения, связанные с их отсутствием, напрямую влияют на безопасность людей в случае возникновения пожара. Аргумент об изложении основных требований к параметрам маршей и площадок в ГОСТ 9818-2015 [11] судом также не был принят, так как при сравнении с ним СНиП 21-01-97* [12] и СП 1.131130.2009 [13] содержат специальные требования в области пожарной безопасности.

Следующим доводом интерпретационного характера можно назвать отнесение к вине организации-проектировщика несоответствие разработанному проекту системы оповещения людей о пожаре, а также отсутствие необходимости разработки декларации пожарной безопасности собственником помещений в ТЦ. В судебном заседании представитель ТЦ не представил доказательства невозможности соблюдения юридическим лицом, равно как и не были представлены доказательства технической невозможности выполнения указанных обязанностей, возложенных на собственника законом [14], в том числе согласования указанных вопросов с другими субъектами хозяйственной деятельности, осуществляемой в пределах здания ТЦ. Довод о том, что декларация пожарной безопасности составляется в отношении здания в целом, не освобождает юридическое лицо-собственника объекта защиты от выполнения указанных требований либо принятия должного в этом вопросе участия, поскольку невыполнение этих требований пожарной безопасности может повлечь угрозу жизни и здоровью людей.

Поверочно-измерительный подход заключается в подвергании сомнению наличия соответствующей поверки у контрольно-измерительных приборов, правильности выбора точки отсчета при измерении и нормативных значений геометрических размеров и иных показателей. В качестве дополнительного доказательства по делу может быть произведен допрос должностных лиц ГПН, осуществлявших измерение с предоставлением измерительных приборов и документации к ним.

Историко-ретроспективный подход базируется на действии нормативных правовых актов и нормативных документов во времени. Наличие аргументов в пользу применения той или иной нормы может серьезным образом повлиять на состав административного правонарушения, в частности на объект. Часть 4 статьи 4 закона [14] и пункт 1.7 норм [12] позволяют определить какие требования применять (более высокие или нет) в зависимости от изменений, произошедших на объекте защиты.

Все эти три подхода могут быть применены как в отдельности, так и одновременно, а также в сочетании с постановкой процессуальных вопросов производства по административным делам. Бремя доказывания своей правоты лежит на сотруднике ГПН, а любое неустранимое сомнение будет истолковано судом не в его пользу. Следовательно, правоприменительная практика, являясь сложным процессом, требует обеспечения разноплановых подходов к обоснованию пожарной опасности ТЦ в суде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Присадков В.И.* [и др.] Инженерный метод выбора рационального варианта противопожарной защиты объектов с экономической ответственностью. Пожаровзрывобезопасность. 2016. № 8. С. 49-57.
2. *Федоринов А.В.* Исследование и обоснование выбора противопожарной защиты общественных зданий с большими внутренними объемами: атриумам: дис. ... канд. техн. наук. М., 2002. 123 с.
3. *Hansenand G. O., Morgan H. P.* Design approaches for smoke control in atrium buildings. Building research establishraten report.CI/sfb 981 (1<23) 1994.
4. *Мироненко Р.В.* Ограничение распространения пожара через многосветные помещения по зданиям торгово-развлекательных центров: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2017. 24 с.
5. *Варнаков Д.В., Кузьминов А.В., Калинин В.Ю.* Особенности обеспечения пожарной безопасности в торговых центрах. Modern Science. 2020. № 3-2. С. 212-215.
6. *Коржевский И.В., Мельников С.М.* Оценка уровня пожарной безопасности в торговых центрах. E-Scio. 2020. № 6 (45). С. 193-199.
7. *Дроздова Т.И.* Экспертная оценка противопожарной защиты в здании торгового назначения города Иркутска. XXI век. Техносферная безопасность. -2018. -Т. 3. -№ 3 (11). -С. 82-92
8. *Кондрина Д.Е.* Пожарная безопасность при строительстве торгово-развлекательных и торговых центров. Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: материалы IV международной научно-практической конференции. - 2018. - С. 368-371
9. *Клушин А.Н., Лазарев А.А.* О совершенствовании технического регулирования при разработке правил пожарной безопасности для торгово-развлекательного центра. В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России. 2019. С. 628-631.
10. Приказ МЧС России от 30 ноября 2016 г. N 644 «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»
11. ГОСТ 9818-2015 Марши и площадки лестниц железобетонные. Общие технические условия
12. СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений».
13. Свод правил СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»
- 14.Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

УДК 614.841+004.652.4

С. С. Лапшин

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ОПИСАНИЙ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ПОЖАРА, СОЗДАННЫХ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Рассмотрена структура базы данных описаний компьютерных моделей пожара, созданных при производстве пожарно-технической экспертизы. Представлена концептуальная схема разработанной базы данных и ее подробное описание. Разработанная реляционная база данных позволяет экспертам упорядоченно хранить описания компьютерных моделей пожара, получать к ним доступ.

Ключевые слова: компьютерная модель пожара, пожарно-техническая экспертиза, база данных.

S. S. Lapshin

DEVELOPMENT OF THE DATABASE OF DESCRIPTIONS OF COMPUTER FIRE MODELS CREATED DURING A PRODUCTION OF FIRE-TECHNICAL EXPERTISE

The structure of the database of descriptions of computer models of fire, created during the production of fire-technical expertise, is considered. The conceptual diagram of the developed database and its detailed description are

presented. The developed relational database allows experts to orderly store descriptions of computer models of a fire and get access to them.

Keywords: computer model of fire, fire-technical expertise, database.

В настоящее время компьютерные и математические модели пожара все чаще применяются при проведении пожарно-технических экспертиз. Работа эксперта с программной реализацией конкретной математической модели пожара сопряжена с анализом большого количества параметров и условий ее применения. В том числе при описании свойств горючих материалов и моделировании их поведения при пожаре. Вследствие этого существует вероятность неоптимального, необоснованного и даже неправильного выбора математической модели пожара экспертом, а также ошибочной трактовки результатов компьютерного моделирования пожара. Для поддержки деятельности эксперта при реконструкции пожара с помощью математического моделирования разработана база данных описаний компьютерных моделей пожара, созданных при подготовке заключений о пожарно-технической экспертизе (авторский коллектив: Лапшин С.С., Таратанов Н.А., Карасев Е.В., Гессе Ж.Ф., Митрофанов А.С., Красильникова А.В.). Работа проведена в рамках выполнения НИР «Разработка базы данных описаний компьютерных моделей пожара, созданных при производстве пожарно-технической экспертизы» на кафедре государственного надзора и экспертизы пожаров (в составе УНК «Государственный надзор») ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

При разработке базы данных оптимальным является двухстороннее проектирование: нисходящее (анализ) и восходящее (синтез) [1]. Целью разработки базы данных являлось отображение выбранной для автоматизации предметной области. Предметной областью в данном случае является компьютерное моделирование пожара. Концептуальная модель базы данных включает в себя: 1) описание информационных объектов или понятий предметной области и связей между ними, 2) описание ограничений целостности (требований к допустимым значениям данных и связям между ними). К задачам разработанной базы данных относятся:

1. хранение информации о компьютерной модели пожара;
2. возможность получения данных при работе с базой данных;
3. сокращение избыточности данных при хранении информации о компьютерной модели пожара;
4. систематизация информации о компьютерных моделях пожара.

В главной таблице базы данных main учитывается следующая информация:

1. дата экспертного заключения;
2. ключевые слова;
3. вид экспертизы;
4. название организации, разработавшей модель;
5. разряд экспертного учреждения;
6. адрес электронной почты для связи с разработчиком;
7. описание задачи, поставленной перед экспертом (вопросы);
8. вид математической модели;
9. обоснование выбора математической модели;
10. особенности моделирования;
11. краткое текстовое описание модели;
12. название и версия математической модели пожара;
13. название и версия компьютерной программы, реализующей математическую модель пожара;
14. примечания.

Концептуальная схема базы данных представлена на рис. 1.

Для разработки использована система управления базами данных MySQL. Визуальное и физическое проектирование выполнено с помощью программы РНРMyAdmin. Для разработки форм ввода и вывода информации использована система управления содержимым сайта WordPress. Фрагмент формы ввода информации в базу данных приведен на рис. 2.

Для хранения ссылок на файлы с подробным описанием компьютерной модели, непосредственно модели и иллюстраций модели пожара (результатов моделирования) разработаны соответствующие таблицы: table_links_desc, table_links_model, table_links_pic. Информация о разрядах испытательных пожарных лабораторий [8], видах пожарно-технических экспертиз [10], названиях организаций, в которых разработаны модели, а также видах математических моделей пожара хранится в таблицах rank_ipl, type_exp, institution_name, name_type_model соответственно. Связь между таблицами реализована с помощью внешних ключей. База данных приведена к третьей нормальной форме.

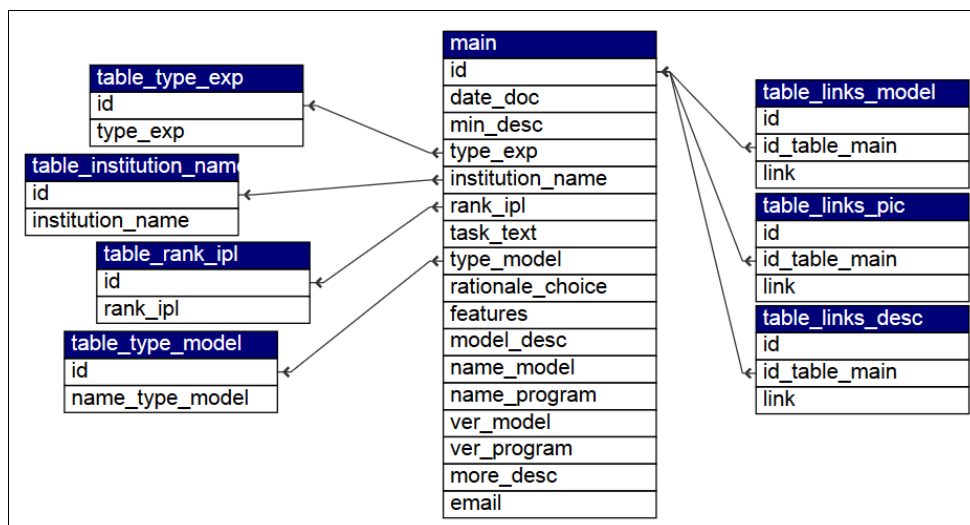


Рис. 1. Концептуальная схема базы данных

Добавление записей в базу данных

Дата заключения*

Вид экспертизы*

Краткое описание*

Название организации*

Разряд ИПЛ*

Краткая формулировка задачи*

Рис. 2. Фрагмент формы ввода информации в базу данных

Для информационного наполнения базы данных использованы как авторские материалы, печатные литературные источники [2-4, 9], так и письма испытательных пожарных лабораторий [5-7].

Фрагмент формы поиска информации в базе данных приведен на рис. 3. Поиск возможен по каждому полю текстового или цифрового типа.

Разработанная реляционная база данных позволяет упорядоченно хранить описания компьютерных моделей пожара, получать к ним доступ и может быть использована в деятельности испытательных пожарных лабораторий по производству пожарно-технических экспертиз, а также в образовательном процессе академии по дисциплинам «Прогнозирование опасных факторов пожара», «Пожарно-техническая экспертиза» по специальностям 40.05.03 «Судебная экспертиза», 20.05.01 «Пожарная безопасность».

Поиск:
Вид экспертизы
повторная

ПОИСК ОЧИСТИТЬ

Всего найдено записей: 6, показывать 1 на одной странице

Дата заключения: 11.07.2020
Вид экспертизы: **повторная**
Название организации: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России
Email: wfxdfx@gmail.com
Разряд ИПЛ: другое
Краткая формулировка задачи:
Где возник очаг пожара?

Рис. 3. Фрагмент формы поиска информации в базе данных

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дейт К.Д. Введение в системы баз данных. Пер. с англ. М.: Вильямс, 2005. 1328 с.
2. Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Моделирование пожара, произошедшего 6 сентября 2016 года в здании НК «Таганка» [Электронный ресурс] // Сетевое издание «Пожарная и аварийная безопасность», № 3 (6). Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 27-38. URL: <http://pab.edufire37.ru/wp-content/uploads/2017/10/3-6-2017.pdf>.
3. Лапшин С.С., Мочалов А.М. Сравнительный анализ результатов моделирования пожара интегральным, зонным и полевым методами для целей пожарно-технической экспертизы [Электронный ресурс] // Сетевое издание «Пожарная и аварийная безопасность», № 4 (11). Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. С. 17-26. URL: <http://pab.edufire37.ru/wp-content/uploads/2018/12/4-11-2018.pdf>.
4. Моделирование пожара, произошедшего 2 июня 2016 года в ресторане «Запрудка», г. Кохма, с использованием программы FireGuide [Электронный ресурс] // Сетевое издание «Пожарная и аварийная безопасность», № 4 (7). Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 30-38. URL: <http://pab.edufire37.ru/wp-content/uploads/2017/12/4-7-2017.pdf>.
5. Письмо ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по г. Санкт-Петербургу от 17.02.2020 г. N 179-1-14.
6. Письмо ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Ивановской области от 19.02.2020 г. N 156-1-12.
7. Письмо ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Приморскому краю от 20.02.2020 г. N 157.
8. Приказ МЧС России от 14.10.2005 г. N 745 «О создании судебно-экспертных учреждений и экспертных подразделений федеральной противопожарной службы».
9. Применение программных комплексов для установления обстоятельств пожара / А.А. Шавлюга, Н.А. Таратанов, Е.В. Карасев, Д.В. Калашников [Электронный ресурс] // Интернет-журнал «Технологии технической безопасности», № 3 (73), 2017. С. 1-8. URL: <http://academygps.ru/ttb>.
10. Федеральный закон Российской Федерации от 18.12.2001 г. N 174-ФЗ «Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации».

УДК 614.84

П. А. Ляпин, Н. А. Таратанов

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УСТАНОВЛЕНИЕ ИНИЦИАТОРА ГОРЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

В данной статье рассмотрена возможность использования газожидкостной хроматографии, как эффективного метода в установлении инициатора горения, на примере пожара в автомобиле ВАЗ.

Ключевые слова: автотранспорт, пожарно-техническая экспертиза, пожар.

P. A. Lyapin, N. A. Taratanov

THE ESTABLISHMENT OF THE INITIATOR OF COMBUSTION USING GAS-LIQUID CHROMATOGRAPHY

This article considers the possibility of using gas-liquid chromatography as an effective method in determining the initiator of Gorenje, for example, a fire in a VAZ car.

Keywords: motor transport, fire-technical expertise, fire-fighting.

Согласно сведениям, предоставленным УНПР ГУ МЧС России по Московской области, в 2019 году на территории области произошло свыше 200 пожаров на автотранспорте (+7,5 % АППГ, 28 % от общего количества пожаров, зарегистрированных на территории области), причиной которой явился поджог. Наибольшее количество пожаров совершается в темное (ночное) время суток в период времени с 00 часов 01 минут по 03 часа 59 минут. На пожарах, связанных с поджогами, всего погибло 3 человека, прямой материальный ущерб составил свыше 46 млн. руб.

Целью работы является исследование эффективного применения газожидкостной хроматографии (ГЖХ), как эффективного метода в установлении инициатора горения при изучении обстоятельств пожара.

Актуальность работы обусловлена тем, что судебно-экспертными учреждениями федеральной противопожарной службы ежегодно проводится мониторинг средств и методов поджога. В ходе мониторинга выявляется криминалистически важная информация, которая может способствовать ускорению раскрытия такого вида преступления. Чаще всего способ поджога примитивен и выглядит следующим образом: разливается легковоспламеняющаяся (ЛВЖ) или горючая жидкость (ГЖ), в некоторых случаях их смесь, на внешнюю поверхность объекта поджога (обшивку дома, входной двери, кузов и колеса автомобиля). Пары жидкости чаще всего воспламеняются под тепловым воздействием источника открытого огня (пламя спички, зажигалки и др.). Обнаружение и идентификация такой жидкости (средства, инициирующего горения) является одной из основных задач пожарно-технического эксперта при отработке версии искусственного инициирования горения (поджога).

Самыми распространенными инициаторами горения являются товарные нефтепродукты и растворители не нефтяной природы.

Из всех лабораторных методов самым эффективным в установлении инициатора горения является ГЖХ, т.к. в экспертной практике данный метод наиболее информативный при исследовании инициаторов горения.

В своей работе эффективность применения ГЖХ в установлении инициатора горения показан на примере пожара ВАЗ 2121.

Краткие обстоятельства пожара

В 2019 году около 21 час. 00 мин., произошёл пожар в автомобиле марки ВАЗ 2121 (рис.1). Пожар обнаружен по открытому пламенному горению наружной поверхности кузова автомобиля в передней части. Пожар потушен подручными средствами до прибытия пожарных подразделений. В результате пожара огнём повреждена передняя часть автомобиля, а также часть салона. Пострадавших нет. На месте пожара по горячим следам, был задержан подозреваемый в совершении поджога автомобиля.



Рис. 1. Внешний вид объектов исследования

С предметов одежды данного преступника были сделаны смывы следов ЛВЖ и ГЖ. Также неподалеку от места преступления была найдена канистра с неизвестной жидкостью с запахом нефтепродукта. После чего все эти образцы были исследованы методом ГЖХ (рис.2).

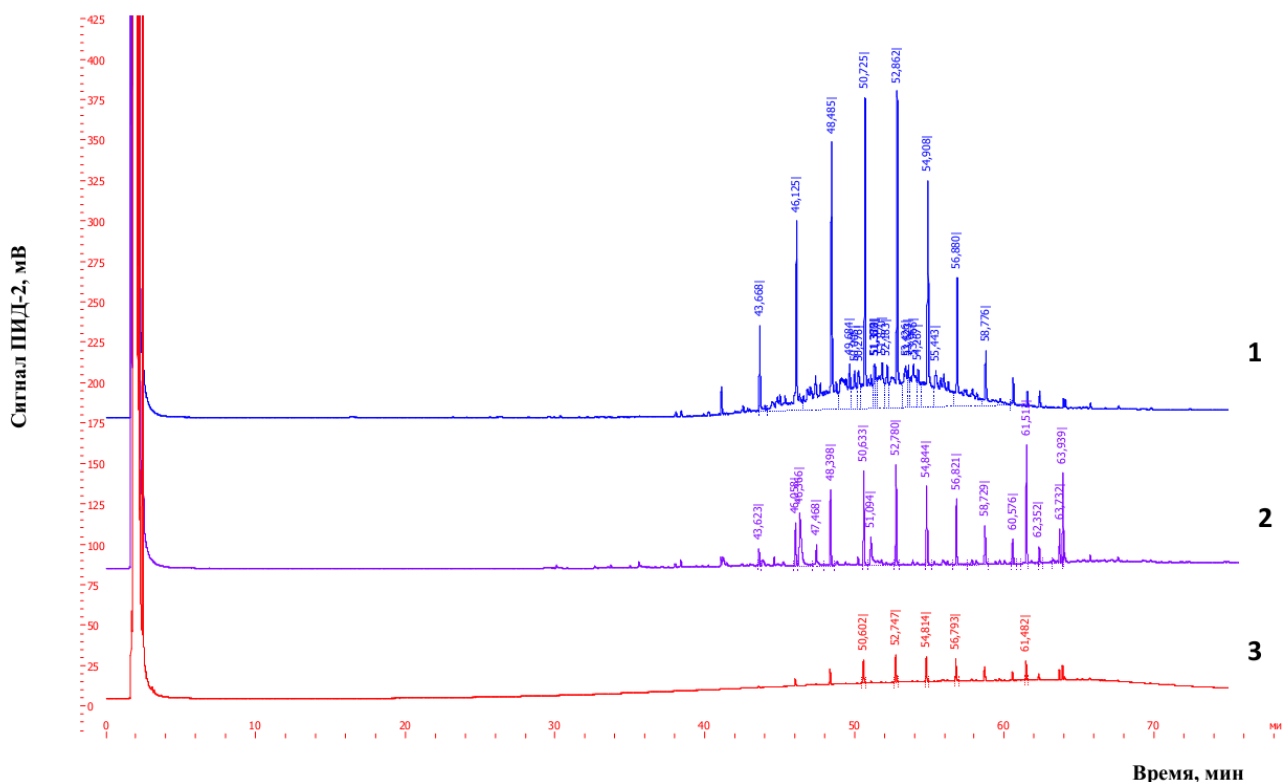


Рисунок. Хроматограммы: 1 – арбитражной пробы дизельного топлива зимнего (из базы данных);
2 – жидкости из канистры; 3 – смывов с одежды подозреваемого

Как видно из хроматограмм они схожи по химическому составу.

Таким образом, по результатам проведения газохроматографического анализа, можно сделать вывод о том, что на уровне чувствительности используемого метода в экстрактах с объектов исследования обнаружены остатки сильно выгоревшего дизельного топлива. Жидкость из канистры представляет собой автомобильный бензин со следами примесей нефтепродуктов более тяжелой фракции нефти (вероятнее всего, дизельного топлива). Согласно литературным данным автомобильные бензины, дизельные топлива зимние относятся к легко воспламеняющимся жидкостям.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что газожидкостная хроматография широко используется в экспертной практике как наиболее информативный метод анализа инициаторов горения (светлых нефтепродуктов, а также различных составных растворителей и других ЛВЖ и ГЖ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обнаружение и установление состава легковоспламеняющихся и горючих жидкостей при поджогах: метод. пособие / И.Д. Чешко, М.Ю. Принцева, Л.А. Яценко. М.: ВНИИПО. 2010. 90 с.
2. Осмотр места пожара: метод. пособие / И.Д. Чешко [и др.]. М.: ВНИИПО, 2004. 502 с.
3. Применение инструментальных методов и технических средств в экспертизе пожаров: сб. метод. рек. / под ред. И.Д. Чешко и А.Н. Соколовой. СПб.: СПбФ ВНИИПО, 2008. 279 с.
4. Чешко И.Д., Плотников В.Г. Анализ экспертных версий возникновения пожара. В 2-х книгах. СПбФ ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Кн. 1 – Санкт-Петербург: 2010. – 708 с.: ил.
5. Ляпин П.А., Таратанов Н.А. Газожидкостная хроматография как эффективный метод в установлении инициатора горения. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России «Современные пожаробезопасные материалы и технологии», Иваново, 11 декабря 2019г. –Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. с.116-120.

УДК616-072.8+614.84

А. В. Матвеев, Е. А. Коткова

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЕДЕНИЯ ЛЮДЕЙ ПРИ ЭВАКУАЦИИ В СЛУЧАЕ ПОЖАРА

Моделирование процессов эвакуации индивидов должно основываться на их поведенческих реакциях, а также эмоциональных. Учет эмоциональных реакций играет немаловажную роль при моделировании процесса эвакуации.

Ключевые слова: эвакуация, индивиды, поведение, модель.

A. V. Matveev, E. A. Kotkova

THE PSYCHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS OF HUMAN BEHAVIOR DURING EVACUATION IN CASE OF FIRE

Modeling the processes of evacuation of individuals, based on their behavioral reactions, as well as emotional. Taking into account emotional characteristics plays an important role in modeling the evacuation process.

Key words: evacuation, individuals, behavior, model.

Проблематика моделирования эвакуации является в целом междисциплинарной областью исследований, объединяющей в себе как гуманитарные науки (психологию, социологию и т.д.), отвечающие за исследование поведенческих человеческих реакций) в критических ситуациях, так и технические и естественные науки (физика, прикладная математика, информатика, и т.д.), в рамках которых разрабатываются непосредственно сами модели эвакуации с использованием различных инструментов моделирования [1].

Исследования многих ученых из разных предметных областей посвящены изучению психофизиологических аспектов, проявляющихся у людей в стрессовой ситуации, в условиях эмоциональной реакция человека на угрозу или на ожидание угрозы. Известны исследования, изучающие поведение эвакуируемых, их эмоциональное состояние, динамику движения толпы [2-7]. Результаты данных исследований, несомненно, должны учитываться при разработке моделей эвакуации в условиях возникновения чрезвычайной ситуации. Для повышения адекватности результатов моделирования эти модели должны учитывать реакцию эвакуируемых на чрезвычайную ситуацию, которая может угрожать их жизни и здоровью.

Однако в большинстве случаев не учитывается влияние эмоциональных реакций, таких как страх или стресс, которые возникают у индивидов во время эвакуации, так как, по мнению разработчиков, этот фактор играет незначительную роль в процессе моделирования эвакуации, что является большим заблуждением.

Эмоциональное состояние эвакуируемых напрямую связано с инстинктом самосохранения и вызывает качественные сдвиги в принятии решений и поведении с целью увеличения шансов на выживание в чрезвычайной ситуации.

Заложенные поведенческие реакции определяют механизм поведения индивидов в процессе эвакуации, который состоит из трех стадий того, как вегетативные реакции организма, защитные рефлексы и реакции мозга систематически меняются в зависимости от надвигающейся угрозы жизни и здоровью[2].

Модель поведения индивидов в процессе эвакуации описывается тремя различными стадиями (рис. 1).



Рис. 1. Модель поведения индивидов в процессе эвакуации

К первой стадии модели поведения индивидов в процессе эвакуации можно отнести сигнал пожарной тревоги, требующий от индивидов повышения внимания и бдительности, чем в обычных условиях.

На второй стадии к признакам угрозы в случае пожара необходимо отнести осознание индивидами наличие открытого пламени горения и дыма, а также необходимости следить за поведением других индивидов.

На третьей стадии уже возможны проявления страха и паники, когда индивиды уже подвержены воздействию пламени, дыма и возможно других опасных факторов пожара. Страх напрямую влияет на когнитивные процессы людей (например, внимание) в процессе эвакуации. При сильном страхе внимание быстро переключается на объект, который и вызывает тот самый страх, а в дальнейшем значительно замедляет процесс переключения внимания на другой объект[3, 4].

Анализ проведенных ранее некоторых исследований показали, что страх влияет на внимание (например, сужая его) [5]. При наиболее высоком уровне страха у эвакуируемых было замечено нарушение концентрации внимание, в связи с чем индивиды могут не заметить знаки эвакуационных выходов. Результаты статьи [7] подтверждают мнение о том, что уровень страха влияет на концентрацию внимания индивидов, но нарушение концентрации внимание не сохраняется в течение долгого времени, так как эвакуируемый достигает третьей стадии модели поведения индивидов в процессе эвакуации. В работе [8] на основе эмпирических исследований было доказано, что у индивидов информация об угрозе обрабатывается автоматическим образом, вследствие чего концентрация внимания была направлена на возникшую угрозу их жизни и здоровью. Однако только некоторые из эвакуируемых смогли продемонстрировать прежний уровень внимания, когда у других оно стало более рассеянным, что в последствии может привести к трагическим последствиям.

Таким образом, фундаментальные исследования процессов страха могут помочь понять роль страха в эвакуации и открыть возможность реализации результатов исследования в существующих инструментах моделирования эвакуации [8]. Тем самым данные результаты исследований смогут обеспечить повышения адекватности моделей эвакуации в условиях чрезвычайных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ефремов С.В., Матвеев А.В.* Модель процесса аварийной эвакуации из здания в случае пожара при нестационарном потоке людей // *Безопасность жизнедеятельности*. 2013. №2. С. 45-50.
2. *Low A., Weymar M., Hamm A.O.* When threat is near, get out of here: dynamics of defensive behavior during freezing and active avoidance // *Psychol. Sci.* 2015. № 26. P.1706–1716.
3. *Fox E., Russo R., Bowles R., Dutton K.* Do threatening stimuli draw or hold visual attention in subclinical anxiety? // *J. Exp. Psychol. Gen.* 2001. №130. P. 681–700.
4. *Fox E., Russo R., Dutton K.* Attentional bias for threat: evidence for delayed disengagement from emotional faces // *Cognit. Emot.* 2002. №16. P. 355–379.
5. *Cisler J.M., Ries B.J., Widner R.L.* Examining information processing biases in spider phobia using the rapid serial visual presentation paradigm // *J. Anxiety Disord.* 2007. № 21. P. 977–990.
6. *Mogg K., Bradley B.P.*, Time course of attentional bias for fear-relevant pictures in spider-fearful individuals // *Behav. Res. Ther.* 2006. № 44. P. 1241–1250.
7. *Ohman A., Flykt A., Esteves F.* Emotion drives attention: detecting the snake in the grass // *J. Exp. Psychol. Gen.* 2001. №130. P. 466–478.
8. *Матвеев А.В., Попивчук И.И.* Управление безопасностью персонала АЭС при пожаре // *Национальная безопасность и стратегическое планирование*. 2018. № 3 (23). С. 92-101.

УДК 614.8+519.83

В. Н. Михалин, А. Г. Азовцев, С. Н. Наконечный

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИМЕР ТЕОРИИ ИГР ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАДЗОРА В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье говорится о возможности применения математического аппарата теории игр при осуществлении государственного надзора в области обеспечения пожарной безопасности. Приводится начало условий задачи, решение которой возможно при применении теории игр. В работе также ставятся цели и задачи для дальнейшего совершенствования методов обеспечения пожарной безопасности с применением теории игр.

Ключевые слова: государственный пожарный надзор, государство, собственник, теория игр, конфликт, оптимальное решение.

V. N. Mihalın, A. G. Azovtsev, S. N. Nakonechnyi

AN EXAMPLE OF THE THEORY OF GAMES IN THE IMPLEMENTATION OF STATE SUPERVISION IN THE FIELD OF ENSURING FIRE SAFETY

The article talks about the possibility of using the mathematical apparatus of the theory of games in the implementation of state supervision in the field of ensuring fire safety. The beginning of the conditions of the problem is given, the solution of which is possible using game theory. The work also sets goals and objectives for the further improvement of methods for ensuring fire safety using game theory.

Key words: state fire control, state, owner, game theory, conflict, optimal solution.

Совершенствование методов организации и ведения обеспечения пожарной безопасности является одним из приоритетных направлений развития науки, техники и технологий в системе МЧС России на ближайшие несколько лет и на перспективу до 2030 года [1]. В статье [2] авторы приводят методы обеспечения пожарной безопасности как приём осуществления, «способ реализации субъектом обеспечения пожарной безопасности возложенных функций, выполнения поставленных задач и достижения основной цели – сохранения необходи-

мого уровня пожарной безопасности соответствующих объектов». Учитывая данное определение можно сказать, что это те способы, с помощью которых осуществляется достижение соответствия пожарной безопасности объекта защиты.

Согласно законодательству Российской Федерации [3] элементами системы обеспечения пожарной безопасности являются органы государственной власти, органы местного самоуправления, организации, граждане, принимающие участие в обеспечении пожарной безопасности в соответствии с законодательством Российской Федерации, т.е. для обеспечения пожарной безопасности необходимо участие не только организаций, но и других участников системы обеспечения пожарной безопасности.

Одной из государственных функций, которую осуществляет МЧС России – осуществление федерального государственного надзора за выполнением требований пожарной безопасности [4], где государственный надзор понимается как деятельность уполномоченных органов государственной власти направленная на предупреждение, выявление и пресечение нарушений установленных требований посредством организации и проведения проверок, организации и проведения мероприятий по профилактике нарушений обязательных требований, мероприятий по контролю, принятия мер по пресечению и (или) устранению последствий выявленных нарушений, а также деятельность по систематическому наблюдению за исполнением обязательных требований, анализу и прогнозированию состояния исполнения обязательных требований при осуществлении деятельности юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями [5]. В данном случае проводится целый ряд мероприятий, направленный на обеспечение пожарной безопасности, под видом осуществления государственного надзора. Данная функция осуществляется при взаимодействии государства и администрации объекта защиты. Именно здесь можно начинать вводить понятия теории игр.

Вообще, основное и распространенное определение теории игр – это раздел математики (экономики), изучающий решение конфликтов между игроками и оптимальность их стратегий [6, 7]. Конфликтом является любая ситуация, в которой затронуты интересы двух и более участников, традиционно называемых игроками. Если рассмотреть ситуацию с осуществлением государственного надзора за выполнением требований пожарной безопасности, то в качестве двух игроков выступают – государство, с одной стороны, и собственник (юридическое лицо, предприниматель) с другой. Даже подходят признаки игры, как математической модели [6]:

- наличие нескольких участников;
- неопределённость поведения участников, связанная с наличием у каждого из них нескольких вариантов действий;
- различие (несовпадение) интересов участников;
- взаимосвязанность поведения участников, поскольку результат, получаемый каждым из них, зависит от поведения всех участников;
- наличие правил поведения, известных всем участникам.

Основной предмет спора, если уходить вглубь – финансы. В случае, если государственный инспектор по пожарному надзору (в лице государства) найдет нарушения, несоответствие объекта защиты требованиям пожарной безопасности, то собственнику будет вынесен штраф, а соответственно убыток. В случае, если собственнику каким-то образом удастся скрыть факт нарушения установленных требований, несоответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности, то в результате пожара и возможной гибели людей ущерб будет нанесен уже государству и в данном случае оно понесет убытки. В данном случае не тот и не другой игрок не желают проиграть. Но можно ли поставить условия осуществления государством своих функций сделать выгодным также и собственнику объекта защиты?

Теория игр позволяет в условиях неопределенности (неполной информации) расставить условия так, что каждый ее участник сможет договориться на выгодных ему условиях играть по заданным правилам.

В данной статье рассматривается принципиальная возможность постановки таких задач и их решения с точки зрения теории игр. В самой теории игр есть много видов задач, а также примеров решения к ним, так что последовательное применение подобного типа предмета для решения соображений между двумя игроками является довольно целесообразным направлением исследования, т.к. оно также и соответствует приоритетным направлениям развития науки, техники и технологий в системе МЧС России.

Дальнейшая работа по данному направлению заключается в формулировке, описании и приведении вышеуказанных задач к виду, в котором осуществляется и возможно решение задач, связанных с осуществлением государственного надзора при помощи методов теории игр.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В системе МЧС России определены приоритетные направления развития науки, техники и технологий // Официальный сайт Академии ГПС МЧС России. Режим доступа: <https://academygps.ru/obshchie-svedeniya-2/novosti-8/2020-4686/v-sisteme-mchs-rossii-opredeleny-prioritetnye-napravleniya-razvitiya-nauki-tehniki-i-tehnologiy/>.

2. Маркин А.В., Сметанкина Г.И., Дорохова О.В. Методы обеспечения пожарной безопасности // Сборник материалов конференции «Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций». 2018 – с. 424-426.

3. Федеральный закон от 21.12.1994 №69-ФЗ «О пожарной безопасности».

4. Приказ МЧС России от 30.11.2016 № 644 «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»

5. Федеральный закон от 26.12.2008 N 294-ФЗ (ред. от 13.07.2020) "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля"

6. Теория игр // Сайт Википедия. Свободная энциклопедия. Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Теория_игр.

7. Теория игр: Введение // Сайт Habr. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/163681/>.

УДК 662.612.2

Т. А. Мочалова, Т. В. Сычева, О. Е. Сторонкина

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБ АКТУАЛЬНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ПОЖАРОВ, ПРОВОДИМОЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА САРАНСК)

В данной статье рассматривается проблема пожаров на территории Республики Мордовия, основные причины их возникновения, ставится цель по совершенствованию профилактической работы и задачи, которые необходимо решить для достижения цели.

Ключевые слова: противопожарная пропаганда, профилактическая работа, органы государственного пожарного надзора, предупреждение пожаров

Т. А. Mochalova, T. V. Sycheva, O. E. Storonkina

ON THE RELEVANCE OF THE RESEARCH EFFICIENCY OF PREVENTIVE WORK ON FIRES PREVENTION IN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA (WITHIN THE CITY OF SARANSK)

This article examines the problem of fires on the territory of the Republic of Mordovia, the main reasons for their occurrence, sets a goal to improve preventive work and the tasks that need to be solved to achieve the goal.

Key words: fire prevention propaganda, preventive work, bodies of state fire supervision, fire prevention

Несмотря на то, что органы государственного пожарного надзора (ГПН) проводят большой объем работы по предупреждению пожаров, пожары по-прежнему остаются серьезной угрозой, влияющей на уровень безопасности в стране. На территории Республики Мордовия в 2019 году зарегистрировано 4036 пожаров (-728 по сравнению с 2018 г.). На пожарах погибли 57 человек (+6 по сравнению с 2018 г.), ещё 49 получили ожоги и травмы (-5 чел. по сравнению с 2018 г.). Около 87% от общего числа причин возникновения пожаров в 2019 году приходилось на случаи неосторожного обращения с огнем, 9% - на неисправность электрооборудования, 3,6% - на нарушение правил устройства и эксплуатации отопительных печей и дымоходов, 0,4 - на шалость детей с огнем.

Показатели числа пожаров и погибших при них людей напрямую зависят от уровня пожарно-технических знаний каждого человека, от отношения граждан к проблеме существования пожаров и безопасности жизнедеятельности.

Органами ГПН ведется работа по двум направлениям: надзорная деятельность, основная цель которой выявление и пресечение нарушений требований пожарной безопасности (преимущественно на объектах защиты, эксплуатируемых юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями) и профилактическая

работа, направленная на предупреждение нарушений требований пожарной безопасности [1, 2]. В связи с переходом работы надзорных органов на модель риск-ориентированного подхода, наибольшее внимание уделяется именно профилактической работе, нежели надзорной деятельности.

В проблеме возникновения пожаров решающее значение имеет человеческий фактор, поэтому крайне важно сформировать общественное сознание в области обеспечения пожарной безопасности, применяя соответствующие профилактические формы воздействия и передовые информационные технологии. К наиболее распространенным формам воздействия относятся противопожарная пропаганда, обучение мерам пожарной безопасности, информирование о мерах пожарной безопасности.

Для обеспечения эффективности пропаганды важно понимать суть проводимой пожарно-профилактической работы; уметь на практике применять формы, методы и средства пропаганды; использовать информационные и обучающие материалы в необходимом объеме с учетом возрастных, психологических и физиологических особенностей различных групп населения. Особое значение в этой связи приобретает умение и готовность специалистов МЧС России к деятельности в этом направлении [3].

В связи с этим весьма актуальным является проведение работы по совершенствованию порядка организации профилактической работы, конечным результатом которой должно стать сознательное отношение граждан к проблеме пожаров и их правильное пожаробезопасное поведение.

За 2019 год на территории Республики Мордовия произошло 3025 пожаров по причине неосторожного обращения с огнем (в том числе 124 при курении), пожары связаны либо с отсутствием навыков осторожного обращения с огнем, либо с несоблюдением правил осторожного обращения с огнем. Поэтому необходимо привить эти навыки гражданам и изменить их отношение к проблеме пожаров. Для этого, прежде всего, необходимо провести анализ эффективности профилактической работы по предупреждению пожаров, проводимой на территории Республики Мордовия и разработать рекомендаций по совершенствованию данного вида работы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) провести анализ порядка организации и осуществления противопожарной пропаганды, проводимой в городе Саранск;
- 2) выявить текущий уровень знаний правил пожарной безопасности у граждан города Саранск;
- 3) подготовить методические материалы для проведения исследования (памятки, листовки, видеоролики и т.д.);
- 4) провести профилактические мероприятия;
- 5) выявить изменения уровня знаний правил пожарной безопасности среди граждан города Саранск после проведенных профилактических мероприятий;
- 6) сравнить уровень знаний правил пожарной безопасности до проведения профилактических мероприятий и после.

Полученные результаты исследования могут быть рекомендованы к использованию инспекторами ФГПН при осуществлении мероприятий по противопожарной пропаганде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 26 декабря 2008 года № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».
2. Федеральный закон от 21 декабря 1994 года № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
3. Методические рекомендации для органов государственной власти субъектов Российской Федерации по обучению населения мерам пожарной безопасности. – М.: ВНИИПО, 2012. – 187 л. Методические рекомендации разработаны Департаментом надзорной деятельности МЧС России (А.И. Лукашевич, А.В. Птахин, Л.В. Автономова), ФГБУ ВНИИПО МЧС России (О.Д. Ратникова, Т.Н. Смирнова, И.Г. Веселова, В.В. Володченко, Г.А. Прытков).

УДК 614.841

Н.Ю. Новичкова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ЭВОЛЮЦИЯ СРЕДСТВ ПАССИВНОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ КУЛЬТУРНО-ЗРЕЛИЩНЫХ СООРУЖЕНИЙ

В статье дается характеристика культурно-зрелищного сооружения с точки зрения требований пожарной безопасности. Приводятся примеры серьезных пожаров в театрах, указываются причины создания и совершенствования конструкции противопожарного занавеса как средства противопожарной защиты театрального здания.

Ключевые слова: пожар, противопожарный занавес, пожарная безопасность, театральное здание, безопасная эвакуация.

N. Yu. Novichkova

EVOLUTION OF MEANS OF PASSIVE FIRE PROTECTION OF CULTURAL AND ENTERTAINMENT STRUCTURES

The article describes the cultural and entertainment facilities according to the fire safety requirements. Examples of serious fires in theaters are given, the reasons for creating and improving the design of a fire curtain as a means of fire protection of a theater building are indicated.

Keywords: fire, fire curtain, fire safety, theater building, safe evacuation.

Театральное искусство во все времена является привлекательным для большого количества людей не только благодаря своей доступности, но, в большей мере, благодаря особой духовной атмосфере, которая царит в театре. Мир театра облагораживает души людей, заставляет их испытывать искренние чувства радости, получать большой заряд положительной энергии, ярких впечатлений от прикосновения к прекрасному.

Все это определяет и архитектурные особенности театральных зданий, как важных объектов культурно-общественной жизни городов. Их наружная архитектура призвана украшать городской ландшафт своей монументальностью, своеобразием художественного решения внешнего облика. Внушительные размеры театральных зданий, кроме того, обусловлены их большой вместимостью, поэтому особо важным является вопрос о безопасности пребывания людей на таких объектах.

Пожарная опасность любого здания характеризуется возможностью возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара. Специфика театральных зданий предполагает наличие различных декоративных элементов в виде ковров и ковровых покрытий, портьер, мягкой мебели; установку большого количества осветительных приборов. Постановка спектаклей создает необходимость создания декораций, которые изготавливаются из горючих материалов: красок, тканей, папье-маше, картона и древесины; пошива театральных костюмов, изготовления париков. Все эти изделия могут легко воспламениться при неосторожном обращении с огнем работников театра, что может привести, в случае возникновения пожара, к трагическим последствиям: гибели большого количества людей из-за паники при эвакуации, высокой температуры и задымленности помещения, возможного обвала сценических конструкций.

В связи с этим, такие культурно-зрелищные сооружения, как театры должны характеризоваться высоким уровнем безопасности, при условии сохранения максимального уровня удобств для зрителей.

С этой целью в театрах используются противопожарные занавесы, основное назначение которых – обеспечение безопасной эвакуации, защита от распространения дыма, огня, продуктов горения.

В современных условиях в театральных зданиях со зрительным залом более чем на 800 мест в обязательном порядке устанавливаются противопожарные занавесы[2]. Их наличие является требованием безопасности, заложенным в действующих нормативных документах. Задача использования этого средства защиты от пожара состоит в получении определенного запаса времени для того, чтобы организовать эвакуацию людей из горящего здания и локализовать очаг возгорания.

Безусловно, потребность в безопасном пребывании людей в театральных зданиях сохраняет свою актуальность с момента первого появления специальных построек для показа театральных представлений. В России, как и во всем мире, строительство театров стало активно развиваться в XIX столетии, когда популярность театрального искусства значительно возросла. Однако архитекторы, проектировавшие многие теат-

ральные здания, больше обращали внимание на внешнюю красоту и богатство интерьера, чем на безопасность зрителей. Не удивительно, что XIX век был веком больших пожаров театров, нередко с человеческими жертвами. В XIX веке огонь уничтожил 682 театра, в которых погибло более 10000 человек [1].

Наиболее частой причиной пожара в театре в XIX столетии являлось неосторожное обращение с огнем технического персонала. Согласно статистике XIX века из 100 зарегистрированных в различных странах мира пожаров 37 возникли в театре именно по этой причине. В большинстве случаев первоначальные очаги пожаров возникали в сценической части театров, откуда огонь и дым молниеносно проникали в зрительные залы, создавая угрозу жизни людей.

29 октября 1873 в парижском театре оперы и балета случился пожар, который продолжался огонь 27 часов и полностью разрушил здание. В ночь на 2 января 1873 года Одесский театр оперы и балета был полностью уничтожен пожаром [3]. К счастью, люди при пожаре не пострадали, но восстановить здание театра было невозможно из-за масштабов его повреждений.

Отсутствие средств противопожарной защиты и некомпетентность архитектора в вопросах обеспечения пожарной безопасности в сочетании с халатностью рабочего сцены привели к одной из величайших трагедий в истории театра, которая произошла в 1881 году в Вене. Театр Комической оперы был построен в 1874 году. Для его отделки были использованы дорогие сорта древесины. В убранстве зала и коридоров театра использовался бархат, шелк, воздушная вуаль. В ложах была расставлена изысканная мебель, висели дорогие картины. Пожелания архитектора изменить проект с учетом обеспечения пожарной безопасности оказались проигнорированными заказчиком. 8 декабря 1881 года венский оперный театр, рассчитанный на 1700 посадочных мест, был полон зрителей, когда за несколько минут до начала представления на сцене вспыхнул пожар [3].

Все пространство зрительного зала быстро заполнили огонь и дым. В зале сразу возникла паника у дверей, открывавшихся не наружу, а внутрь зала, что привело к массовой давке и гибели людей, которые начали топтать друг друга в стремлении быстрее покинуть опасную зону. В еще более тяжелом положении находились зрители, сидевшие в ложах второго и третьего ярусов. Спуститься вниз можно было только по узким лестницам, которые были забиты людьми. Итогом страшной трагедии стала гибель 600 человек и травмирование сотен людей, получивших ожоги и отравившихся продуктами горения. В прессе вскоре появились статьи, в которых четко были указаны причины трагедии в театре – неосторожное обращение с огнем рабочих сцены. Из венской трагедии был извлечен горький урок, в результате которого новое здание театра было построено с соблюдением требований пожарной безопасности.

С этого времени все театры обязали устанавливать противопожарный занавес, чтобы в случае пожара можно было отделить зрительный зал от сцены и провести эвакуацию в безопасных условиях. Первые модели выполнялись из листового железа и имели большой вес, который замедлял спуск, производившийся вручную, что грозило потерей времени и создавало угрозу жизни и здоровью людей при эвакуации. Тем не менее, это был большой шаг вперед в сторону усиления мер противопожарной защиты в театрах. В 1887 году при проектировании в Одессе нового театра оперы и балета были уже учтены новые требования пожарной безопасности, в том числе и установка противопожарного занавеса, который стал распространенным средством пассивной пожарной защиты культурно-массовых сооружений.

Потребовались многие годы для того, чтобы разработать конструкцию противопожарного занавеса, отвечающую всем требованиям пожарной безопасности, создать эффективный механизм приведения ее в действие в случае пожара.

Чтобы обеспечить безопасное пребывание людей в театре, конструкция занавеса должна быть исключительно безотказной при спуске и подъеме, а также иметь не менее двух автономных систем приведения его в действие.

Важное преимущество современных образцов при эксплуатации заключается в возможности их применения для проемов, которые имеют большую высоту и нестандартную ширину, что позволяет монтировать противопожарный занавес на сцене театра с любыми архитектурной планировкой. При помощи механических элементов он опускается, отгораживает зону в помещении, где произошло возгорание. Занавес способен сдерживать огонь и не пропускать дым заданное время. Как средство пассивной противопожарной защиты противопожарный занавес обеспечивает безопасные условия пребывания людей в культурно-зрелищных сооружениях, помогает сохранить помещение театра, оборудование, материальные ценности.

Данная конструкция сегодня не занимает много пространства, а ее устройство незаметно для окружающих. Эта особенность очень важна для таких объектов, как театральное здание, внешний и внутренний облик которого вызывает у людей ощущение праздника, которому способствует эстетика театральных интерьеров.

Современные технологии постоянно развиваются, и совершенствование конструкции противопожарного занавеса даст возможность не только повысить уровень защиты жизни и здоровья людей, оказавшихся в театре в опасной ситуации, но и обеспечить сохранность самого театрального здания и имеющихся там материальных ценностей от уничтожения огнем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Леонтович В.* Архитекторы, инженеры-строители и скульпторы, работавшие в Киеве в период с 1855-1925 гг. выпуск 1. Киев - 187 с.
2. ВППБ 13-01-94. Правила пожарной безопасности для учреждений культуры Российской Федерации" (введены в действие Приказом Минкультуры РФ от 01.11.1994 N 736).
3. *Савельев П.С.* Пожары-катастрофы. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1994. - 431 с.

УДК 614.841.411

В. И. Присадков, С. В. Муслakова, Д. В. Ушаков, К. В. Присадков¹

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

¹ООО «ЦентрПСП»

ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОСТИНИЦ И ИХ «ЗВЕЗДНАЯ» КЛАССИФИКАЦИЯ

Предложена математическая модель для получения бальных оценок пожарной безопасности гостиниц на основе модифицированного метода Гретенера для совершенствования системы их классификации. В модели учитываются основные особенности гостиниц, определяющие их противопожарное состояние. Характеристики здания и систем их противопожарной защиты вводятся в модель в виде безразмерных показателей. Баллы, характеризующие пожарную безопасность гостиниц, соответствуют выделенным диапазонам значений сформированного показателя.

Ключевые слова: пожарная безопасность, классификация гостиниц, бальные оценки, индексный метод.

V. I. Prasadkov, S. V. Muslakova, D. V. Ushakov, K. V. Prasadkov

FIRE SAFETY ASSESSMENT OF HOTELS AND THEIR "STAR" CLASSIFICATION

A mathematical model to obtain point estimates of the hotel fire safety indicator based on the modified Gretener method for improving the classification system. The model takes into account the main features of hotels that determine their fire-fighting condition. The characteristics of buildings and their fire protection systems are entered into the model as dimensionless indicators. Points that characterize the fire safety of hotels correspond to the selected ranges of values of the generated indicator.

Key words: fire safety, classification of hotels, point estimates, index method.

Гостиницы и все места размещения, к ним относящиеся, являются объектами, требующими особого внимания к обеспечению безопасности людей. Постояльцы находятся в мало знакомой обстановке, это затрудняет принятие быстрых и правильных решений при возникновении критической ситуации особенно в ночное время. Такие обстоятельства приводят к снижению эффективности своевременной эвакуации людей при возникновении пожара.

Специалистами по пожарной безопасности разработаны нормативные документы, определяющие основные требования по приведению гостиниц в пожаробезопасное состояние. Но необходимы законодательные «рычаги» способные стимулировать собственников к укреплению систем безопасности в местах временного размещения постояльцев.

Одним из таких «рычагов» является Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2019 №158 «Об утверждении Положения о классификации гостиниц» (далее – Положение), закрепляющие проведение классификации гостиниц с присвоением им следующих категорий: «пять звезд», «четыре звезды», «три звезды», «две звезды», «одна звезда», «без звезд». При этом установлена обязательная классификация гостиниц (мест размещения) с выдачей им соответствующего свидетельства аккредитованной организацией. Согласно статье 5 Федерального закона от 24.11.1996 №132-ФЗ «Об основах туристской деятельности в Российской Федерации» (в редакции от 05.02.2018) «Предоставление гостиничных услуг без свидетельства о присвоении гостинице определенной категории, установленной положением о классификации гостиниц, а также использование в рекламе, названии гостиницы и деятельности, связанной с использованием гостиницы, категории, не соответствующей категории, указанной в таком свидетельстве, запрещается и влечет за собой ад-

министративную ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации». С 1 января 2021 года это требование будет действовать в отношении всех гостиниц на территории Российской Федерации.

В Положении предложено использовать бальную систему при отнесении гостиниц к тому или иному классу. Система присвоения баллов – экспертная. С учетом устройства и обслуживания здания гостиницы, номеров и вспомогательных помещений присваиваются баллы объекту размещения. При этом учитываются наличие и квалификация персонала через соответствующие баллы. Информация по объекту собирается экспертами аккредитованной организации. В части обеспечения пожарной безопасности Положение предполагает получение экспертами «копий документов, подтверждающих соблюдение требований пожарной безопасности» (ст.16 п. г) Положения).

Эксперты организации «Безопасность туризма» предлагают в качестве документов подтверждающих пожарную безопасность объекта использовать акт проверки органом государственного пожарного надзора гостиницы (места размещения) или заключение по независимой оценке пожарного риска [1].

Однако, Положением не определено как должны быть «увязаны» указанные документы назначением баллов экспертами при проведении классификации гостиниц.

В связи с возникшим вопросом, ниже изложен возможный путь его решения: основы способа оценки фактического состояния пожарной безопасности гостиниц, в рамках бального подхода, определенного в Положении, с учетом основных элементов системы обеспечения пожарной безопасности.

Предлагаемая математическая модель для получения бальных оценок пожарной безопасности гостиниц основана на индексном методе Гретенера.

Как правило, при использовании индексного метода для оценки пожарной опасности объекта защиты рассматриваются условия, способствующие возникновению и развитию пожара и факторы, снижающие его пожарную опасность[2] .

Используя модифицированный индексный метод Гретенера [3,4] запишем показатель пожарной опасности для гостиницы в виде:

$$G = \frac{\bar{N} \cdot \bar{S} \cdot \bar{n} \cdot t \cdot K}{A \cdot B \cdot N_B \cdot (6 - C)}, \quad (1)$$

где \bar{N} – относительный показатель количества гостей в данной гостинице,

$$\bar{N} = \frac{N}{N_p}, \quad (2)$$

N – среднее в течении года количество гостей, посетивших гостиницу,

N_p – расчетное число гостей, находящихся одновременно в гостинице;

\bar{S} – относительный показатель площади гостиницы,

$$\bar{S} = \frac{S}{S_n}, \quad (3)$$

где S – фактическая площадь пожарного отсека, S_n – нормативное значение площади пожарного отсека;

\bar{n} – относительное значение этажности здания,

$$\bar{n} = \frac{n}{n_n}, \quad (4)$$

где n – фактическая этажность здания, n_n – максимальное нормативное количество этажей в здании;

A – параметр, характеризующий автоматическую систему пожаротушения (АУП) в гостинице, $A=3$ – спринклерная система пожаротушения, $A=5$ – автоматическая установка пожаротушения с принудительным пуском, $A=1$ – отсутствие в гостинице АУП;

B – принимает значения, равные номеру типа системы оповещения о пожаре и управления эвакуацией (СОУЭ) по СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности»;

N_B – количество эвакуационных выходов с этажей здания,

$$N_B = N_1 + N, \quad (5)$$

где N_1 – количество выходов с 1 этажа, N – количество выходов с этажей, расположенных выше первого;

C – степень огнестойкости здания, число от 1 до 5;

\bar{t} – относительное время подачи первого ствола

$$\bar{t} = \frac{t}{t_\phi}, \quad (6)$$

где t – нормативное время ($t = 10$ мин для города и $t = 20$ мин для сельской местности), t_ϕ – фактическое время подачи первого ствола (мин.) (из плана пожаротушения);

K – корректирующий коэффициент, связывающий принятую в Положении систему классификации с предложенной бальной оценкой пожарной безопасности гостиниц.

Далее, для выделенной группы гостиниц, например для гостиниц до 50 номеров, необходимо рассчитать значение показателя G_i , где i – номер гостиницы. В качестве групп гостиниц, целесообразно взять группы, принятые в Положении. Чем больше величина безразмерного показателя G , тем выше пожарная опасность гостиницы.

Затем, определяется плотность $\varphi(G)$ распределения гостиниц по показателю G , и устанавливаются проценты G_{25} , G_{50} , G_{75} , а также минимальные G_0 и максимальные значения G_{100} показатели пожарной опасности.

Предлагается следующая система баллов для оценки пожарной безопасности гостиниц :

в диапазоне $0 < G < 25$ – 10 баллов;

в диапазоне $25 < G < 50$ – 8 баллов;

в диапазоне $50 < G < 75$ – 5 баллов;

$G > 75$ – 2 бала.

С увеличением количества баллов пожарная безопасность гостиницы возрастает. Установленные балы пожарной безопасности гостиниц суммируются с балами, полученными гостиницей при оценке по Положению.

Таким образом, на основе модификации индексного метода Гретенера предложена математическая модель количественной оценки пожарной безопасности гостиниц, позволяющая получить бальные оценки.

В настоящее время отсутствует утвержденный механизм для включения в Положение о классификации гостиниц характеристик пожарной опасности гостиниц. Авторами предложена модель учета пожарной опасности гостиниц для использования в бальной системе при классификации гостиниц по звездности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С. Груздь Положение не из легких...//Безопасность индустрии туризма. М.: 2019. №2(05). С.54-55.
2. А.А. Власов Сравнительный анализ применения индексных методов анализа пожарного риска // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. М.: 2014. №3. С.58-61.
3. С.В. Мушлакова Совершенствование противопожарной защиты музейных объектов. дис. канд. техн. наук. М.: 2002. 253с.
4. Присадков В.И., Ерёмкина Т.Ю., Тихонова Н.В. Предпосылки разработки свода правил «Противопожарная защита объектов культурного наследия» // Пожаровзрывобезопасность. М.: 2017. №5. С.45-53.

УДК 614.841.332:624.012.4

В. А. Прусаков¹, М. В. Гравит², Я. Б. Симоненко²

¹ООО «ПРОМИЗОЛ», Москва

²ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», Санкт-Петербург

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ «КОНСТРУКЦИИ СТРОИТЕЛЬНЫЕ. СРЕДСТВА ОГНЕЗАЩИТЫ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ»

В России актуальна проблема отсутствия нормативных требований к устройству систем огнезащиты деформационных швов, что является потенциальной опасностью развития пожара в здании и может повлечь потери человеческих жизней и порчу имущества. В настоящее время обсуждается первая редакция национального стандарта, который устанавливает методы испытаний на огнестойкость монолитных и сборных железобетонных конструкций с огнезащитой деформационных швов в зданиях и сооружениях различного назначения, применяемых в любых климатических районах, в том числе с сейсмичностью до 9 баллов.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, огнестойкость, огнезащита, конструктивная огнезащита, предел огнестойкости, деформационные швы.

V. A. Prusakov, M. V. Gravit, Ya. B. Simonenko

NATIONAL STANDARD «CONSTRUCTION STRUCTURES. MEANS OF FIRE PROTECTION OF DEFORMATION JOINTS. GENERAL TECHNICAL REQUIREMENTS. FIRE TEST METHODS»

The current problem in the world was the lack of regulatory requirements for the arrangement of fire protection systems for deformation joints, which was a potential risk of fire development in the building, which could lead to loss of human lives and damage to property. In order to solve this problem, a national standard had been developed that would allow the selection of reliable fire protection systems for deformation joints.

Key words: reinforced concrete structures, fire resistance, fire protection, constructive fire protection, fire resistance limit, expansion joints.

Во многих сферах строительства широко применяются деформационные швы. Речь идет о высотном строительстве, сооружении мостовых конструкций и других отраслях. Деформационный шов представляет собой линейный разрыв в ограждающих конструкциях (стенах, перекрытиях и т.п.), обеспечивающий возможность независимого смещения их участков с целью исключения непроеekтных деформаций, заполняемый, как правило, эластичными материалами. Различают следующие деформационные швы: температурные, компенсационные, осадочные, антисейсмические, усадочные [1].

В соответствии со ст. 88 123-ФЗ [2] места сопряжения противопожарных стен, перекрытий и перегородок с другими ограждающими конструкциями здания, сооружения, пожарного отсека должны иметь предел огнестойкости не менее чем сопрягаемые преграды.

В конструкциях зданий и сооружений для выполнения защиты деформационных швов при пожаре используют специальные виды огнестойкой заделки, созданные непосредственно для эксплуатации в деформационных швах [3]. Эти конструкции (изделия), с применением огнестойкой заделки, сохраняют все противопожарные характеристики, как при сжатии шва, так и при его растяжении при осуществлении своих основных функций.

Методы испытаний устанавливают критерии целостности и теплоизолирующей способности строительной конструкции (вертикальной или горизонтальной) с заполнением деформационного шва огнестойкой заделкой (противопожарным барьером) при изменении геометрии деформационного шва, в том числе знакопеременных изменений за определенный промежуток времени.

Специалистами компании ООО «ПРОМИЗОЛ» подготовлен проект ГОСТ Р «Конструкции строительные. средства огнезащиты деформационных швов. Методы испытаний на огнестойкость». Стандарт определяет условия испытаний на огнестойкость и критерии оценки огнестойкого заполнения деформационного шва при проектировании, реконструкции и устройстве деформационного шва в зданиях и сооружениях. Стандарт является модифицированным по отношению к международному стандарту ISO 10295-2:2009 «Fire tests for building elements and components — Fire testing of service installations — Part 2: Linear joint (gap) seals» (Испытания на огнестойкость конструкций и элементов здания. Часть 2. Заполнители деформационных швов) и европейскому EN 1366-4:2006+A1 «Fire resistance tests for service installations. Linear joint seals».

Целью испытаний является количественная оценка целостности и теплоизоляционной способности огнестойкой заделки деформационных швов, при изменении геометрии деформационного шва, в том числе знакопеременных изменений за определенный промежуток времени. Определяется потеря целостности (E) и потеря теплоизолирующей способности (I) вследствие повышения температуры на необогреваемой поверхности конструкции в среднем более чем на 140°C или в любой точке этой поверхности более чем на 180°C в сравнении с температурой конструкции до испытания или более 220°C независимо от температуры конструкции до испытания [4,5].

Длина испытательного образца должна составлять не менее 1 м для огнестойкой заделки (противопожарного барьера) шириной менее 100 мм; для огнестойкой заделки шириной более 100 мм, соотношение длины к ширине должно быть 10: 1; и уплотнения шире, чем 300 мм должны иметь минимальную длину 3 м для вертикальных элементов и 4 м для горизонтальных элементов.

Испытательная установка на определение механической прочности при перемещениях и циклических нагрузках деформационного шва с противопожарным барьером при изменении геометрии деформационного шва (в том числе знакопеременных изменений за определенный промежуток времени) должна обеспечивать: сжатие - не менее 95 %, растяжение - не менее 50 %, сдвиг - не менее 50 %.

Испытательное устройство должно быть спроектировано таким образом, чтобы обеспечивать возможность производить изменения геометрии деформационного шва, в том числе знакопеременных изменений за определенный промежуток времени.

Для проведения испытания несущая конструкция должна быть оборудована устройствами для контроля вертикального и горизонтального смещения, а также инструментами для измерения вращательной деформации как функции от времени испытания (рис. 1).

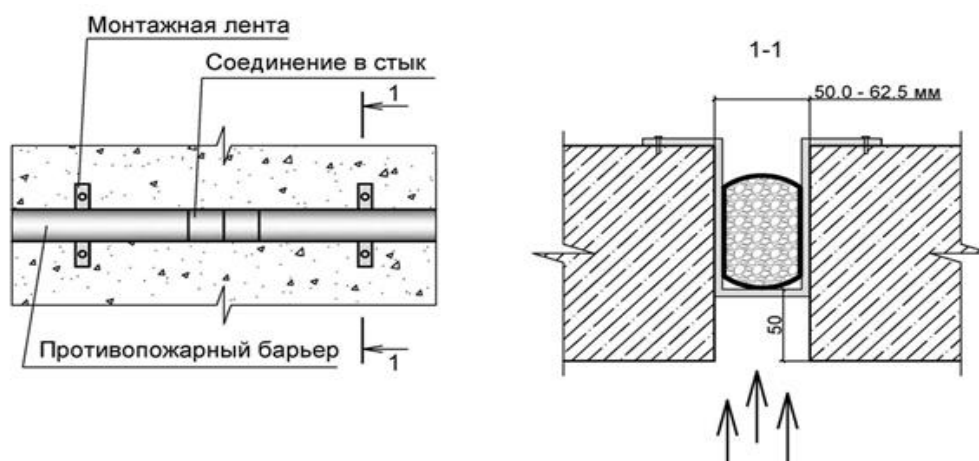


Рис. 1. Схема конструкции и устройства огнестойкого заполнения для огнестойкости деформационного шва

В настоящее время проходит обсуждение национального стандарта «Конструкции строительные. Средства огнестойкости деформационных швов. Методы испытаний на огнестойкость». Разрабатываемый национальный стандарт позволит выбрать надежные системы огнестойкости деформационных швов, повысить безопасность людей и снизить пожарную опасность строительных конструкций, сократить расходы на последующую эксплуатацию зданий и сооружений, снизить затраты при капитальных ремонтах и реконструкциях зданий и сооружений как гражданского строительства, так и объектов нефтегазового комплекса и АЭС, в том числе в районе сейсмической застройки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты»
2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018) // Собрание законодательства РФ. – 2008. – Ст. 88

3. Прусаков В.А., Гравит М.В., Тимофеев Н.С., Симоненко Я.Б., Гуторов К.В., Шевченко А.М.К.С. Огнезащита деформационных и линейных швов зданий и сооружений // Пожаровзрывобезопасность, 2018, Т.27, № 2-3, С. 45 – 56, DOI: 10.18322/PVB.2018.27.02-03.45-56;

4. ГОСТ 30247.0-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования»

5. ГОСТ 30247.1-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции»

УДК 614.8

А. Х. Салихова, М. А. Леонтьев

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ПРОТИВОПОЖАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Система показателей оценки уровня состояния пожарной безопасности позволит определять уровень пожарной безопасности любого пожаровзрывоопасного объекта и своевременно разрабатывать управленческие решения, направленные на обеспечение требуемого состояния пожарной безопасности и выполнение нормативных значений пожарного риска.

Ключевые слова: пожарная безопасность, управление пожарной безопасностью, оценка пожарной опасности, система показателей.

A. Kh. Salikhova, M. A. Leontiev

DEVELOPMENT OF A SYSTEM OF INDICATORS FOR ASSESSING THE LEVEL OF FIRE-FIGHTING STATE OF PRODUCTION FACILITIES

The system of indicators for assessing the level of the state of fire safety will determine the level of fire safety of any fire and explosion hazardous facility and timely develop management solutions aimed at ensuring the required state of fire safety and meeting the standard values of fire risk.

Key words: fire safety, fire safety management, fire hazard assessment, system of indicators.

Для эффективной управленческой деятельности в области пожарной безопасности необходимо проводить оценку уровня пожарной безопасности объекта для последующей разработки решений по предотвращению пожаров и противопожарной защиты, реализации организационно-технических мероприятий.

Учитывая причины возникновения пожаров на производственных объектах, уровень пожарной безопасности взрывопожароопасного объекта (далее – ВПОО), как большой технической системы, зависит от множества факторов, которые можно разделить на пять групп: человеческий фактор (персонал, работающий на ВПОО), техническое состояние опасного производственного объекта, используемая технология, контроль за функционированием опасного производственного объекта, внешние воздействия [1]. Таким образом, уровень противопожарного состояния производственного объекта можно определить как функцию:

$$P=P\{L, T, S, C, V\}, \quad (1)$$

где L - человеческий фактор;

T - техническое состояние ВПОО;

S - используемая технология;

C - контроль за функционированием ВПОО;

V - внешние воздействия.

Персонал, эксплуатирующий ВПОО, характеризуется его квалификацией, стажем работы на данном предприятии в данной должности, психологическим состоянием (психологической устойчивостью), а также заинтересованностью в соблюдении норм пожарной безопасности и техники безопасности. Таким образом функция L определяется как:

$$L=L\{k,s,p,z\}, \quad (2)$$

где k - уровень квалификация персонала;

o - стаж работы на данном предприятии в данной должности (опыт);

p - уровень психологического состояния (психологической устойчивости);

z - уровень заинтересованности в соблюдении норм пожарной безопасности и техники безопасности.

Техническое состояние ВПОО зависит от качества оборудования, применяемого на нем, состояния зданий и сооружений, а также от отработанного ресурса, отдельных технических устройств и/или всего объекта, наличия систем СПП и СППЗ. Таким образом, уровень технического состояния объекта определяется как функция:

$$T=T\{t, r, s, q\}, \quad (3)$$

где t - состояние зданий и сооружений;

r - отработанный ресурс, отдельных технических устройств или всего ОПО;

s - наличие систем СПП и СППЗ;

q - уровень качества используемых на ОПО технических устройств.

Технология определяется параметрами технического процесса, а также документацией, описывающей технологический процесс, т.е:

$$S= S\{d, g\}, \quad (4)$$

где d - параметры технологического процесса;

g - уровень качества документации, описывающей технологический процесс.

Контроль за функционированием ВПОО характеризуется качеством работы служб производственного контроля (уровнем функционирования элементов систем управления промышленной безопасностью). Эта функция определяется как:

$$C=C\{m\}, \quad (5)$$

где m - уровень деятельности служб производственного контроля (уровень функционирования элементов систем управления безопасностью).

Внешнее воздействие включает в себя погодные условия, влияющие на состояние отдельных технических устройств или всего опасного производственного объекта в целом, рельеф местности, возможность возникновения ЧС природного характера (землетрясения, цунами, потопа и т.д.) и техногенного (аварии на соседних участках, оборудовании, территории). Таким образом, уровень внешнего воздействия определяется как функция:

$$V=V\{u, y, f\}, \quad (6)$$

где u - погодные условия;

y – условия рельефа местности;

f- возможность возникновения ЧС.

Каждый из пяти факторов ранжируется по пятибалльной шкале с учетом параметров влияющих на него.

Персонал

5 баллов - высокий уровень квалификации; высокая психологическая устойчивость; отсутствует текучесть кадров; высокая оплата труда, нет задержек с выплатой денег; существует заинтересованность в соблюдении норм пожарной безопасности и техники безопасности; своевременно проводится обучение и аттестация руководителей и специалистов; регулярно проводится инструктаж.

4 балла - достаточно высокий уровень квалификации; достаточно высокая психологическая устойчивость; отсутствует текучесть кадров; достойная оплата труда, нет задержек с выплатой денег; существует заинтересованность в соблюдении норм пожарной безопасности и техники безопасности; проводятся обучение и аттестация руководителей и специалистов; регулярно проводится инструктаж.

3 балла - средний уровень квалификации, средний уровень психологического состояния работников; существует небольшая текучесть кадров; оплата труда не полностью удовлетворяет запросам работников; не у всех работников имеется заинтересованность в соблюдении норм пожарной безопасности и техники безопасности; проводятся обучение и аттестация руководителей и специалистов.

2 балла - средний уровень квалификации; не высокий уровень психологического состояния работников; существует текучесть кадров; низкая оплата труда; у большинства работников отсутствует заинтересованность в соблюдении норм пожарной безопасности и техники безопасности; обучение и аттестация руководителей и специалистов, а также инструктажи проводятся формально.

1 балл - низкий уровень квалификации; низкая психологическая устойчивость; большая текучесть кадров; низкая оплата труда, постоянные задержки с выплатой денег; отсутствует заинтересованность в соблюдении норм пожарной безопасности и техники безопасности; не проводятся обучение и аттестация руководителей и специалистов.

Техническое состояние объекта

5 баллов - применяемое на ВПОО оборудование сертифицировано, своевременно проводятся соответствующие испытания, диагностика, техническое освидетельствование сооружений и технических устройств; оборудование новое или практически новое; вовремя производятся плановые профилактика и ремонт.

4 балла - применяемое на опасном производственном объекте оборудование сертифицировано, соответствующие испытания, диагностика, техническое освидетельствование сооружений и технических устройств проводятся регулярно (но иногда, в следствие различных причин, с опозданиями и некоторыми недочетами); оборудование имеет небольшой износ; вовремя производятся плановые профилактика и ремонт (задержки бывают редко).

3 балла - применяемое на опасном производственном объекте оборудование сертифицировано, проводится большинство соответствующих испытаний, диагностик, освидетельствований сооружений и технических устройств; оборудование имеет износ свыше нормативного срока эксплуатации на 1-5 лет; плановые проверки и ремонт оборудования проводятся, но иногда с задержками.

2 балла - большинство применяемого на опасном производственном объекте оборудования сертифицировано, большинство соответствующих испытаний, диагностик, освидетельствований сооружений и технических устройств не проводятся; оборудование имеет большой износ; плановые проверки и ремонт оборудования не проводятся.

1 балл - не все применяемое на ОПО оборудование имеет соответствующие сертификаты, необходимые испытания, диагностика, технические освидетельствования сооружений и технических устройств не проводятся; ресурс многих технических устройств выработан; плановые профилактика и ремонт не проводятся.

Технология.

5 баллов - технологический процесс оптимальный, отвечает всем современным требованиям, полностью соответствует требованиям нормативно-правовых актов РФ и нормативных документов в области пожарной и промышленной безопасности; документация, описывающая технологический процесс, понятна и достоверна.

4 балла - технологический процесс довольно высокого уровня, отвечает большинству современных требований, в большей части соответствует требованиям нормативно-правовых актов РФ и нормативных документов в области пожарной и промышленной безопасности; документация, описывающая технологический процесс, довольно полна и понятна.

3 балла - технологический процесс несколько устарел, не отвечает некоторым современным требованиям, частично соответствует требованиям нормативно-правовых актов РФ и нормативных документов в области пожарной и промышленной безопасности; документация, описывающая технологический процесс, сложна в понимании и не достоверна.

2 балла - технологический процесс сильно устарел, не отвечает большинству современных требований, мало соответствует требованиям нормативно-правовых актов РФ и нормативных документов в области пожарной и промышленной безопасности; документация, описывающая технологический процесс, сложна в понимании и не достоверна.

1 балл - технологический процесс полностью устарел, не отвечает подавляющему большинству современных требований, не соответствует требованиям нормативно-правовых актов РФ и нормативных документов в области пожарной и промышленной безопасности; нет документации, описывающей технологический процесс.

Контроль за функционированием ВПОО

5 баллов - качественно функционирует служба производственного контроля и СУПБ в четком взаимодействии с надзорными органами.

4 балла - на должном уровне функционирует служба производственного контроля и СУПБ во взаимодействии с надзорными органами (имеются небольшие недочеты и несогласования, оперативно устраняемые).

3 балла - на должном уровне функционирует служба производственного контроля, но некоторые вопросы решаются формально, нет четкого взаимодействия с надзорными органами.

2 балла - служба производственного контроля в большинстве случаев функционирует формально.

1 балл - не функционирует служба производственного контроля (или функционирует формально).

Внешние воздействия

5 баллов - факторы, которые могут повлиять на безопасность ВПОО, отсутствуют или полностью контролируются, чрезвычайные ситуации исключены.

4 балла - факторы, которые могут повлиять на безопасность ВПОО, присутствуют в небольшом количестве и контролируются, чрезвычайные ситуации практически исключены.

3 балла - имеется ряд факторов, которые могут повлиять на безопасность опасного производственного объекта, осуществляется определенный контроль за ними, чрезвычайные ситуации возможны при определенных обстоятельствах.

2 балла - имеются факторы, могущие повлиять на безопасность опасного производственного объекта, контроль за этими факторами осуществляется формально, чрезвычайные ситуации очень вероятны.

1 балл - имеется много факторов, могущих повлиять на безопасность ВПОО и все они не контролируются, чрезвычайные ситуации неизбежны.

Влияние этих факторов на уровень противопожарного состояния для различных ОПО не однозначно, оно зависит от назначения объекта, его территориальной расположенности и др. Чтобы определить значимость того или иного фактора, его влияние на уровень пожарной безопасности ВПОО, необходимо ввести коэффициенты весомости, значения которых для каждого объекта различны и выбираются опытным путем. В качестве коэффициентов весомости использованы доли причин возникновения пожаров вследствие аварий, которые определяются по результатам их анализа, причем:

$$\sum_{i=1}^5 m_i = 100 \quad (7)$$

где m_i - коэффициент весомости того или иного фактора (доля причин возникновения инцидентов из-за того или иного фактора, в процентах).

Таким образом, уровень безопасности ВПОО определяется по формуле:

$$P = \frac{m_1 \times L + m_2 \times T + m_3 \times S + m_4 \times C + m_5 \times V}{100} \quad (8)$$

где L, T, S, C, V - экспертные оценки основных факторов, влияющих на уровень безопасности ВПОО.

Окончательно уровень противопожарного состояния определяется в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1. Определение уровня пожарной безопасности производственного объекта значительного риска

Количество баллов	Уровень пожарной безопасности
4 < P < 5	Высокий (аварии с последующим возникновением пожара или взрыва практически исключены)
3 < P < 4	Средний (аварии с последующим возникновением пожара или взрыва возможны в случае совпадения ряда обстоятельств)
2 < P < 3	Низкий (аварии с последующим возникновением пожара или взрыва весьма вероятны)
1 < P < 2	Критический (аварии с последующим возникновением пожара или взрыва практически неизбежны)

Представленная система оценки позволит определять уровень пожарной безопасности любого ПВОО и своевременно разрабатывать управленческие решения, направленные на обеспечение требуемого состояния пожарной безопасности и выполнение нормативных значений пожарного риска.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пантюхова Ю.В. Методика оценки уровня промышленной безопасности опасных производственных объектов систем газораспределения и газопотребления: Дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03: Москва, 2011, 127 с.

УДК 621.64

Г. Х. Самигуллин, Е. Н. Кадочникова

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОНЕФТЕПРОВОДОВ

Представлены данные фактического срока эксплуатации на опасных производственных объектах магистрального трубопроводного транспорта. Приведена статистика аварий.

Ключевые слова: опасные производственные объекты, нефтепродукты, трубопроводы, эксплуатация, авария

G. H. Samigullin, E. N. Kadochnikova

ANALYSIS OF GAS AND OIL PIPELINES TECHNICAL CONDITION

Data of actual service life at hazardous production facilities of main pipeline transport are presented. The accident statistics are given.

Key words: hazardous production facilities, oil products, pipelines, operation, accident

Трубопроводный транспорт в Российской Федерации является основным способом транспортировки нефти, нефтепродуктов и природного газа от мест добычи или производства к местам потребления. По официальным данным Федеральной службы государственной статистики, общая протяженность магистральных трубопроводов, без учета распределительных, промысловых и технологических трубопроводов, составляет более 252 тысяч километров, что включает в себя свыше 180 тыс. км газопроводов, 70 тыс. км нефтепроводов и более 19 тыс. км [1].

Значительная часть нефтегазовых трубопроводов имеет значительный срок эксплуатации, иногда превышающий нормативные значения. Износ нефтепроводного парка по разным данным составляет порядка 50-70% и выше:

- по данным Генеральной прокуратуры, износ основных фондов трубопроводного транспорта превышает 70% [2], в частности для Ханты-Мансийского автономного округа, на территории которого добывается порядка 50% российской нефти, износ нефтепроводов и водоводов, эксплуатируемых нефтегазодобывающими предприятиями, составляет 50% [3];

- по данным экспертных оценок, износ основных фондов нефтедобывающих компаний составляет 60% [4].

По информации Ростехнадзора (письмо от 21 января 2016 г. № 00-06-04/133), на 2016 год:

- 22% от общего количества промысловых (межпромысловых) трубопроводов имели фактический срок эксплуатации от 5 до 10 лет,

- 57 % трубопроводов – от 10 до 20 лет,

- 3,1% трубопроводов – свыше 20 лет.

Так, в 2017 году на опасных производственных объектах магистрального трубопроводного транспорта произошло 12 аварий, экономический ущерб от них составил 190 млн 799 тыс. руб. (в 2017 году – 79 млн 38 тыс. руб., из них экологический ущерб – 2 млн 113 тыс. руб. (в 2017 году – 62,1 тыс. руб.) [5].

По магистральным газопроводам показатели также подтверждают тенденцию устаревания производственных фондов. По данным ПАО «Газпром» [6], собственника единой системы газоснабжения, в 2012 г. доля газопроводов со сроком эксплуатации более 50 лет составляла около 8,4%, по итогам 2018 г. – уже 12%.

На рис. 1 приведена информация о структуре магистральных газопроводов по возрасту в процентном соотношении и по протяженности по состоянию на 31 декабря 2018 года.

С учетом того, что средний срок службы, на который рассчитывается амортизация газопровода составляет 25-30 лет [7], можно сделать вывод, что большая часть трубопроводов ПАО «Газпром» либо находится за чертой выработки, либо приближается к ней, что требует повышения уровня применяемых в эксплуатации технологий для обеспечения работоспособного состояния газопроводов.

При длительной эксплуатации трубопроводов опасность отказов, обусловленных деградиционными процессами в металле, возрастает [8-10]. В результате этого разрушение становится возможным даже при напряжениях, не превышающих максимально допустимые.

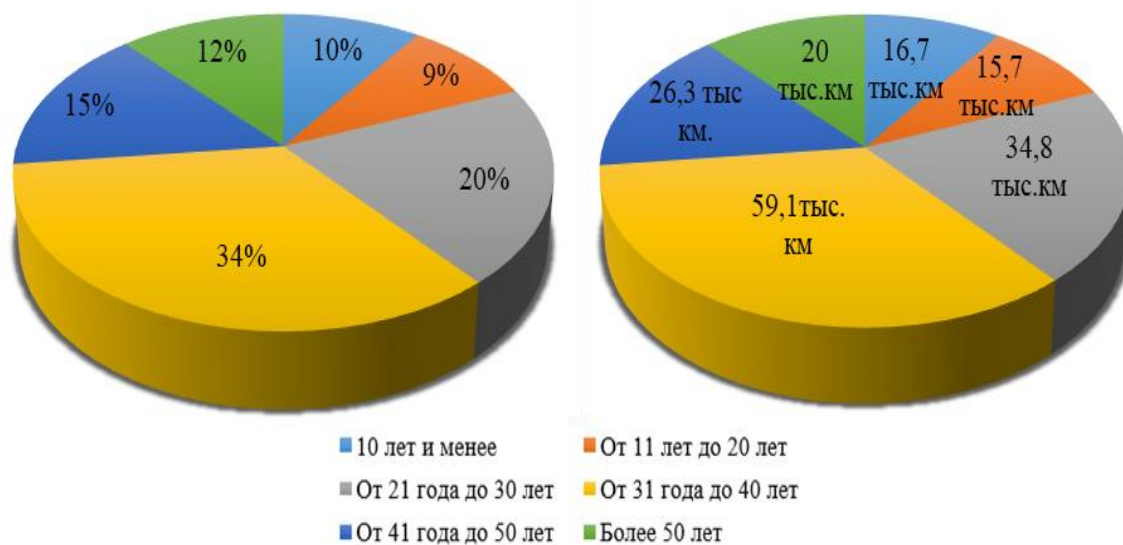


Рис. 1. Сведения по срокам эксплуатации магистральных газопроводов ПАО «Газпром»

Выделяют следующие деградационные процессы [11]:

- изменение геометрии элемента конструкции;
- поверхностное коррозионное повреждение элемента конструкции;
- образование и развитие макродефекта;
- деградация (старение) механических свойств материалов.

Проведен обзор состояния трубопроводной системы нефтегазовой отрасли и анализ условий эксплуатации трубопроводов. Показано, что в результате воздействия технологических повреждающих факторов – механических нагрузок, внутреннего давления, вибрационных нагрузок и агрессивной среды происходит ухудшение технического состояния трубопроводов. Перечисленные факторы способствуют снижению пожарной и промышленной безопасности эксплуатируемых газонефтепроводов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Идрисов, Р.Х. Анализ аварийности магистральных трубопроводов России /К.Р. Идрисова, Д.С. Кормакова //Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. – 2019. – № 2. – С. 44-46.
2. Паламарчук, А.В. Прокурорский надзор за исполнением законов в Арктической зоне (доклад начальника Главного управления по надзору за исполнением федерального законодательства Генеральной прокуратуры Российской Федерации А.В. Паламарчука). // Прокурор. - 2016. - № 2. - С. 38-47.
3. Ботвинкин, Е.Б. Актуальные аспекты прокурорского надзора за соблюдением требований промышленной и экологической безопасности при эксплуатации трубопроводного транспорта в ХМАО /Е.Б. Ботвинкин, М.Ю. Альшевский // Прокурор. - 2016. - № 3. - С. 36-40.
4. Информационное сообщение Минприроды России от 22 июля 2015 года // Минприроды России: [сайт]. –<https://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=141640> (дата обращения 06.01.2017) – Текст: электронный.
5. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2018 году // Ростехнадзор: [сайт]. - http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/ (дата обращения 18.01.2019) – Текст: электронный.
6. Отчет руководства ПАО «Газпром» за 2018 г. // ПАО Газпром: [сайт]. – <https://www.gazprom.ru/f/posts/65/760043/2018-mgt-report-ru.pdf>(дата обращения 25.02.2019) – Текст: электронный.
7. Постановление Правительства РФ от 01.01.2002 №1 (ред. от 28.04.2018) «О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы». - М.: 2002. – 54 с.
8. Чухарева, Н.В. Анализ причин аварийных ситуаций при эксплуатации магистральных трубопроводов в условиях Крайнего Севера в период с 2000 по 2010 гг. /Н.В. Чухарева, Т.В. Тихонова, С.А. Миронов // Нефтегазовое дело. – 2011. – №3. – С. 231-243.

9. *Большаков, А.М.* Анализ разрушений и дефектов в магистральных газопроводах и резервуарах Севера // Газовая промышленность. – 2010. – №5. – С. 52-53.

10. *Большаков, А.М.* Разрушения и повреждения при длительной эксплуатации объектов нефтяной и газовой промышленности / А.М. Большаков, Н.И. Голиков, А.С. Сыромятникова, А.А. Алексеев и др. // Газовая промышленность. – 2007. – №7. – С. 89-91.

11. *Горицкий, В.М.* Диагностика металлов / В.М. Горицкий. – М.: Металлургия, 2004. – 408 с.

УДК: 614.841

А. С. Сафронова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ЭКСПЕРТИЗА РАСЧЕТА ПОЖАРНОГО РИСКА

При строительстве и реконструкции каждого объекта необходимо обеспечить выполнение требований пожарной безопасности. Для этого определяются и изучаются возможные опасности пожара, анализируются условия и последствия распространения горения. На основе моделирования пожара и расчетов пожарного риска определяются решения в сфере пожарной безопасности, проектируются сети и оборудование, пути эвакуации людей. Чтобы выбрать правильные решения, снижающие опасность пожара для жизни и здоровья людей, имущества, производятся расчеты пожарного риска.

Ключевые слова: пожарный риск, экспертиза расчета риска, методика.

A. S. Safronova

EXAMINATION OF THE CALCULATION OF FIRE DANGER

During the construction and reconstruction of each facility, it is necessary to comply with fire safety standards. For this, potential hazards are identified and studied, the conditions and consequences of the spread of fire are analyzed. Based on fire risk calculations and fire modeling, solutions in the field of fire safety are determined, networks and equipment are designed, as well as evacuation routes. In order to choose the right solutions that reduce the danger to life and health of people and property, fire hazard calculations are made.

Key words: fire risk, examination of risk calculation, methodology.

Полностью устранить риск возникновения пожара невозможно. Однако, правильно определив и оценив возможные опасности, можно избежать человеческих жертв и минимизировать ущерб вследствие пожара. Экспертиза расчета пожарных рисков – один из видов независимых пожарных экспертиз, при проведении которой осуществляется оценка объективности, научной обоснованности, полноты, соответствия нормативным актам и правильности ранее проведенного расчета пожарного риска зданий и территорий [5].

Пожарный риск рассматривается как некая величина, которую можно измерить и получить конкретные значения. Допустимые значения пожарного риска, установленные Федеральным законом [4], приведены в таблице 1.

Таблица 1. Значения пожарного риска для производственных объектов

	Индивидуальный риск		Социальный риск
	На объекте	В жилой зоне	
Нормативный	10^{-6}	10^{-8}	10^{-7}
Допустимый	10^{-4}	10^{-6}	10^{-5}

Индивидуальный пожарный риск в зданиях и сооружениях не должен превышать значение одной миллионной в год при размещении отдельного человека в наиболее удаленной от выхода из здания и сооружения точке [4].

Для производственных объектов, на которых обеспечение величины индивидуального пожарного риска одной миллионной в год невозможно в связи со спецификой функционирования технологических процессов, допускается увеличение индивидуального пожарного риска до одной десятитысячной в год. При этом должны быть предусмотрены меры по обучению персонала действиям при пожаре и по социальной защите работников, компенсирующие их работу в условиях повышенного риска [4].

Величина индивидуального пожарного риска в результате воздействия опасных факторов пожара на производственном объекте для людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения вблизи объекта, не должна превышать одну стомиллионную в год [4].

Величина социального пожарного риска воздействия опасных факторов пожара на производственном объекте для людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения вблизи объекта, не должна превышать одну десятиmillionную в год [4].

Для производственных объектов, на которых для людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения вблизи объекта, обеспечение величины индивидуального пожарного риска одной стомиллионной в год и (или) величины социального пожарного риска одной десятиmillionной в год невозможно в связи со спецификой функционирования технологических процессов, допускается увеличение индивидуального пожарного риска до одной миллионной в год и (или) социального пожарного риска до одной стотысячной в год соответственно. При этом должны быть предусмотрены средства оповещения людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения, о пожаре на производственном объекте, а также дополнительные инженерно-технические и организационные мероприятия по обеспечению их пожарной безопасности и социальной защите [4].

Расчёт величины пожарного риска – это вычисление по утверждённым в установленном порядке методикам фактического значения пожарного риска на объекте защиты. Расчёт ведется для сравнения полученного результата со значением допустимого пожарного риска и дальнейшей оценки соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности.

Определение расчетных величин пожарного риска осуществляется на основании:

- а) анализа пожарной опасности объекта защиты;
- б) определения частоты реализации пожароопасных ситуаций;
- в) построения полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;
- г) оценки последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;
- д) наличия систем обеспечения пожарной безопасности зданий, сооружений и строений [2].

Нормативной базой для проведения расчётов пожарных рисков являются:

- Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности.

- Методика определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах.

Согласно проекту СП [3] проверка расчетов пожарного риска подразделяется на следующие типы:

- первичная проверка расчета пожарного риска;

- полная проверка расчета пожарного риска;

- подготовка заключения на расчет пожарного риска.

Первичная проверка расчетов пожарного риска, а также анализ соответствия расчета пожарного риска установленным требованиям, производится территориальным органом ГПН при выполнении расчета пожарного риска для эксплуатируемого объекта с целью снятия пунктов предписания об устранении имеющихся нарушений, а также при выполнении расчетов пожарного риска в составе декларации пожарной безопасности на стадии проектирования.

Первичная проверка расчета пожарного риска включает в себя:

- 1) проверку соответствия исходных данных, применяемых в расчете, фактическим данным, полученным в ходе его обследования (для эксплуатируемого объекта) или проектным решениям (для проектируемого объекта);
- 2) проверку соответствия требованиям, установленным Постановлением [2] и сводом правил;
- 3) проверку соответствия методики, использованной для расчета пожарного риска типу объекта;
- 4) проверку учета методикой риска несоблюдаемых нормативных требований пожарной безопасности, указанных в качестве основания для проведения расчета пожарного риска (при наличии нормативных требований) [3].

Полная проверка расчета пожарного риска состоит из первичной проверки и проверки соответствия расчета пожарного риска требованиям Методики [3].

Подготовка заключения на расчет пожарного риска заключается в проведении полной проверки пожарного риска и выдаче официального документа, содержащего обоснованный вывод о соответствии или несоответствии расчета пожарного риска требованиям документов, регламентирующих проведение расчета пожарного риска [3].

В процессе разработки расчетов могут возникать следующие проблемы:

- сложная архитектура и планировка объекта, приводящие к увеличению возможных сценариев развития пожара;
- подготовка расчетов на здания с большим количеством людей;
- большое количество опасных и сопутствующих факторов, что увеличивает время эвакуации и размеры полей опасных факторов пожара.

От правильности и точности расчета пожарных рисков напрямую зависит безопасность людей и имущества. Поэтому одной проверки расчета пожарного риска недостаточно, необходима полноценная экспертиза, которая сможет повысить точность, достоверность и обоснованность полученных данных.

Экспертиза расчета пожарного риска необходима при возникновении сомнения в правильности расчета пожарного риска. Сложность данной экспертизы заключается в отсутствии соответствующей методики, а также в том, что в методике расчета пожарного риска нет анализа достоверности полученных значений на всех стадиях, а также не предписано доказывать правильность полученного решения.

Авторы статьи [1] отмечают, что при проверке расчетов пожарного риска проблемным вопросом так же является отсутствие официальных методик расчета всех коэффициентов, используемых при проведении расчетов по оценке пожарного риска на объектах защиты.

Следует отметить, что вопросы порядка проведения экспертизы расчетов пожарного риска изучены недостаточно подробно. Как именно должна проводиться экспертиза? Какую методику необходимо использовать при ее производстве? Исходя из этого, автор настоящей статьи полагает актуальным направлением дальнейшего исследования разработку рекомендаций по проведению экспертизы расчета пожарного риска.

В ходе статьи был выявлен пробел в вопросе проведения экспертизы расчета пожарного риска. Единая методика для проведения данного вида экспертиз отсутствует, тем не менее, данный вид экспертиз выполняется, каждый эксперт проводит экспертизу исходя из своего собственного опыта и соображений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Балашова А.Е., Лапшин С.С.* Проблемы, возникающие при проверке расчетов по оценке пожарного риска на объектах защиты // Современные проблемы надзорной деятельности МЧС России: сборник материалов межвузовского научно-практического семинара, Иваново, 13 декабря 2018 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. С. 79-82.
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 31 марта 2009 г. N272 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска».
3. Проект СП «Расчет пожарного риска. Требования к порядку проведения, оформлению и проверке», 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://takir.ru/2020/02/26/sp-raschet-pozharnogo-riska-trebovaniya-k-poryadku-provedeniya-otformleniya-i-proverke>.
4. Федеральный закон РФ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
5. Экспертиза пожарного риска. Многопрофильный центр судебных экспертиз и криминалистики. [Электронный ресурс]. URL: <https://sudkrim.ru/index.php/ekspertiza-pozharnogo-riska>.

УДК 614.84:621.43.0447

Г. И. Смелков, А. И. Рябиков, В. А. Пехотиков, О. И. Грузинова, Н. М. Дармина
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

К ВОПРОСУ ОБ АКТУАЛИЗАЦИИ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ НА СРЕДСТВА ОГНЕЗАЩИТЫ КАБЕЛЕЙ

Разработаны актуализированные проекты стандартов на средства огнезащиты кабелей для различного вида электропроводок.

Ключевые слова: электропроводки, пожарная профилактика, средства огнезащиты кабелей, стандартизация.

G. I. Smelkov, A. I. Ryabikov, V. A. Pekhotikov, O. I. Gruzina, N. M. Darmina

ON THE ISSUE OF UPDATING THE REGULATORY FRAMEWORK FOR FIRE PROTECTION OF CABLES

Updated draft standards for fire protection of cables for various types of electrical wiring have been developed.

Key words: electrical wiring, fire prevention, fire protection of cables, standardization.

Статистические данные свидетельствуют о том, что в России, ежегодно, наибольшее количество пожаров, связанных с электроустановками, приходится на электропроводки и кабельные линии (в 2019 году – это 65 %).

Профилактика таких пожаров является весьма актуальным направлением деятельности института и осуществляется по трем основным направлениям:

- участие в разработке и совершенствовании различных видов устройств электрической защиты;
- участие в создании серии нового исполнения кабелей с повышенными показателями надежности и пожарной безопасности: не распространяющих горение, огнестойких, с низким дымо-газовыделением и низкой токсичностью продуктов горения;
- создание, модификация, актуализация и гармонизация нормативной базы, регламентирующей пожарную безопасность наиболее опасных видов электроустановок.

По первым двум направлениям участие института было высоко оценено Правительством Российской Федерации присуждением премий с присвоением званий Лауреатов премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники двум авторам доклада: Смелкову Г.И. (участие в создании серии кабелей нового поколения) и Пехотинову В.А. (участие в создании нового вида электрической защиты – автоматических выключателей дифференциального тока).

Внедрение полученных достижений на первых двух направлениях, конечно, способствовали и оптимизации нормотворческой деятельности института (третье направление), т.к. разрабатываемые средства активной (автоматические устройства) и пассивной защиты (новые виды кабелей и огнезащитных средств) должны корректно вписываться в противопожарные требования нормативных документов на кабельные линии и электропроводки.

В этом направлении в 2008-2009 годах институтом была решена крупная задача по разработке, взамен действующих в то время Норм пожарной безопасности (НПБ), серии стандартов на различные виды электропроводок и средств их противопожарной защиты, а также методы определения их огнезащитной эффективности [1-5].

В настоящее время в соответствии с планом НИОКР МЧС России институт занимается пересмотром этих стандартов, с целью их актуализации, а также модификации до уровня требований межгосударственной стандартизации стран – участниц Евразийского экономического союза (ЕАЭС).

В рамках доклада, посвященного применению огнезащитных кабельных составов, которые в актуализированных стандартах рекомендовано называть общим термином «средства огнезащиты кабелей» (СОК), необходимо отметить, что с освоением новых видов кабелей с повышенными показателями надежности и пожарной безопасности, отвечающих требованиям ГОСТ 31565-2012 [4], использование СОК в стране постепенно сокращается, но продолжает иметь важное значение, как это будет показано ниже, для объектов энергетики, в том числе атомной.

В институте, в настоящее время, разработан проект модифицированной версии действующего ГОСТ Р 53311-2009 [2], который гармонизирует национальные и межгосударственные подходы оценки эффективности СОК в части нераспространения горения по кабельным линиям и электропроводкам.

Эффективность средств огнезащиты кабелей считается отвечающей требованиям стандарта, если в результате сертификационных испытаний:

- длина поврежденной (обугленной) части кабельной прокладки с СОК (допустимый предел распространения горения) не превышает 1,5 м;
- коэффициент снижения длительного допустимого тока нагрузки $K_{тн}$ для кабелей покрытых СОК – не менее 0,98.

Если первый показатель вполне понятен, то второй требует некоторых пояснений. Как известно, нагрев токопроводящих жил (ТПЖ) кабелей при протекании токов нагрузки строго регламентирован: для ПВХ-пластиков, в том числе пониженной пожарной опасности и композиций, не содержащих галогенов – 70 °С; для сшитого полиэтилена – 90 °С.

Регламентация касается силовых кабельных изделий и нужна потому, что, как показали выполненные во ВНИИКабельной промышленности исследования, даже небольшой постоянный перегрев ТПЖ на (8-10) °С существенно (в 1,5-2 раза, с учетом условий прокладки), может снизить срок службы кабелей, что вполне очевидно, при задержке с их досрочной замены, усугубит пожарную опасность электросетей.

Интерес представляет установление предложенного институтом количественного значения $K_{тн}=0,98$. Понятно, что нанесенная на кабель огнезащитная краска является своего рода «шубой» для оболочки кабеля и она, естественно, будет снижать её теплоотдачу при прохождении токов нагрузки, температура жилы будет расти и может превысить допустимую. Возможны два пути решения задачи: снижение тока нагрузки или прокладка параллельно ещё одного кабеля, который возьмет на себя часть нагрузки. Но снижать ток нагрузки нельзя, т.к. он зависит от мощности потребителей, которые уже выбраны при проектировании и установлены на объекте. Демонтаж кабеля и замена его на большее сечение ТПЖ или прокладка рядом дополнительного кабеля требуют дополнительных и часто существенных материальных затрат. После долгих поисков и обсуждений с энергетиками и Госэнергонадзором было принято решение: ток нагрузки снижать можно, но не более чем на 2 %. Отсюда в стандарте и появился коэффициент $K_{тн} \geq 0,98$.

Говоря о сокращении областей применения СОК, следует констатировать, что на объектах атомной энергетики, в соответствии с Изменениями №1 [6] к СП 13.13130.2009 «Атомные станции. Требования пожарной безопасности» такое уменьшение коснется лишь сооружений, оборудованных установками пожаротушения, а вот кабели, не распространяющие горение, упоминаются в этом документе лишь применительно к их прокладке в коробе, и то записано не корректно: «при объеме полимерных материалов в коробе менее 0,007 м³ на погонный метр». Ошибочность такой формулировки заключается в том, что в отличие от открыто проложенных кабелей, в коробе процесс горения и распространения пламени в основном определяется объемом воздуха (кислорода) под крышкой короба.

Выполненные в институте исследования показали, что оптимальное для распространения огня внутри короба соотношение суммарной площади поперечного сечения кабелей к площади поперечного сечения короба составляет 15 %. Эта величина и зафиксирована в стандарте при испытании коробов на пожарную опасность.

Что касается открыто проложенных кабелей, то в соответствии с формулировкой Изменений №1, п.10.2 «применение огнезащитных покрытий следует предусматривать [для всех видов кабелей?] при объеме полимерных материалов в кабельном потоке более 0,007 м³ на погонный метр».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 53310-2009 «Проходки кабельные, вводы герметичные и проходки шинопроводов. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний на огнестойкость».
2. ГОСТ Р 53311-09 «Покрытия кабельные огнезащитные. Методы определения огнезащитной эффективности».
3. ГОСТ Р 53313-2009 «Изделия погонажные электромонтажные. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний».
4. ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности».
5. ГОСТ Р 53316-2009 «Кабельные линии. Сохранение работоспособности в условиях пожара. Методы испытаний».
6. Приказ МЧС России «Об утверждении Изменений №1 к своду правил СП 13.13130.2009 «Атомные станции. Требования пожарной безопасности», утвержденному приказом МЧС России от 07.09.2009 №515.

УДК 614.841.41

В. Г. Спиридонова, О. Г. Циркина, А. Л. Никифоров, С. Н. Ульява
ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗВИТИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ ОЦЕНКИ ПОЖАРООПАСНЫХ СВОЙСТВ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ С НАНЕСЕННОЙ ОГНЕЗАЩИТОЙ

В данной статье описаны основные отечественные и европейские нормативные документы, применяемые для оценки пожароопасных свойств текстильных материалов в зависимости от назначения. Проанализированы методики, описанные в нормативных документах. Рассмотрена возможность применения утвержденных методов исследования для тканей с нанесенной огнезащитой.

Ключевые слова: текстильные материалы, пожарная опасность, воспламеняемость, огнестойкость, огнезащитный состав.

V. G. Spiridonova, O. G. Tsirkina, A. L. Nikiforov, S. N. Ul'eva

DEVELOPMENT OF A REGULATORY FRAMEWORK IN THE FIELD OF ASSESSING THE FIRE HAZARD PROPERTIES TEXTILE MATERIALS WITH APPLIED FIRE PROTECTION

The article describes the main domestic and European regulatory documents used to assess the fire hazard properties of textile materials, depending on the purpose. Analyzed the methods described in the normative documents. Considered the possibility of using approved research methods for fabrics with applied fire protection.

Key words: textile materials, fire hazard, flammability, fire resistance, flame retardant.

Качественная оценка пожароопасных свойств текстильных материалов приобретает все большее значение. Статистика пожаров на территории Российской Федерации свидетельствует о том, что количество возгораний в жилых зданиях и на производственных объектах остается значительным.

В 2019 году на территории Российской Федерации было зарегистрировано 471357 пожаров, на которых погибло 8567 человек и травмировано 9477 человек. Прямой материальный ущерб от пожаров составил 18170,4 млн рублей. Наибольшее количество пожаров произошло в зданиях и сооружениях жилого назначения – 76,0% от общего количества. На эти же объекты пришлось и наибольшее число погибших на пожарах – 7705 человек (90,0% от общего числа погибших по стране) и число людей, получивших травмы различной степени тяжести – 6715 человек (71,0% от общего числа травмированных по стране). При этом 72,0% от общего количества пожаров в стране произошло по причине неосторожного обращения с огнем. Значительное число пожаров произошло по причинам, связанным с нарушением правил и условий эксплуатации электрооборудования (10,5%), нарушением правил устройства и эксплуатации печей и дымовых труб (5,8%), поджогами (3,1%) [10].

Для определения соответствия требованиям пожарной безопасности используемых в быту и промышленности текстильных материалов и изделий из них в современной России действует ряд национальных и межгосударственных стандартов. История их формирования и принятия напрямую связана с хронологией исследования пожароопасных свойств тканей.

Системный подход к вопросу оценки пожарной опасности текстильных материалов давно присутствует в США и ряде европейских стран. В 1954 году в США были впервые опубликованы законодательные предписания по обращению с горючими текстильными материалами, которые были дополнены в 1967 году таким документом, как «Постановление о горючих тканях» (№1 и №2). Аналогичные документы были разработаны в Великобритании – «Предписания по безопасности ночной одежды 167N839», в Швейцарии – «Предписание по обращению с продовольствием и предметами потребления» и в Германии – ДИН 23325. В 1977 году подобные нормативные документы появились в таких странах, как Австралия, Австрия, Ирландия, Канада, Франция, Швеция, ЮАР и Япония [11].

К концу XX века темпы развития нормативной правовой базы для оценки пожароопасных свойств текстильных материалов стали увеличиваться. Методы испытаний было предложено разделять в зависимости от сферы применения исследуемых материалов. Это привело к тому, что появились отдельные международные и национальные стандарты для большинства текстильных изделий, применяемых в быту. Для оценки воспламеняемости штор и занавесей в 1984 году были приняты два нормативных документа: ISO 6940:1984 Текстильные материалы – поведение при горении – определение легковоспламеняемости вертикально ориентированных образцов (Textile fabrics – Burning behaviour – Determinations of ease of ignition of vertically oriented specimens) [3] и ISO 6941:1984 Текстильные материалы – измерение способности к распространению пламени вертикально ориентированных образцов (Textile fabrics – Measurement of flame spread properties of vertically oriented specimens) [2]. С целью оценки пожарной опасности текстильных материалов, используемых в качестве постельных принадлежностей, был разработан ряд методик. Наиболее часто применялись методы испытания, закрепленные в стандарте ISO 12952-2:1998 Текстильные материалы. Поведение постельных принадлежностей при горении (Textiles-Burning behaviour of bedding items) [1].

К специальной защитной одежде рабочих предъявляются особые требования. В зависимости от назначения материалов защитной одежды определяются устойчивость к воздействию теплового излучения: метод определения теплозащитной эффективности ткани (ISO 6942:2002) [4], устойчивость к воздействию пламени, теплопередачу при воздействии открытого пламени: метод косвенно связан с определением условий, исключающих возможность нагрева внутренней поверхности одежды до температуры 45-50°C (ISO 9151:2016) [5].

Развитие норм в области пожарной безопасности в европейских странах и США происходило поступательно. Необходимость разработки методик исследования образцов текстильных материалов на воспламеняемость и закрепления их в нормативных документах определялась частотой пожаров конкретных текстильных

изделий и величиной нанесенного ущерба. В первую очередь внимание обращалось на предметы из текстиля, применяемые в жилых помещениях (занавеси, шторы, постельное белье, ночная одежда, обивка мебели), и элементы специальной и защитной одежды.

В настоящее время в странах Европы действуют различные стандарты, применяемые для сертификации текстильной продукции для внутреннего рынка страны. Как правило, европейские стандарты оказываются намного жестче отечественных требований.

В Советском Союзе основные методики по определению пожарной опасности материалов были разработаны Всесоюзным научно-исследовательским институтом пожарной охраны. Для проведения испытаний по определению пожароопасных свойств текстильных материалов был разработан метод «огневой трубы», по которому огнестойкость материала оценивалась по проценту потери массы образца. Однако данная методика не всегда предполагала получение достоверного результата [8].

Российская нормативная правовая база развивалась параллельно с зарубежной. Методики исследования тканей на воспламеняемость также разделились в зависимости от назначения испытываемого образца. С целью определения воспламеняемости текстильных материалов применяется ГОСТ Р 50810-95 «Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация».

Испытания на воспламеняемость для постельных принадлежностей, штор и занавесей, а также мягких элементов мебели проводятся в соответствии с ГОСТ Р 53294-2009 «Материалы текстильные. Постельные принадлежности. Мягкие элементы мебели. Шторы. Занавеси. Методы испытаний на воспламеняемость». Ковровые напольные изделия и покрытия испытываются в соответствии с другим нормативным документом – ГОСТ 32088-2013 «Материалы текстильные. Покрытия и изделия ковровые напольные. Воспламеняемость. Метод определения и классификация» [9].

Испытания специальной одежды проводятся с учетом дополнительных требований. Методика исследования образцов текстильных материалов для пошива специальной одежды на огнестойкость закреплена в ГОСТ 11209-2014 «Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний». При проведении испытаний фиксируются сразу несколько показателей, позволяющих классифицировать ткань как огнестойкую или не огнестойкую: длительность остаточного горения, длительность остаточного тления, длина обугленного участка и наличие термической усадки [6].

Проводимые испытания в соответствии с национальными стандартами позволяют получить данные по пожарной опасности тканей, используемые в дальнейшем для классификации текстильных материалов в соответствии с основным нормативным правовым документом – Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности [13]. Согласно данному нормативному правовому акту классифицируются и ткани с нанесенной огнезащитной обработкой. Однако вышеперечисленные утвержденные методики не всегда учитывают особенности тканей, обработанных огнезащитными композициями.

На основании руководства, разработанного ФГУ ВНИИПО МЧС России, для оценки пожароопасных свойств текстильных материалов в зависимости от области применения используются следующие нормативные документы:

- 1) ГОСТ Р 50810-95 «Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация» - шторы и занавеси, элементы мебельной ткани, специальная одежда;
- 2) НПБ 257-2002 «Материалы текстильные. Постельные принадлежности. Мягкая мебель. Шторы. Занавеси. Методы испытаний на воспламеняемость» - шторы и занавеси, элементы мебельной ткани, постельные принадлежности;
- 3) ИСО 6942-2002 «Одежда для защиты от воздействия тепла и пламени. Методика оценки поведения материалов и выполненных на их основе композиций под воздействием теплового излучения» - специальная одежда;
- 4) ИСО/ДИС 9151 «Одежда для защиты от воздействия тепла и пламени. Определение температуропроводности при воздействии пламени» - специальная одежда;
- 5) ГОСТ Р 51032-97 «Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени» - ковровые покрытия;
- 6) ГОСТ 3813-72 (ИСО 5081-77, ИСО 5082-82) «Материалы текстильные. Ткани и штучные изделия текстильные. Методы определения разрывных характеристик при растяжении» - постельные принадлежности, элементы мебельной ткани (документ отменен в части);
- 7) ГОСТ 19297-2003 «Ткани хлопчатобумажные с огнезащитной отделкой. Технические условия» - ковровые покрытия;
- 8) ГОСТ 12.4.049-78 «Ткани хлопчатобумажные и смешанные для спецодежды. Метод определения устойчивости к мокрой обработке» - специальная одежда [12].

Стоит отметить, что из вышеперечисленных национальных и межгосударственных стандартов только ГОСТ 19297-2003 описывает проведение испытаний только для тканей с нанесенной огнезащитой и распространяется на хлопчатобумажные ткани, предназначенные для изготовления изделий спецназначения, с нанесенной огнезащитной отделкой на основе дициандиамида и фосфорной кислоты [7].

Несмотря на то, что хлопковое волокно является одним из основных видов сырья текстильной промышленности, для пошива специальной и защитной одежды, занавесей, мебельной обивки применяются и другие натуральные и искусственные волокна, огнезащитные свойства которых также требуют оценки. Поэтому существует необходимость в разработке универсальных методик оценки изменения пожароопасных свойств текстильных материалов различного нанесения после обработки их огнезащитными композициями.

Таким образом, с целью оценки пожароопасных свойств тканей и изделий из них в зависимости от назначения и сферы применения в Российской Федерации принят ряд межгосударственных и национальных стандартов. Их перечень достаточно обширен и содержит отдельные нормативные документы для декоративных тканей, штор и занавесей, постельных принадлежностей, ковровых покрытий и специальной одежды. При этом большая часть стандартов не учитывают возможность испытания тканей с нанесенной огнезащитой, что не позволяет оценить изменение свойств обработанных антипиренами образцов и эффективность их применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ISO 12952-2:1998 Textiles – Burning behaviour of bedding items – Part 2: Specific test methods for the ignitability by a smouldering cigarette. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/22779.html> (дата обращения 14.02.2020).
2. ISO 6940:1984 Textile fabrics – Burning behaviour – Determination of ease of ignition of vertically oriented specimens. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/13479.html> (дата обращения 14.04.2020).
3. ISO 6941:1984 Textile fabrics – Measurement of flame spread properties of vertically oriented specimens. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/13482.html> (дата обращения 14.04.2020).
4. ISO 6942:2002 Protective clothing — Protection against heat and fire — Method of test: Evaluation of materials and material assemblies when exposed to a source of radiant heat. URL: <https://www.iso.org/standard/26327.html> (дата обращения 02.03.2020).
5. ISO 9151:2016 Protective clothing against heat and flame — Determination of heat transmission on exposure to flame. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/55326.html> (дата обращения 02.03.2020).
6. ГОСТ 11209-2014 «Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний» (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 12 декабря 2014 г. №2085-ст). URL: <https://base.garant.ru/71194908/> (дата обращения 20.09.2020).
7. ГОСТ 19297-2003 «Ткани хлопчатобумажные с огнезащитной отделкой. Технические условия» (принят Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 22 мая 2003 года №23)). URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200042294> (дата обращения 09.09.2020).
8. Монахов В.Т. Методы исследования пожарной опасности веществ. – М.: Химия, 1972. – 414 с.
9. Никифоров А.Л., Циркина О.Г., Ульява С.Н., Спиридонова В.Г. Новые подходы к оценке пожароопасных свойств текстильных материалов // Сетевое издание «Пожарная и аварийная безопасность», 2019. – № 4 (15). – С. 11-18 [Электронный ресурс]. URL: <http://pab.edufire37.ru/> (дата обращения 20.02.2020).
10. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 г.: государственный доклад. – М.: МЧС России, ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2020. – 259 с.
11. Самохвалов Е. Вопросы огнезащиты текстильных материалов // Независимый украинский журнал «F+S: технологии безопасности и противопожарной защиты», 2013 [Электронный ресурс]. URL: http://security-info.com.ua/articles/?ELEMENT_ID=1626 (дата обращения 23.03.2020).
12. Способы и средства огнезащиты текстильных материалов. Руководство МЧС России. – Введ. 2004-01-21. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2004. – 48 с.
13. Федеральный закон от 22 июля 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями и дополнениями). URL: <https://base.garant.ru/12161584/> (дата обращения 03.09.2020).

УДК 614.8

Е. В. Степанов¹, Д. В. Тараканов²

¹ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

²ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОДДЕРЖКА УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПОИСКЕ ПОСТРАДАВШИХ НА ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ ПРИ ПОЖАРАХ И ЗАДЫМЛЕНИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛА

Проведен системный анализ процесса поиска пострадавших при пожарах в зданиях промышленного назначения. Предложены направления использования систем позиционирования персонала при поиске и спасении пострадавших. Разработана схема реализации работы систем позиционирования в составе автоматизированных систем мониторинга, предупреждения и ликвидации пожаров.

Ключевые слова: поиск пострадавших, поддержка управления, пожар, промышленный объект.

E. V. Stepanov, D. V. Tarakanov

MANAGEMENT SUPPORT WHEN SEARCHING FOR VICTIMS AT POTENTIALLY DANGEROUS INDUSTRIAL SITES IN CASE OF FIRES AND SMOKE USING PERSONNEL POSITIONING SYSTEMS

A systematic analysis of the process of searching for victims of fires in industrial buildings was carried out. Directions of personnel positioning systems use in search and rescue of victims are proposed. A scheme has been developed to implement the operation of positioning systems as part of automated fire monitoring, prevention and elimination systems.

Keywords: search of victims, support of management, fire, industrial facility.

Для устойчивого социально-экономического развития страны и минимизации потерь от пожаров осуществляется совершенствование информационного обеспечения служб экстренного реагирования России. Для этого в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации № 2446-р [1] разработана концепция единого информационного пространства в части, касающейся оперативного управления пожарными подразделениями, которая реализуется в создании систем поддержки управления.

При прибытии пожарных формирований к месту пожара одной из главенствующих задач является спасение пострадавших в случаях невозможности самостоятельной эвакуации [2]. На многих опасных промышленных предприятиях используются системы позиционирования персонала, позволяющие контролировать местонахождение рабочих на территории предприятия. Информация, получаемая от систем позиционирования, может существенно повысить эффективность поисковых работ [3, 4]. Стоит отметить, что при развитии пожара различные коммуникации предприятия могут выйти из строя, в том числе и система позиционирования персонала. Как следствие актуальность полученной информация от данных систем будет не однозначна. В настоящее время методов, моделей и алгоритмов использования результатов мониторинга от систем позиционирования персонала при поиске пострадавших не разработано.

Таким образом, актуальность исследования определяется необходимостью внедрения современных моделей и алгоритмов поддержки управления и создание программно-аппаратного комплекса при поиске пострадавших на опасных промышленных объектах с использованием систем позиционирования.

Использование систем позиционирования в составе автоматизированных систем мониторинга, предупреждения и ликвидации пожаров позволяет получать оперативную информацию в условиях задымления, что выгодно отличает данный вид систем от систем наблюдения и визуализации.

Разработана схема реализации работы системы позиционирования в составе автоматизированных систем мониторинга, предупреждения и ликвидации пожаров (рис. 1).

Предлагается использование систем позиционирования в следующих функциональных подсистемах автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности [5] по осуществлению мониторинга, предупреждения и ликвидации пожаров на потенциально опасных промышленных объектах (рис. 2).

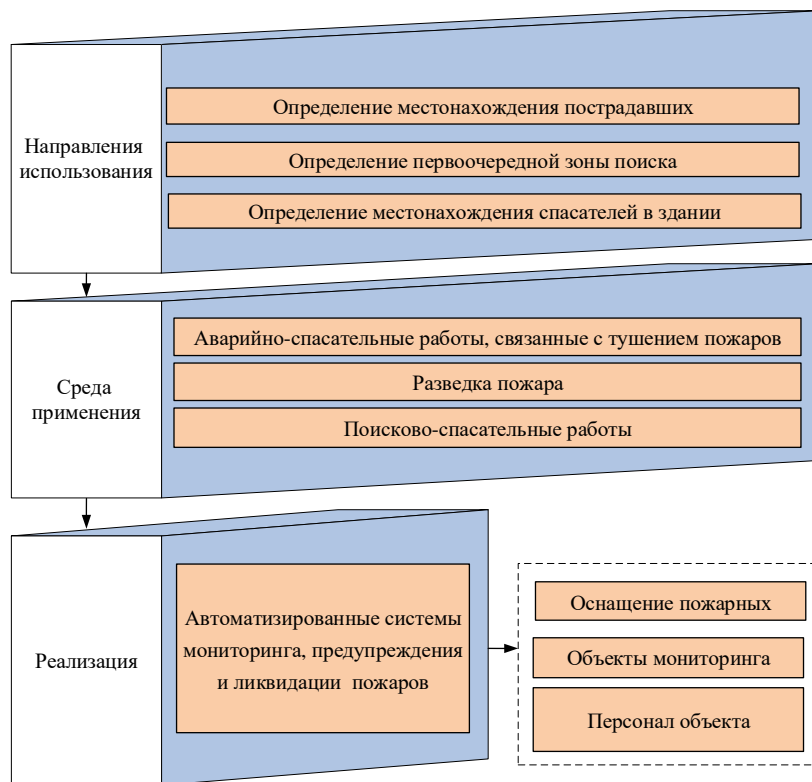


Рис. 1. Схема реализации работы систем позиционирования в составе автоматизированных систем мониторинга, предупреждения и ликвидации пожаров

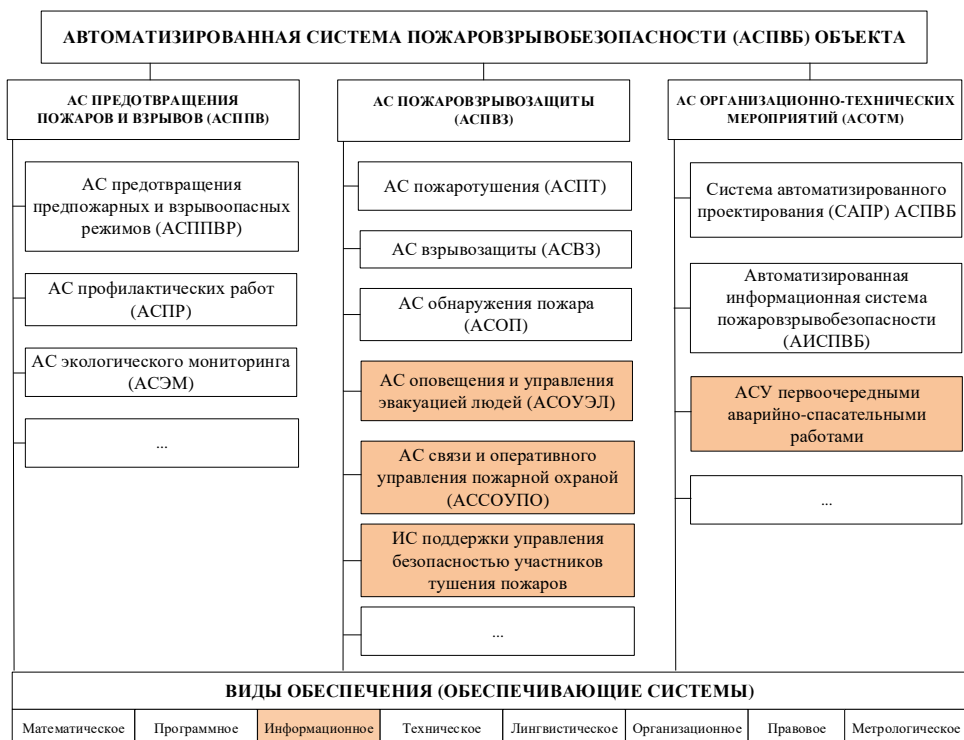


Рис. 2. Обобщенная структура автоматизированной системы пожаровзрывобезопасности (АСПВБ) объекта

В работе отражены следующие основные результаты по исследованию систем позиционирования в составе автоматизированных систем мониторинга, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и пожаров:

- предложены направления использования систем позиционирования персонала при поиске и спасении пострадавших.
- разработана схема реализации работы систем позиционирования в составе автоматизированных систем мониторинга, предупреждения и ликвидации пожаров

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 03.12.2014 г. № 2446-р «Об утверждении Концепции построения и развития аппаратно-программного комплекса «Безопасный город»».
2. Приказ МЧС России от 16.10.2017 г. № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».
3. *Степанов Е.В.* Системы позиционирования персонала на потенциально опасных промышленных объектах. // Системы безопасности: материалы 28 международной научно-практической конференции. М.: Академия ГПС МЧС России. С. 123-127.
4. *Степанов Е.В.* Применение системы позиционирования персонала в автоматизированной системе поддержки принятия решения // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: материалы III международной научно-практической конференции. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. С. 534-538.
5. *Топольский Н.Г.* Основы автоматизированных систем пожаровзрывобезопасности объектов. М.: МИПБ МВД России, 1997. 164 с.

УДК 621.865; 614.83; 614.84.

А. Г. Фрайденберг

Департамент по чрезвычайным ситуациям Костанайской области МЧС Республики Казахстан

АНАЛИЗ ПРОВОДИМЫХ МЕРОПРИЯТИЙ СПАСАТЕЛЬНЫМИ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ МЧС КАЗАХСТАНА ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЙ НА ВЗРЫВООПАСНЫХ ОБЪЕКТАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ РОБОТИЗИРОВАННЫХ АППАРАТОВ

В статье приведен анализ существующих и используемых специальными подразделениями в настоящее время как в мировой практике, так и подразделениями МЧС Казахстана способов противодействия угрозе безопасности населения и территорий населенных пунктов, при чрезвычайных ситуациях, вызванных ЧС на взрывоопасных объектах, а также при ликвидации их последствий. Рассмотрены основные проблемные вопросы связанные с применением робототехнических средств.

Ключевые слова: пожары, взрывы, МЧС Казахстана, роботизированные комплексы, способы, локализация, ликвидация, чрезвычайная ситуация, подготовка.

A. G. Freidenberg

ANALYSIS OF ACTIVITIES CARRIED OUT BY RESCUE UNITS OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF KAZAKHSTAN IN THE ELIMINATION OF FIRES AND THEIR CONSEQUENCES ON EXPLOSIVE OBJECTS USING ROBOTIC SYSTEMS

The article provides an analysis of existing and currently used by special units both in world practice and by units of the Ministry of emergency situations of Kazakhstan methods of countering the threat to the security of the population and territories of localities, in emergency situations caused by fires and explosions at dangerous objects, as well as in the elimination of their consequences. The main problematic issues related to the use of robotic tools are considered.

Key words: fires, explosions, Ministry of emergency situations of Kazakhstan, robotic systems, methods, localization, elimination, emergency situation, preparation.

В нашей современности для улучшения тактики и увеличения возможностей подразделений пожарных спасателей начато использование робототехники при ликвидации ЧС, в том числе связанных с тушением пожаров. Большую роль этот момент играет для спасателей, работающих на территории взрывоопасных объектов, приносящих тяжёлые травмы людям управляющими пожарной техникой. Присутствует надежда, что робототехнические аппараты (далее - РА) в недалёком будущем станут альтернативой пожарных в ситуациях, при выполнении задач которых, предусматривает риск с большой опасностью для жизни и ущерб здоровью людей либо выходит за пределы возможностей человека.

Тем не менее, средние и тяжёлые РА, по некоторым причинам (отсутствует тактика применения РА и т.д.) очень редко используются в практике подразделениями при ликвидации ЧС. Мировой опыт наглядно демонстрирует возможности ликвидации ЧС с применением различных технических устройств, в том числе эффективное применение РА увеличивая тактические возможности подразделений для тушения пожара. Организованная тактика действий и слаженное взаимодействие подразделений является результатом комплекса подготовительных мероприятий по заблаговременному планированию и практической отработке действий сил и средств непосредственно в ЧС [1].

На данный момент, применение методов ликвидации ЧС, связанных с применением робототехнических аппаратов в ЧС, основаны на анализе накопленного практического опыта и научных исследований и применяются при аварийно-спасательных работах для разведки зоны ЧС и очага поражения, а также комплекс других мероприятий и привлекаются на основании статьи 56 Закона РК от 11 апреля 2014 года № 188-V «О гражданской защите» [2].

Необходимо единое понимание того, что представляет из себя понятие «робототехнический аппарат». РА – это самодвижущееся автоматизированное техническое устройство, изготовленное для выполнения заданных функций и других видов работ без непосредственного участия человека в зоне ЧС в определенных условиях и при взаимодействии с окружающей средой. Классификация РА по технологическим возможностям и выполняемым в ЧС задачам подразделяется на следующие классы:

1. Легкого – отдельные технологические операции, в том числе разведывательные;
2. Среднего – отдельные виды аварийно-спасательных, а также неотложных работ;
3. Тяжелого – наряду с отдельными видами работ, комплекс более масштабных и трудоемких работ по ликвидации последствий ЧС [3].

Многие специалисты и учёные занимались исследованиями, в том числе и экспериментальными, в сфере применения в ликвидации чрезвычайных ситуаций РА, также и при тушении пожаров. Однако, ознакомившись с результатами рассматриваемых исследований показал, что вопрос применения РА для тушения пожаров на взрывоопасных объектах слабо исследован, отсутствует специально разработанная для этих целей робототехника и мало освещена методическая база по технологическому применению. Информационными основами исследования по большей части являются статистические данные по пожарам, произошедшим на взрывоопасных объектах, а также данные научно-исследовательских работ по разработке и применению РА при тушении пожаров.

Оснащение РА-ми повышает уровень защиты личного состава от опасных факторов взрыва, увеличивает возможности тактического усиления противопожарных мероприятий в условиях плохой видимости и других неблагоприятных для человека явлений. На сегодняшний день, применение РА довольно редкое явление для спасательных подразделений МЧС Казахстана. Связано это в первую очередь с отсутствием отработанных на практике тактических приёмов использования РА, а также малого количества РА состоящих на вооружении спасателей. Взрывоопасные объекты по своему значению и сути являются уникальными, в связи с этим к ним необходим отдельный подход в плане ликвидации ЧС и тушение пожаров. К таковым относят и взрывоопасные объекты. Исходя из этого, тактические действия, связанные с применением РА на взрывоопасных объектах, в условиях ограниченного пространства, будут существенно отличаться от тактически действий на открытой местности.

При ликвидации ЧС присутствуют определённые закономерности, что позволяет определять методы использования сил и средств подразделений спасателей. Особенности РА, повышающими тактические возможности спасателей, являются:

вероятность повышения скорости выполнения заданной последовательности действий по сравнению с обычными средствами тушения пожара, при увеличении возможности защиты самих пожарных спасателей от взрывов за счёт удаления на безопасное расстояние;

продолжительность работы РА в условиях особой опасности для жизни и здоровья людей на порядок выше, чем у обычных подразделений, в виду отсутствия человеческого фактора – физической усталости;

при использовании нескольких РА процесс тушения пожара становится комплексным, что повышает тактические возможности подразделений.

Применение РА, также включает особенности, наличие которых может негативно влиять на общие тактические возможности пожарных подразделений при тушении пожара, например: как правило, все действия выполняются только при автономной работе РА и в рамках прописанных алгоритмов и возможностей самой конструкции, управляемой оператором; РА зависит от надёжной работы сложных электронных систем; конструктивными особенностями РА ограничены возможности передвижения; графическая детализация обстановки в условиях плотного задымления видеообъектива камер ограничена и отсутствует контакт управляющего с РА.

На сегодняшний день, техногенные ЧС, в том числе на взрывоопасных объектах, в зависимости от обстановки повсеместно сопровождаются пожарами, взрывами, радиационным загрязнением местности, условиями масштабированного осколочного, высокотемпературного воздействия. Данный факт, безусловно, обосновывает применение робототехники и требует применения комплекса РА, имеющих устойчивый «иммунитет» к поражающим факторам ЧС, кроме того концентрирует особое внимание на специфические условия ее применения.

Управление действиями РТС на ликвидации ЧС предусматривает оценку обстановки и организацию мероприятий управления посредством ретрансляторов, средств видеонаблюдения, разработку тактики применения РА, обеспечение контроля и проведение других мероприятий, обеспечивающих эффективность действий по реагирования на изменение обстановки в ЧС.



Рис. 1. Система управления РТС

Управление РА преимущественно производится посредством передачи сигналов через радиосети. Способ управления РА посредством проводной связи сковывает дальность действия кабеля, при этом появляется угроза, что его могут повредить. Для поддержания хорошего качества связи для управления РА необходимо заблаговременно обеспечить условия для стабильной передачи радиосигналов по всей территории работ. Кроме того, следует предусмотреть установку временных ретрансляторов на случай повреждения постоянных ретрансляторов или ухудшения радиосигнала на дальних участках в районе ликвидации ЧС. Для обеспечения непрерывного контроля за действиями РА и обстановки, необходимо наладить дистанционное видеонаблюдения, а также задействовать контрольно-измерительные системы.

Таким образом, уже сегодня, открываются новые возможности по сохранению жизни личного состава спасателей в особых ситуациях требующих рискованных и решительных действий. Показательным примером того, что необходимо внедрять технологичные РА явилось событие 2019 года со взрывом в склада и последующим пожаром в воинской части на территории города Арысь Республики Казахстан, где затем проводились экстренные эвакуационные мероприятия. Поэтому необходимо дальнейшая детальная отработка теоретического анализа и интеграции практического мирового опыта, опыта МЧС России в повседневную деятельность подразделений МЧС Казахстана. Для чего необходимо рассмотреть вероятность укомплектования части специальных подразделений региональных спасательных отрядов РА, зарекомендовавшими себя в ряде проведенных спасательных операций дальнего и ближнего зарубежья!

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по тактике применения наземных робототехнических средств при тушении пожаров (утверждены МЧС России от 17 июля 2015 года) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fireman.club/literature/metodicheskie-rekomendacii-po-taktike-primeneniya-nazemnyx-robototexnicheskix-sredstv-pri-tushenii-pozharov-ot-17-07-2015-utv-general-polkovnikom-vn-s-l-a-p-chupriyanom-g-moskva/> (дата обращения: 21.08.2020).
2. Закон Республики Казахстан от 11 апреля 2014 года № 188-V «О гражданской защите», Раздел 5. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://online.zakon.kz/document/?doc_id=31534450#pos=59;44 (дата обращения: 05.09.2020).
3. Применение робототехнических средств МЧС России для ликвидации последствий техногенных ЧС. В. Северов, А.В. Байков [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://docplayer.ru/40128554-Primenenie->

robototekhnicheskikh-sredstv-mchs-rossii-dlya-likvidacii-posledstviy-tehnogennyh-chrezvychaynyh-situaciy-vestnik-krsu-tom-12.html (дата обращения: 19.09.2020).

УДК 614.849

Р. И. Хазиахметов, О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ С МАССОВЫМ ПРЕБЫВАНИЕМ ЛЮДЕЙ: НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

В статье рассмотрены вопросы применения риск-ориентированного подхода при осуществлении федерального государственного пожарного надзора. Описаны категории опасности объектов надзора и соответствующая им периодичность плановых проверок. Приведены критерии отнесения объектов надзора к определенной категории опасности.

Ключевые слова: риск-ориентированный подход, категории опасности объектов надзора, периодичность проведения плановых проверок.

R. I. Khaziahmetov, O. E. Storonkina, T. A. Mochalova

APPLICATION OF A RISK-BASED APPROACH IN THE FIELD OF ENSURING THE FIRE SAFETY OF OBJECTS WITH A MASS STAY OF PERSONNEL: LEGAL AND TECHNICAL REGULATION

The article deals with the application of a risk-based approach in the implementation of federal state fire supervision. The categories of danger of objects of supervision and the corresponding frequency of scheduled inspections are described. The criteria for classifying the objects of supervision into a certain category of hazard are given.

Key words: risk-oriented approach, hazard categories of objects of supervision, frequency of scheduled inspections.

Деятельность федерального государственного пожарного надзора в 2015 году по инициативе Президента, озвученной им в Послании Федеральному собранию Российской Федерации в декабре 2014 года, начала формироваться. Была предложена стратегия отказа от тотального контроля, а «отслеживать ситуацию нужно там, где действительно есть риски или признаки нарушений» [1].

В июле 2015 года данная инициатива была закреплена введением статьи 8.1. Применение риск-ориентированного подхода при организации государственного контроля (надзора) в Федеральный закон от 26.12.2008 N 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [2]. Таким образом, на законодательном уровне было введено применение риск-ориентированного подхода при осуществлении федерального государственного пожарного надзора.

Риск-ориентированный подход в надзорной деятельности предусматривает выбор интенсивности, который заключается в форме, продолжительности и периодичности проведения плановых проверок, планирование которых должно реализовываться в зависимости от уровня риска причинения вреда. Периодичность проведения плановых проверок зависит от категории риска [3]:

для категории высокого риска – один раз в 3 года;

для категории значительного риска - один раз в 4 года;

для категории среднего риска – не чаще чем один раз в 7 лет;

для категории умеренного риска – не чаще чем один раз в 10 лет

для категорий низкого риска – плановые проверки не проводятся.

Отнесение объектов надзора к определенной категории риска опасности осуществляется органом государственного контроля (надзора) с учетом тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения требований пожарной безопасности.

Согласно критериям отнесения объектов защиты, к определенной категории риска, объекты с массовым пребыванием людей отнесены к категории высокого риска. К таким объектам относятся «здания или сооружения, кроме жилых домов, в котором может одновременно находиться 50 и более человек» [4].

Риск-ориентированный подход дал возможность снизить административную нагрузку на малый и средний бизнес. МЧС России своим приказом от 12.09.2016 № 492 «О запрещении проверок малого и среднего предпринимательства» дало распоряжение не включать в ежегодные планы проведения плановых проверок субъекты малого и среднего предпринимательства, деятельность которых не связана с наличием угрозы жизни и здоровью людей.

Внеплановые выездные проверки должны проводиться только при поступлении жалоб и обращений с наличием сведений угрозы жизни и здоровью людей на объектах защиты, эксплуатируемых субъектами малого и среднего предпринимательства.

Результатом применения риск-ориентированного подхода в осуществлении надзорной деятельности по данным информационно-аналитического журнала РУБЕЖ стало меньшее давление на малый и средний бизнес, итоги приведены в таблице 1.

Таблица 1. Применение риск-ориентированного подхода в цифрах

Наименование показателей	2015 год	2016 год	Изменения
Данные плановых проверок, тыс.	168	120	-30%
Данные внеплановых проверок, тыс.	231	117	-50%
Административные штрафы за Иполугодие	268	178	-34%
Административные предупреждения за Иполугодие	37	49	+25

Как видим применение риск-ориентированного подхода в осуществлении надзорной деятельности позволило снизить на 30% количество плановых проверок, на 50% внеплановых проверок.

К объектам с массовым пребыванием людей относятся объекты образования, объекты здравоохранения, многофункциональные торговые центры. Каждый день на этих объектах одновременно находятся сотни, а в больших торговых центрах в выходные дни и тысячи человек. Большинство многофункциональных торговых центров принадлежат среднему бизнесу. Несмотря на то, что предприниматели заинтересованы в безопасности собственных объектов, но не все собственники отнеслись к вопросам пожарной безопасности ответственно в предоставленные им надзорные каникулы.

Так 8 октября 2017 года произошел пожар в Торговом комплексе «Синдика» в г. Москва, количество травмированных составило 3 человека. Пожаром был нанесен ущерб в 4 млрд. руб. Это был самый крупный пожар в г. Москве. Пожар в г. Кемерово в 2018 году в торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня» был самый крупный по количеству жертв: травмировано 76 человек, 60 человек погибших.

Трагедия в «Зимней вишне» послужила импульсом для снятия «надзорных каникул» и проведению масштабных внеплановых проверок. По всей России были проведены проверки на 86 тыс. объектах с массовым пребыванием людей, в том числе свыше 11 тыс. торгово-развлекательных центров [5].

Проверки показали, что с грубыми нарушениями требований пожарной безопасности эксплуатировалось более 28 тыс. объектов. Было выявлено и предписано к устранению 282 тыс. нарушений противопожарных требований, в том числе сопряженных с угрозой жизни и здоровью людей. В некоторых торговых центрах в судебном порядке была приостановлена деятельность до устранения нарушений обязательных требований пожарной безопасности.

Пожар в торговом центре «Зимняя вишня» показал, что малый и средний бизнес не готов ответственно подходить к вопросу пожарной безопасности в собственных интересах, а также необходимо устранить правовые пробелы в области обеспечения пожарной безопасности в деятельности федерального государственного пожарного надзора.

Во-первых, необходимо пересмотреть само понятие объекта с массовым пребыванием людей с позиций категории риска.

Во-вторых, определить, что должно являться базой категории опасности.

Модель риск-ориентированного подхода к объектам массового пребывания людей была скорректирована. Базой категории опасности стала не только классификация зданий, сооружений по функциональной пожарной опасности, но и количество людей, одновременно находящихся на объекте.

Были даны определения «объект с массовым пребыванием людей» и «помещение с массовым пребыванием людей». На объектах с массовым пребыванием людей государственный строительный надзор будет осуществляться с участием должностных лиц органов государственного пожарного надзора. Введена возможность проведения проверок органами государственного пожарного надзора в отношении здания в целом, включая всех лиц, которые осуществляют деятельность на данном объекте. Органы государственного пожарного надзо-

ра наделены полномочиями по проведению рейдовых осмотров объектов с массовым пребыванием людей. Предусмотрено участие МЧС России в аттестации физических лиц на право подготовки заключений экспертизы проектной документации в области пожарной безопасности.

В риск-ориентированную модель была введена новая категория «чрезвычайно высокого риска». В эту категорию вошли объекты для проживания людей с ограниченными возможностями с одновременным проживанием более 10 человек, дошкольные учреждения и детские лагеря с круглосуточным пребыванием людей.

Торгово - развлекательные центры, предназначенные для временного пребывания более 5000 человек, одновременно вошли в категорию высокого риска, а ранее такие объекты были отнесены к средней категории риска.

Выделены еще одни объекты, предназначенные для проживания или временного пребывания более 1000 человек одновременно. Такие объекты отнесены к категории значительного риска.

К категории среднего риска отнесены объекты, предназначенные для проживания или временного пребывания более 200 человек одновременно. Объекты, предназначенные для проживания или временного пребывания более 50 человек одновременно отнесены к категории умеренного риска.

Постановлением Правительства РФ от 09.10.2019 № 1303 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» утверждены изменения категорий опасности для риск-ориентированного подхода и периодичность проведения проверок, таблица 2 [6].

**Таблица 2. Периодичность проведения плановых проверок в новой редакции
риск-ориентированного подхода**

Отнесение объекта надзора к определенной категории опасности в соответствии с критериями отнесения	
Категории опасности	Периодичность проведения плановых проверок
Чрезвычайно высокий риск	Один раз в год
Высокий риск	Один раз в 2 года
Значительный риск	Один раз в 3 года
Средний риск	Не чаще чем один раз в 5 лет
Умеренный риск	Не чаще чем один раз в 6 лет

Таким образом, в риск-ориентированный подход введенный в 2016 году в деятельность федерального государственного пожарного надзора в 2018 году были внесены нормативно-правовые дополнения и изменения в техническое регулирование. Если ранее к объектам массового пребывания людей относились здания или сооружения, кроме жилых домов, в котором может одновременно находиться 50 и более человек, то в 2019 году была изменена модель подхода к объектам массового пребывания людей. Были введены объекты, предназначенные для проживания или временного пребывания более 5000, 1000, 200 человек одновременно. Все эти объекты были отнесены к различным категориям риска. Для каждой категории предусмотрены свои сроки проведения проверок.

Изменения, которые внесены в 2019 году в риск-ориентированный подход в деятельности надзорных органов федерального государственного пожарного надзора по исполнению требований противопожарной безопасности на объектах с массовым пребыванием людей усовершенствуют пожарную безопасность на этих объектах, что снизит вероятность возникновения пожаров и гибели людей в России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Послание Президента Российской Федерации Федеральному собранию Российской Федерации от 4 дек. 2014 г. // Официальный сайт Президента Российской Федерации// <http://www.kremlin.ru> (дата обращения: 14.08.2020).
2. Федеральный закон от 26.12.2008 N 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля».
3. Постановление Правительства РФ 290 от 12.04.2012 «О федеральном государственном пожарном надзоре» (в ред. от 26.05.2018 № 601).
4. О противопожарном режиме URL: <http://www.docs.cntd.ru> (дата обращения: 20.08.2020).
5. Доклады с обобщением и анализом правоприменительной практики, типовых и массовых нарушений обязательных требований (утв. МЧС России 17.04.2019) URL: <http://legalacts.ru/doc/doklady-s-obobshcheniem-i-analizom-pravoprimeritelnoi-praktiki-tipovykh-i/> (дата обращения: 20.08.2020).
6. Постановление Правительства РФ от 09.10.2019 № 1303 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» URL: <http://publication.pravo.gov.ru> (дата обращения: 20.08.2020)

УДК 621.311

Д. Н. Шалявин, Д. В. Тараканов, Б. Б. Гринченко

ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИНФОРМАЦИОННО - АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР КРУПНЫХ АВАРИЙ И ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

В данной статье проведен аналитический обзор крупных аварий и пожаров на объектах энергетической отрасли. Рассмотрены причины возникновения и последствия произошедших аварий и пожаров на объектах энергетики.

Ключевые слова: объекты энергетики, последствия пожаров, причины аварий, статистический обзор.

D. N. Slavin, D. V. Tarakanov, B. B. Grinchenko

INFORMATION AND ANALYTICAL REVIEW OF MAJOR ACCIDENTS AND FIRES AT ENERGY INDUSTRY FACILITIES

This article provides an analytical review of major accidents and fires at the facilities of the energy industry. The reasons for the occurrence and consequences of accidents and fires at energy facilities are considered.

Key words: Energy facilities, consequences of fires, causes of accidents, statistical review.

Введение

Одними из основных показателей развития современного общества является производство и потребление электрической энергии. Потребление электроэнергии дает возможность двигаться транспорту, летать в космос, обогревать дома, освещать улицы и т. д. Электрическая энергия – источник нашего современного благосостояния. В настоящее время существует большое количество проектов энергетических программ, реализация которых предполагает привлечение огромных финансовых и материальных ресурсов. На конец XIX века электрическая энергия играла вспомогательную и незначительную роль, то уже на начало XX века во всем мире было выработано около 300 млрд кВт. - час. электроэнергии [1]. В начале XXI века выработка необходимой для жизнеобеспечения электроэнергии составила уже 14500 млрд кВт-час [1]. Но даже при высоком темпе роста производства электроэнергии потребности в ней растут.

Особое внимание хотелось бы уделить уровням безопасности на объектах энергетики. С увеличением производства электроэнергии, возросло и количество различного рода происшествий, связанных с выработкой энергии. Чем современнее становятся объекты энергетики, тем масштабнее происходят случаи аварий на них. Так авария или пожар на таком объекте и соответственно потеря электроснабжения может вызвать коллапс в целом мегаполисе. Даже кратковременное отсутствие электроэнергии может привести к необратимым последствиям, которые, как правило, обусловлены большим материальным и физическим ущербом.

Таким образом, в нашей работе будет проведен аналитический обзор исторических событий, связанных с авариями и пожарами на объектах энергетической отрасли.

Цель исследования: провести аналитический обзор статистики произошедших крупных аварий и пожаров на объектах мировой энергетики.

Задачи исследования:

1. Выявить причины возникновения произошедших аварий на объектах энергетической отрасли.
2. Рассмотреть последствия, возникшие в ходе и после крупных аварий и пожаров на объектах энергетики.

Основная часть

Для поиска основных сведений про аварии и пожары на объектах энергетики были проанализированы учебно-методическая литература, научные публикации, интернет источники. Информация, полученная в ходе проведенного анализа представлена в таблице 1.

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Таблица . Аналитический обзор наиболее крупных аварий и пожаров на объектах мировой энергетики

Дата	Место происшествия	Краткое описание и причина возникновения аварии	Последствия
Октябрь 1957 г.	Реактор «Windscale-1» (Великобритания)	Пожар произошел в процессе планового отжига радиационных дефектов. В качестве причины аварии было предположено слишком быстрое нагревание графита при повторном цикле отжига. Пожар продолжался 4 суток.	В результате аварии в атмосферу было выброшено радиоактивные вещества. Погибло 13 человек.
Май 1966 г.	АЭС г. Мелекес (Дмитровград, СССР)	Авария произошла из-за разгона на мгновенных нейтронах с кипящим ядерным реактором. Реактор потушили, сбросив на него 2 мешка с борной кислотой.	Облучение получили 2 человека.
Октябрь 1966 г.	АЭС «Энрико Ферми» (США, Enrico Fermi Nuclear Generating Station).	При выходе реактора на мощность оторвались циркониевые прокладки, установленные под активной зоной. Реактор был быстро остановлен, и крупномасштабного расплавления активной зоны не произошло [2].	Авария не привела к серьезным последствиям, т.к. реактор работал на мощность 15 %, а сборки находились в зоне низкой плотности энерговыделения.
Ноябрь 1966 г.	Нововоронежская АЭС (СССР)	Авария произошла на блоке № 1 в корпусе реактора, произошел отрыв теплового экрана.	Выброс в атмосферу радиоактивных веществ.
Октябрь 1969 г.	АЭС «Святой Лаврентий» (Франция)	Взорвался запущенный реактор мощностью 500 мВт. Причиной послужила невнимательность оператора, который неправильно загрузил топливный канал. Результатом чего стало расплавление части элементов топлива.	Незначительный выброс радиоактивных веществ в атмосферу. Ремонт реактора продолжался один год.
Январь 1974 г.	Ленинградская АЭС, (СССР)	Взрыв произошел в первом энергоблоке железобетонного газгольдера (аппарата для выдержки радиоактивных газов). Причины последствия не известны.	Информации о радиоактивных выбросах нет.
Ноябрь 1975 г.	Ленинградская АЭС, (СССР)	Авария произошла на блоке №1 с радиоактивным выбросом. Официальная причина аварии - заводской брак оборудования.	Частичное разрушение активной зоны реактора. Выброс в атмосферу радиоактивных веществ.
Март 1975 г.	АЭС «Браунс Ферри» (США).	Пожар считается одним из самых крупнейших по ущербу и возможных последствий. Причиной пожара послужила халатность одного из рабочих. Ликвидация пожара заняла 7 часов.	Огнем уничтожено большое количество кабельных линий и кабелей. АЭС на год была выведена из строя. Если бы пожар был вовремя не ликвидирован, то произошла бы ядерная катастрофа. Ущерб составил 20 млн. долларов (по ценам 1975 года).
Декабрь 1975 г.	АЭС «Грайфсвальд» (Германия)	В результате ошибки электрика и последующего отказа автоматического выключателя в распределительном устройстве линии 6 кВ произошло короткое замыкание, в результате которого возник пожар. Ликвидация пожара заняла 2 часа.	Пожар привел к полному обесточиванию станции. Повреждено большое количество кабелей. Выброс радиоактивных продуктов окружающую среду.

Дата	Место происшествия	Краткое описание и причина возникновения аварии	Последствия
Декабрь 1977 г.	Белоярской АЭС, (СССР)	Расплавление 50% тепловыделяющих сборок активной зоны реактора на 2-м блоке Белоярской атомной электростанции [3].	Ремонт станции длился больше года и сопровождался переоблучением ремонтного персонала.
Декабрь 1978 г.	Белоярской АЭС (СССР)	Этот пожар называли первым Чернобылем. Из-за разгерметизации или разрушения трубопроводов произошел выброс масла, а после чего – его самовоспламенение при попадании на нагретое оборудование. Из-за пожара и коротких замыканий кабелей вышли из строя штатные системы управления и контроля реакторных установок. Ликвидация пожара заняла 10 часов.	В результате пожара был уничтожен весь контрольный кабель, обрушились перекрытия машинного зала. Реактор оказался без контроля. При подаче в него аварийной охлаждающей воды переоблучились 8 человек, 25 человек из числа персонала АЭС и пожарных получили отравления продуктами горения различной степени тяжести. Ущерб составил 280.000 руб. (по ценам 1978 года).
Январь 1979 г.	ТЭЦ № 21 города Москвы (СССР)	При разрыве корпуса стальной задвижки мазутного регулирующего клапана большое количество мазута и дизельного топлива попали на раскаленный котел, в результате чего произошел пожар, для ликвидации которого было задействовано 47 пожарных рот. Боевой расчет задействованный в тушении составил 550 человек.	3 котла станции были полностью разрушены и выведены из строя. Полностью разрушено помещение турбинного отделения. Возникли перебои подачи электроэнергии в некоторых районах Москвы.
Март 1979 г.	АЭС Три-Майл-Айленд , (штат Пенсильвания, США)	Крупнейшая авария на атомной энергетике в истории США. "Американский Чернобыль". В результате утечки охлаждающей жидкости произошёл перегрев активной зоны и её расплавление почти на половину. Произошло радиоактивное заражение помещения станции. Аварийное развитие событий было обусловлено просто невероятным сочетанием целого ряда технических неполадок (заклинивание клапана, неправильные показания приборов, отказ нескольких насосов), грубых нарушений правил ремонта и эксплуатации, и пресловутого «человеческого фактора».	Радиоактивное загрязнение. Небольшое количество радиоактивных веществ попало в атмосферу. После аварии на АЭС Три-Майл-Айленд в США было принято решение приостановки строительства атомных станций.
Январь 1979г.	Заинская ГРЭС - 1, (СССР)	К взрыву и последующему пожару привела не санкционированная подача напряжения на трансформатор, которое привело к прямому пуску турбогенератора мощностью 200 МВт. от сети.	Разрушение генератора. Повреждение кровли машинного зала. Возникли перебои подачи электроэнергии.
1981г.	АЭС Сан Онофре, (США)	Причиной пожара послужило повреждение маслопровода на дизель-генераторе. Вслед за пожаром произошел взрыв из-за загорания водорода в системе обработки газообразных отходов.	Произошел выброс радиоактивных продуктов в атмосферу.

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Дата	Место происшествия	Краткое описание и причина возникновения аварии	Последствия
Октябрь 1982г.	Армянская АЭС, (СССР)	После взрыва генератора на первом энергоблоке произошел пожар. Для ликвидации пожара потребовалось почти 7 часов. В тушении принимали участие 110 работников пожарной охраны. Причиной возникновения аварии явилось короткое замыкание в клеммной коробке электродвигателя [4].	Пришло в негодность основная часть оборудования машинного зала. Сгорело большое количество кабельных линий и кабеля. Общий ущерб составил около 1 млн руб. (в ценах 1982 г.).
Январь 1984г.	Запорожская АЭС, (СССР)	Пожар на первом энергоблоке произошел при подготовке его к пуску. Ликвидация пожара заняла 17 часов, в тушении приняли участие 115 пожарных. В ходе расследования было установлено, что причиной возгорания явилось неполное короткое замыкание в цепях постоянного тока.	Сгорело 4 тысячи блоков управления, десятки тысяч электродвигателей, 700 км электрокабелей. Прямой ущерб от пожара составил 1 млн. 456 тыс. руб. (в ценах 1984).
Декабрь 1984г.	Калининской АЭС, (СССР)	В результате короткого замыкания произошло возгорание. Причиной аварии послужило нарушение технологии ремонта персоналом АЭС, который при частичной перемотке двигателя не выполнил послеремонтную проверку и обкатку двигателя, отсоединенного насоса, что привело к повреждению двигателя и пожару.	Повреждение кабельных шахт. Угроза радиоактивного заражения местности.
Декабрь 1984г.	Южно-Украинская АЭС, (СССР)	Авария произошла из-за загорания кабелей в реакторном отделении. По итогам расследования не удалось установить точное время и причины возникновения пожара. Однако с достаточной степенью достоверности можно утверждать, что причиной пожара явилось возгорание кабеля.	Радиационная обстановка из-за аварии не изменилась, т.к. реактор еще не работал.
1984г.	Экибастузский ГРЭС-1	Пожар полыхал такой, что в машинном отделении рухнула кровля сразу 10 пролётов[8].	Остановка энергоблока на долгие 2 640 часов
1985г.	АЭС Мааньшан (о. Тайвань).	Пожар возник после того, как разрушившиеся 8 лопаток турбины повредили герметичность водородных резервуаров. Для ликвидации пожара потребовалось 3 часа.	Ущерб составил 25 млн долларов (по ценам 1985 года)
Апрель 1986г.	Чернобыльской АЭС, (СССР)	Крупнейшая атомная катастрофа. Полностью разрушен четвертый энергоблок АЭС. Разрушение носило взрывной характер, реактор был разрушен, а в атмосферу было выброшено большое количество радиационного материала.	Погибло 30 человек, госпитализировано свыше 200 и эвакуировано 115 тыс. человек, радиоактивному заражению подверглась территория в радиусе более 2000 км – 11 областей, в которых проживало 17 млн человек.
Октябрь 1989г.	АЭС «Ванделлос», (Испания)	Пожар возник в машинном зале. Произошло повреждение турбогенератора и частичный выход из строя систем безопасности. Ликвидация пожара заняла 8 часов [5].	Серьезное повреждение кабельных линий, подтопление фундамента реакторного корпуса

Дата	Место происшествия	Краткое описание и причина возникновения аварии	Последствия
1990г.	Экибастузской ГРЭС-1, (СССР)	Обрыв 36 лопаток турбогенератора энергоблока привел к сильной вибрации и отключению турбины. Данные события сопровождалось локальными взрывами и воспламенением масла, истекавшего из поврежденных корпусов подшипников турбины, продукты сгорания которого с остатками водорода устремились под кровлю машинного зала и создали там устойчивый очаг горения. Тушение пожара продолжалось большое количество времени [8].	Из строя вышло 3 энергоблока мощностью по 500 МВт каждый, а ущерб составил 70 млн р. (в ценах 1984 г.).
Ноябрь 1994г.	Норильская ТЭЦ 1, (Россия)	В результате короткого замыкания полностью разрушилась турбина. Осколки попали в кабельную и водородные трассы. Возник пожар. Практически все кабельные трассы вышли из строя.	Более чем на сутки прекратилось электроснабжение, подача холодной и горячей воды. Ущерб от аварии составил 54,3 млрд. рублей.
Декабрь 2001г.	Дизельная электростанция (ДЭС) АО «Якутск-энерго», (Россия)	Пожар возник из-за сварочных работ на одном из дизель-генераторе. Пожар получил развитие из-за неудовлетворительного противопожарного состояния в помещении ДЭС (проливы топлива и масла), а также, неумелых действиях персонала при тушении возникшего пожара и неисправности первичных средств пожаротушения.	Перебой с электроснабжением п. Депутатский с населением около 3 тыс. человек и необходимости их частичной эвакуации. Уничтожено здание ДЭС и его оборудование, а также рядом расположенные вспомогательные сооружения.
2002г.	Каширская ГРЭС-4, (Россия)	Причиной крупной аварии на Каширской ГРЭС-4 явилось усталостное разрушение ротора генератора турбоагрегата, которое привело к разлету осколков частей лопастного аппарата в разные стороны. В результате разлета осколков лопастного аппарата были повреждены несущие строительные конструкции, а также трубопроводы масляной системы и системы охлаждения, что привело к разливу и возгоранию масла.	Обрушение кровли машинного зала. Отключение трех энергоблоков. Ущерб составил около 1 млрд р. (по ценам 2002 г.)
2003г.	Экибастузская ГРЭС-1, (Казахстан)	Пожар произошел из-за труб с водой, которые оборвало одновременно, это привело к резкому скачку давления. Паром выбило громадный колпак подогревателя высокого давления. Кровля машинного зала рухнула, что привело к возникновению пожара.	Погиб один сотрудник ГРЭС-1. Ущерб составил 660 млн тенге. Энергосистема Казахстана лишилась разом 1500 МВт мощности.
Май 2005г.	Электроподстанция «Чагино», (Россия)	Во время пробного пуска в действие подстанции произошел сбой в работе одного из трансформаторов, повлекший за собой взрыв и пожар на площади 500м ² с частичным обрушением кровли. В тушении были задействованы два противопожарных вертолета и 20 пожарных расчетов.	Без электроэнергии остались большая часть Москвы и Московской области и ряд населенных пунктов в Тульской области. Ущерб составил 1,7 млрд рублей.
Декабрь 2006г.	Рефтинская ГРЭС ОАО «ОГК-5», (Россия)	Пожар произошел по причине разрушения бандажного кольца ротора генератора, в результате чего произошел выброс трансформаторного масла с дальнейшим возгоранием и обрушением несущих конструкций машинного зала. Пожар распростра-	Материальный ущерб от последствий пожара составил 237 млн. рублей.

**ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ**

Дата	Место происшествия	Краткое описание и причина возникновения аварии	Последствия
		нился на площади 2500 м2, ему был присвоен третий уровень сложности.	
Февраль 2008г.	ТЭЦ-1 в г. Улан-Удэ, (Россия)	Пожар в машинном зале ТЭЦ-1 произошёл в результате возгорания электрокабеля. Огонь быстро перекинулся на одну из семи работающих турбин, в которой находилось 17 тонн масла. В результате сработала система аварийной защиты, которая отключила остальные шесть турбин. Работы по тушению пожара продолжались в течение шести часов. Было задействовано шестнадцать пожарных отделений на основных и специальных пожарных автомобилях.	Авария в Улан-Удэ, оставила без теплоснабжения в зимний период порядка 168 тыс. чел.
Сентябрь 2007г.	Новосибирской ГЭС (Россия)	Пожар произошел на блочном трансформаторе. Все люди были эвакуированы из здания ГЭС. Полностью потушить пожар удалось через два часа.	Перебои с подачей электроэнергии населению города Новосибирска.
Декабрь 2008г.	Южно-Сахалинская дизельная электростанция, (Россия)	Площадь пожара составила 1500 м2. Вышли из строя все генераторы электростанции. Причиной пожара было возгорание смазочных материалов при проведении ремонтных работ. Рабочие, при демонтаже старой крыши здания электростанции, нарушили технику безопасности, в результате чего загорелась деревянная обшивка. Огонь распространялся с большой скоростью и быстро уничтожил три дизель-генератора, питавших Северо-Курильск энергией.	Потеря электроснабжения города с населением 2500 человек. В городе на десять дней был введен режим чрезвычайной ситуации. Ущерб от аварии составил около 280 млн. рублей.
Июль 2009г.	Киришская ГРЭС, (Россия)	В результате пожара выгорело 500 м2 площади кровли, пожар тушили по второму номеру сложности. В тушении было задействовано 8 единиц специальной техники.	Ущерб составил 700 тыс. рублей.
Январь 2010г.	ТЭЦ-3 в г. Барнаул (Россия)	Возгорание произошло на транспортере топливного хода и на верхнем этаже главного корпуса ТЭЦ. Площадь пожара составила 700 м2, пожару был присвоен третий номер сложности. Для ликвидации пожара были задействованы 75 человек и 21 единица спецтехники. Причиной пожара явился износ оборудования.	Ограниченна подача электроснабжения и отопления в нескольких районах города.

Дата	Место происшествия	Краткое описание и причина возникновения аварии	Последствия
Июнь 2011 г.	ГРЭС № 1 г. Сургута, (Россия)	Возгорание произошло на газорегуляторном пункте. Огонь распространился на площади порядка 500 м ² , пожару был присвоен второй номер сложности. Для ликвидации пожара потребовалось 13 единиц техники и 44 человека личного состава подразделений пожарной охраны [9].	Погибло 5 человек, пострадало 12.
Сентябрь 2012 г.	АЭС г. Волгодонска (Россия)	Возгорание возникло на одном из строящихся блоков АЭС, площадь горения составила 350 м ² , пожар был ликвидирован за 3 часа. Тушили пожар с помощью подъемного крана, который дважды поднимал и сбрасывал воду на очаг возгорания, всего в тушении пожара приняли участие 42 человека на 13 пожарных автомобилях.	В результате пожара прекратилась подача электроснабжения. Ущерб составил 1 млн. рублей
Март 2013 г.	Углегорская ТЭС, (Россия)	Огонь возник на отметке +22.000 м бункерного отделения, на участке, где проектом не были предусмотрены системы пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения, откуда перекинулся на кровлю машинного зала, которая через некоторое время обрушилась, повредив маслосистему двух энергоблоков [9].	Общий ущерб от аварии составил более 21 млн долл. США (в ценах 2013 г.). Погиб 1 человек и пятеро были госпитализированы с ожогами различной степени тяжести.
Октябрь 2014 г.	Электростанция г. Нарьян-Мар, (Россия)	Причиной пожара стало короткое замыкание и последующее загорание высоковольтной линии, вызвавшее сильное задымление в ячейке управления газотурбиной электростанции.	Отключение электроснабжения районов в которых проживало 26 тыс. человек.
Январь 2017 г.	Пензенская ТЭЦ-1, (Россия)	При взрыве обрушилась кровля над турбиной № 5 на площади 600 квадратных метров. По предварительным данным, взрыв произошел при проведении сварочных работ.	Погиб один человек.

Выводы

Проведенный анализ показал, что аварии и пожары на объектах энергетики, как правило, приводят к большому материальным и физическим потерям. В анализе видно, что имеются случаи аварий, которые происходили на объектах атомной энергетики. Хотелось бы обратить внимание, что аварии или пожары на атомных электростанциях являются наиболее опасными. Согласно статистике, пожары на АЭС, не частое явление, однако последствия их, как правило, имеют колоссальные катастрофические последствия для граждан и интересов государства, а также для мирового сообщества. Примером такого происшествия является авария на Чернобыльской АЭС, в результате которой пострадало население и территории нескольких государств.

Согласно проведенному анализу, наиболее частыми причинами возникновения пожаров и разного рода аварий являлось:

- нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования;
- неосторожное обращение с огнем;
- неисправность производственного оборудования;

- нарушение технологического процесса производства;
- природные катаклизмы.

Наибольшее количество изученных аварий сопровождалось взрывами и большими площадями горения. Для их ликвидации потребовалось привлечение значительного количества личного состава и единиц специальной техники. Бывают случаи, что такие аварии приводят не только к травмированию людей, но и к их гибели. Пожары на объектах энергетической отрасли создают крупные социально-экономические сбои, из-за временно-го прекращения электроснабжения, отопления и водоснабжения, а нередко и к экологической катастрофе. Таким образом, аналитические данные показывают, что прямые ущербы от пожаров вызывают крупные материальные убытки, но основной ущерб определяются только после подсчета косвенных убытков, которые в разы могут превышать прямых, а также ущербом экологии планеты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 года: ФГБУН «Институт энергетических исследований Российской академии наук», ФГБУ «Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации» [Текст]. – М.: ИНЭИ РАН, АЦ, 2014. – 108 с.
2. Авария на АЭС «Enrico Fermi» (США), связанная с плавлением топлива [Электронный ресурс] // Радиационная безопасность населения Российской Федерации [сайт]. Режим доступа: http://rb.mchs.gov.ru/mchs/radiation_accidents/m_other_accidents/1966_god/Avarija_na_AJES_Enrico_Fermi_SS_NA_svjaza (дата обращения 15.09.2020).
3. Аварии на АЭС: когда ядерная энергетика становится опасной, [Электронный ресурс] // Атомная энергия [сайт]. Режим доступа: <http://www.atomic-energy.ru> (дата обращения 17.09.2020).
4. Армянская АЭС [Электронный ресурс] // Seogan.ru [сайт]. Режим доступа: <https://www.seogan.ru/armyanskaya-aes.html> (дата обращения 12.09.2020).
5. Катастрофы на АЭС в Испании [Электронный ресурс] // Что такое атомная электростанция? [сайт]. Режим доступа: <https://sites.google.com/site/adernyekatastrofy/istoria-sozdania-aes/katastrofy-na-aes-v-ispanii> (дата обращения 20.08.2020).
6. External Events Excluding Earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants, Safety Standards Series [Текст]. International atomic energy, no. NS-G-1,5, IAEA, Vienna, 2003, 105 p.
7. Welch S. SOFIE: Simulation of Fires in Enclosures [Текст] / S. Welch, P. Rubini. User Guide. United Kingdom: Cranfield University, 1996. – 340 p.
8. Анализ пожаров, произошедших на тепловых электростанциях Минтопэнерго РФ за 1992 год / И.А. Терентьев, Б.Х. Раев, В.А. Валитов и др. М. : СПО ОРГРЭС. 1993. С. 37.
9. Белов, В.В. Крупные аварии на ТЭС и их влияние на компоновочные решения главных корпусов [Текст] / В.В. Белов, Б.К. Пергаменщик // Вестник МГСУ. – 2013. – № 4. – С. 61–69.

УДК 614.842.61

И. Г. Якушкина

СПб ГКУ ДПО «УМЦ по ГО и ЧС»

НЕОБХОДИМОСТЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ ОТВЕТСТВЕННЫХ ЗА ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ОГнетушителей в организациях

В статье приведено обоснование необходимости предъявления более жестких требований по улучшению качества подготовки ответственных за техническое обслуживание огнетушителей в организациях в целях обеспечения пожарной безопасности объектов защиты.

Ключевые слова: огнетушители, пожарная безопасность объектов защиты, техническое обслуживание.

I. G. Yakushkina

THE NEED TO IMPROVE TRAINING RESPONSIBLE FOR MAINTENANCE OF FIRE EXTINGUISHERS IN ORGANIZATIONS

The article provides a justification for the need for more stringent requirements to improve the quality of training of those responsible for the maintenance of fire extinguishers in organizations in order to ensure fire safety of protection objects

Key words: fire extinguishers, fire safety of protection objects, maintenance.

Согласно Правилам противопожарного режима в РФ техническое обслуживание (ТО) огнетушителей должно быть организовано непосредственно в организации, их эксплуатирующей.

Руководитель организации, как должностное лицо, отвечающее за пожарную безопасность (ПБ) объекта, должен организовать наличие необходимого количества огнетушителей, причем в исправном состоянии [1] (п.478). Для этого должно проводиться ТО огнетушителей с соблюдением необходимой периодичности их осмотра, проверки, испытания и перезарядки [2] (п. 4.3.1) (рис. 1).

Проведение испытаний на прочность и герметичность, внутренний осмотр огнетушителей в ходе проведения проверок, а также перезарядки и ремонт огнетушителей должны выполнять организации и предприятия, имеющие лицензию МЧС России на проведение соответствующих видов деятельности. Однако соблюдение временных показателей проверок, выявление при этом неисправностей, нарушений комплектации, загромождений подходов к местам установки огнетушителей должно быть организовано непосредственно в организации или на предприятии.

Для выполнения ТО огнетушителей в организации, приказом руководителя, должно назначаться ответственное лицо.



Рис. 1. Периодичность проведения проверок огнетушителей по СП 9.13130.2009

Причем совсем необязательно, что это ответственный за пожарную безопасность организации. Ответственный за ТО огнетушителей может быть допущен для выполнения работ после прохождения проверки знаний нормативно-технических документов по устройству огнетушителей, правилам их эксплуатации, характеристикам огнетушащих веществ (ОТВ) эксплуатируемых огнетушителей. Фактически это работник организации, который должен быть подготовлен для самостоятельного проведения ТО огнетушителей в организации [2] (п.4.3.3), отвечающий за приобретение, сохранность и проверку состояния огнетушителей [2] (п.4.3.3).

Какую же подготовку может получить ответственный за ТО огнетушителей? Во-первых, устройство и правила эксплуатации огнетушителей изучаются при прохождении всеми работниками организации вводного и первичного противопожарного инструктажа на рабочем месте.

Как ответственный за ПБ (если это одно лицо), в ходе прохождения курса обучения пожарно-технического минимума (с отрывом и без отрыва от производства), более глубоко изучит устройство и оборудование огнетушителей, их ТО и будет даже иметь соответствующее удостоверение о прохождении курса. Вполне понятно, что ответственный за ПБ в организации держит на контроле все вопросы, связанные с ПБ, в

том числе и вопросы ТО. Однако следует заметить, что было бы не лишним обязать ответственного за ТО огнетушителей в организации, обучаться также по специально разработанным и установленным программам, имеющим свои критерии, в том числе и проверке знаний, необходимых для ТО огнетушителей. Кроме того, программа обучения ТО огнетушителей должна иметь свою специфику, имеющую различия с программой «Пожарно-технический минимум».

Если говорить об образовательных организациях, то в большинстве случаев ответственный за ПБ и ТО огнетушителей, это, как правило, заместитель директора по хозяйственной части, имеющий ряд других дополнительных обязанностей по совмещению: специалист по ГО, инженер по охране труда и т.п. Большинству из них приходится, особенно на первом этапе, самостоятельно изучать периодичность и последовательность проведения периодических проверок огнетушителей.

Каждая проверка обязательно начинается не только с внешнего осмотра огнетушителя, но и определения массы огнетушащего вещества (ОТВ) в огнетушителе. Для чего обязательно должны проводиться соответствующие расчеты, учитывающие массу корпуса огнетушителя и массу заряда ОТВ. Соответственно при потере больше нормативного количества ОТВ огнетушитель сразу же должен отправляться на перезарядку. Ответственный за ТО огнетушителей должен вести журнал произвольной формы и фиксировать в нем результат каждой проверки.

Качественное и своевременное проведение проверок должно обеспечить поддержание огнетушителей в постоянной готовности и обеспечение их надежной эксплуатации.

Перед тем, как ввести в действие огнетушитель, проводится первоначальная проверка. Ответственному за ТО потребуются знания не только по внешнему осмотру и комплектации огнетушителей, но правильности установки огнетушителей с соблюдением всех требований нормативной правовой базы (высота, расстояние от пола, расстояние до ближайшего огнетушителя и т.д.). Результат первоначальной проверки заносят не только в журнал, но в паспорт огнетушителя [2] (п.4.3.5).

При проведении ежеквартальных проверок ответственному за ТО огнетушителей необходимо произвести только внешний осмотр и осмотр мест установки огнетушителей [2] (п.4.3.6). Если произошло загромождение подходов к огнетушителям, необходимо проявить принципиальность и не только занести результаты проверки в журнал, но и сообщить об этом нарушении руководству организации.

При ежегодных проверках ответственному за ТО огнетушителей помимо уже изученных манипуляций, необходимо проконтролировать для газовых огнетушителей величину утечки вытесняющего газа из газового баллона или ОТВ. Контролируемый параметр определяется техническими документами на огнетушитель, в котором прописано, за пределы каких значений не должны выходить показатели манометра, стрелка индикатора давления либо потери массы [2] (п.4.3.10). Ответственному за ТО огнетушителей необходимо вовремя выявлять снижение давления и потерю массы огнетушителей, что связано, как правило, с нарушением герметичности запорно-пускового устройства или корпуса огнетушителя и требует проведения ремонта и перезарядки.

Проверка параметров ОТВ при ежегодных проверках проводится в специализированных организациях. Ответственному за ТО огнетушителей необходимо лишь организовать их отправку и определить количество вскрываемых огнетушителей. Как правило, организации отправляют ежегодно одну пятую часть огнетушителей, совмещая ежегодные проверки с проверкой 1 раз в 5 лет и перезарядкой огнетушителей.

Огнетушители должны вовремя отправляться на перезарядку с учетом вида ОТВ, а также при выявлении несоответствия необходимых параметров (в ходе проверки в т.ч.), после применения огнетушителя.

То место, где был установлен огнетушитель и был отправлен на перезарядку, ни в коем случае не должно пустовать. Там должен быть на время перезарядки равноценный по своим параметрам огнетушитель.

Ответственному за ТО огнетушителей понадобятся знания и умения по обслуживанию различных типов огнетушителей в зависимости от применяемого ОТВ. Так, порошковые огнетушители необходимо встряхивать 1 раз в 6 месяцев в соответствии с инструкцией по эксплуатации [3] по избежанию слеживания порошка и многое другое.

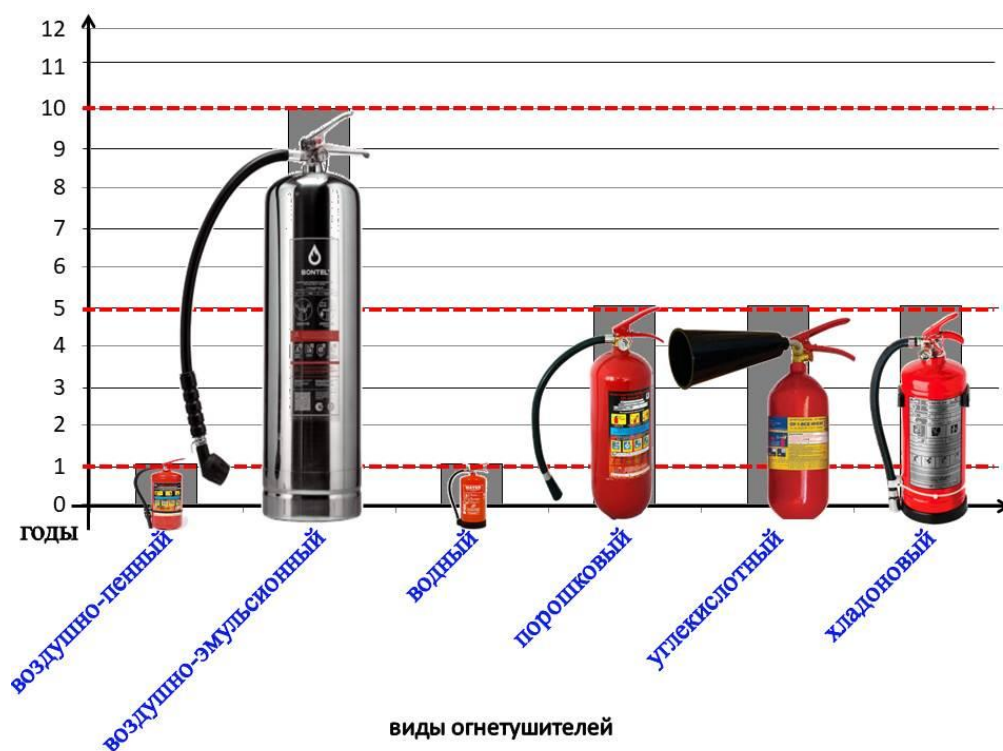


Рис. 2. Сроки перезарядки огнетушителей (не реже).

Таким образом, считаю необходимым на уровне нормативной правовой базы сделать более жесткие критерии для подготовки ответственных за ТО огнетушителей в организациях. Ввести необходимость не только проверки знаний, но и прохождения обязательного курса обучения. В теоретической части курса изучать нормативные правовые документы, технические документы по устройству огнетушителей, правилам их эксплуатации, размещению огнетушителей, соответствие рангам модельного очага пожара, характеристики огнетушащих веществ и правила их ТО. Ввести обязательным условием проведение практических занятий с отработкой навыков по внешнему осмотру, определению правильности размещения огнетушителей, проверки параметров ОТВ, выявлению неисправностей огнетушителей и т.д. Прохождение курса должно заканчиваться итоговым контролем с выполнением теоретических и практических заданий. Только специально обученным ответственным за ТО огнетушителей можно доверять пожарную безопасность в организации в целом, которая напрямую зависит от постоянной готовности к использованию огнетушителей в течение всего срока эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила противопожарного режима в Российской Федерации, утвержденные Постановлением Правительства РФ от 25 апреля 2012 г. № 390 «О противопожарном режиме».
2. СП 9.13130.2009. Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.
3. Руководство по эксплуатации порошковых огнетушителей. <https://www.holt-trade.ru/userfiles/file/sertifikati-i-pasporta/ognetushiteli/poroshkovye/Pasport-na-poroshkovye-ognetushiteli-OP-1-2-3-4-5-6-8-10-Melanti.pdf>

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абзалилов В. Р., 44
Азовцев А. Г., 3, 381
Акмаев Р. Н., 305
Аксютин П. Г., 311
Акулова М. В., 116
Аладов А. Ф., 150
Александров А. М., 307
Алексеев А. В., 135
Алексеева Н. А., 29, 34
Алехин В. А., 138
Анисимова О. В., 5
Аносова Е. Б., 7
Архиреев К. Э., 307
Афанасьева Н. С., 29, 34
Баканов М. О., 10, 14
Балыклов А. А., 141
Баранова Д. С., 143
Барина Е. В., 123
Беззапонная О. В., 18
Белобородова О. И., 21, 29, 34
Белокобыльский А. В., 311, 314
Белоногов А. А., 181
Блохин А. А., 147
Богатеев Г. Г., 24, 29, 31, 34
Боков Г. В., 36
Бочкарев А. Н., 150, 232, 261, 301
Бубнов В. Б., 38, 152
Вазюля Г. В., 171
Валиулина Г. Н., 316
Варламкин А. А., 121
Варламкина А. Н., 314
Васильева О. В., 66
Васин А. Я., 40
Вахитова Л. Ф., 155
Вахнина Т. Н., 112
Вищекин М. В., 307
Вовк Д. Н., 187
Вогман Л. П., 156
Волков А. В., 234
Волков М. В., 296
Волкова К. М., 161
Володько М. Ю., 165
Волокитина Л. П., 199
Воронцов А. А., 261
Вэнг К., 61
Гаджиев Г. Г., 40
Газизов А. М., 44
Галимов Л. Р., 279
Гарелина С. А., 45
Гинзбург В. Л., 279
Гисмятов Р. Р., 21
Глазнев Р. К., 61
Глоба Д. А., 169
Горлачёва М. В., 319
Горячева В. Н., 5, 251
Гравит М. В., 390
Григорьева Е. М., 314
Гринченко Б. Б., 414
Грузинова О. И., 400
Данилов П. В., 171
Дармина Н. М., 400
Дашевский А. Р., 171
Димухаметов Р. Р., 279
До Т. Х., 40
Дохтукаев У. А., 174
Дроздов Д. А., 177
Дымов С. М., 307
Екимовский Д. В., 181
Елисеева Е. А., 5, 77, 251
Емелин В. Ю., 371
Емельянов В. В., 279
Емельянов Р. А., 187
Еникеев М. В., 189
Ефремов С. Н., 66
Жиганов К. В., 171
Зайцева К. А., 191
Зайченко Ю. С., 323, 325
Закирьянов Х. И., 330
Зарубин В. П., 48
Зарубина Е. В., 130, 247
Захаров Е. Ю., 52
Зеленкова Т. Н., 59
Земский Г. Т., 194
Зимин К. А., 54
Зимнуров А. Р., 56
Зуев С. А., 287
Зуйков А. В., 156, 194
Зуйков В. А., 156, 194
Иванов А. В., 333
Иванов В. Е., 197
Ившин С. С., 21, 24, 31
Ившина А. А., 24, 31
Ильичев А. В., 156, 194
Имамутдинов С. А., 199
Каверзнева Т. Т., 103
Кадочникова Е. Н., 258, 396
Казарин С. С., 203
Кайбичев И. А., 335, 344, 349, 353
Калинин Е. А., 205
Камалеева А. Р., 245
Карама Е. А., 207, 210
Карасев Е. В., 116, 359

Кармоков А. Х., 364
Карнюшкин А. И., 5, 77, 251
Карцева Ю. Е., 59
Квасов М. В., 213
Кирилюк А. В., 128
Киселев В. В., 169
Клевченя Д. И., 105
Клокова К. В., 219
Князев В. В., 165
Ковырзин М. С., 38
Козлова О. В., 56, 59
Кокурин А. К., 367
Колбашов М. А., 101, 296
Комельков В. А., 38, 101
Кондратюк Н. В., 156, 194
Коробейничев О. П., 61, 128
Коткова Е. А., 379
Краснов А. В., 316
Кропотова Н. А., 54
Ксенофонтов С. И., 66
Кузнецов М. В., 69, 71, 73, 222
Кузнецов С. А., 226
Кузьменко В. А., 187
Куликов И. М., 38
Куликов С. В., 230
Курчаев Ж. В., 369
Лаврентичева А. А., 75
Лазарев А. А., 371
Ламзин К. С., 77
Лапшин С. С., 373
Латышенко К. П., 45
Легкова И. А., 213
Лейнова С. Л., 105
Леонтьев М. А., 392
Лепавев А. Н., 66
Лобова С. Ф., 95
Лутошкин В. О., 274
Ляпин П. А., 377
Ляшенко С. М., 7
Ма Ч., 61
Маркман Э. Э., 232
Марков А. Г., 81
Масленников Д. В., 234
Матвеев А. В., 319, 379
Мацюрак Б. К., 152
Машнин М. С., 237
Медных Ж. Н., 77
Микрюков К. В., 21
Микушкин О. В., 359
Мингазов А. Ш., 279
Митюшкин А. А., 325
Мифтахутдинова А. А., 109
Михайлова С. М., 240
Михалин В. Н., 381
Мордвинова А. В., 243
Мосолов А. С., 240
Мочалова Т. А., 85, 165, 305, 367, 383, 411
Мурза И. М., 266
Мушлакова С. В., 387
Наконечный С. Н., 381
Насырова А. Х., 155, 245
Некрасов В. П., 243
Нефедова Г. В., 87
Низамов А. А., 155
Никифоров А. Л., 52, 93, 274, 402
Никишов С. Н., 10
Никишов С. Н., 14
Новикова А. В., 314
Палецкий А. А., 61
Палин Д. Ю., 91
Панёв Н. М., 93
Панфилов С. Г., 287
Перина А. И., 272
Песикин А. Н., 143
Петренко А. Н., 81
Пехотиков В. А., 400
Подобный А. В., 268
Покровский А. А., 226
Полищук Е. Ю., 128
Полякова А. М., 247
Попов В. И., 143
Попова Е. В., 316
Принцева М. Ю., 95
Присадков В. И., 387
Присадков К. В., 387
Протасова А. К., 40
Прусаков В. А., 390
Пуганов М. В., 143, 191
Пучков П. В., 249
Пчелинцев В. Э., 251
Резников М. С., 279
Репин Д. С., 152
Репин Д. С., 247
Романов Л. И., 197
Романюк Е. В., 254, 257
Рубинчик С. Я., 105
Русанов Д. Ю., 307
Рябиков А. И., 400
Салихова А. Х., 181, 392
Самигуллин Г. Х., 258, 396
Сараев И. В., 261, 266
Сафонова Н. Л., 99
Сафронова А. С., 398
Свищевский С. Ф., 105
Селиверстов К. П., 207, 210
Семенов А. Д., 150, 174, 203, 293

Семенов Д. Ю., 311
Семенова К. В., 268
Сизов А. П., 101
Симоненко Я. Б., 390
Симонова М. А., 282
Сиротин А. С., 81
Скрипник И. Л., 103, 109
Смелков Г. И., 400
Смирнов А. А., 247
Соколик Г. А., 105
Солнцев Р. Р., 272
Сорокин Д. В., 274
Сорокин О. В., 187
Спиридонова В. Г., 402
Степанов Е. В., 406
Степанов М. А., 243
Столяров С. О., 109
Сторонкина О. Е., 85, 165, 305, 367, 383, 411
Султанов Р. М., 199
Сусоева И. В., 112
Сырбу С. А., 3, 205, 237
Сытдыков М. Р., 189
Сычев А. Н., 243
Сычева Т. В., 383
Тараканов Д. В., 323, 325, 406, 414
Таратанов Н. А., 87, 132, 135, 364, 369, 377
Тимофеев Н. Е., 279
Титунин А. А., 112
Тихонов А. И., 268
Топоров А. В., 115
Трелин С. С., 282
Трубачев С. А., 61
Турханова Н. Г., 279
Ульева С. Н., 52, 138, 274, 333, 402
Ушаков Д. В., 387
Федоров Ю. И., 24, 31
Филатова Ю. А., 85
Флегонтов Д. В., 116
Фомин М. В., 287
Фрайденберг А. Г., 408
Фрунзе А. В., 45
Хазиахметов Р. И., 411
Хазова И. В., 152
Халиков Р. В., 119
Хасанов И. Р., 121, 287
Холодов О. М., 290
Хохолко В. С., 128
Ху Ю., 61
Циркина О. Г., 52, 274, 402
Ченчаев З. А., 293
Чернов А. А., 128
Чувашова Т. В., 245
Шабунин С. А., 123
Шалявин Д. Н., 414
Ширяев Е. В., 125, 237
Шишков М. В., 314
Шкунов С. А., 323, 325
Шмаков А. Г., 61, 128
Шмелева Т. В., 130, 247
Шогенов А. М., 132
Шоя В. С., 128
Шушпанов А. Н., 40
Юнцова О. С., 330
Юртаев Е. А., 296
Ягодка Е. А., 177
Якимов Е. Р., 301
Якушкина И. Г., 421

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

Азовцев А. Г., Сырбу С. А. Оценка адгезии акриловых покрытий с добавками диоксида кремния методом х-образного разреза.....	3
Анисимова О. В., Горячева В. Н., Елисеева Е. А., Карнюшкин А. И. Особенности получения композиционных, полимерных и конструкционных материалов с заданными физико-химическими и механическими свойствами	5
Аносова Е. Б., Ляшенко С. М. Изучение некоторых термических свойств отделочных строительных материалов с использованием дифференциально-сканирующей калориметрии.....	7
Баканов М. О., Никишов С. Н. Технология получения пеностекла. Теоретические основы.....	10
Баканов М. О., Никишов С. Н. Разработка математической модели высокотемпературной термической обработка сырьевой смеси в технологии производства пеностекла	14
Беззапонная О. В. Стабильность огнезащитных составов интумесцентного типа	18
Белобородова О. И., Ившин С. С., Микрюков К. В., Гисмятов Р. Р. Повышение термостойкости базальтопластиковой арматуры.....	21
Богатеев Г. Г., Ившина А. А., Ившин С. С., Федоров Ю. И. Композиционные огнезащитные сэндвич-панели многоцелевого назначения.....	24
Богатеев Г. Г., Алексева Н. А., Афанасьева Н. С., Белобородова О. И. Характеристики тепло-, огнезащитных покрытий с ингибирующими добавками	29
Богатеев Г. Г., Ившина А. А., Ившин С. С., Федоров Ю. И. Перспективы применения огне-, теплозащитных покрытий для защиты металлических конструкций	31
Богатеев Г. Г., Алексева Н. А., Афанасьева Н. С., Белобородова О. И. Полимерные композиции как основа защитных покрытий для лесопожарной техники	34
Боков Г. В. Изменение состояния пвх изоляции провода при нагреве сверхтоком	36
Бубнов В. Б., Куликов И. М., Комельков В. А., Ковырзин М. С. Исследование аварийного истечения легковоспламеняющихся жидкостей при их транспортировке и хранении	38
Васин А. Я., До Т. Х., Гаджиев Г. Г., Шушпанов А. Н., Протасова А. К. Термический анализ лекарственного препарата теризидон.....	40
Газизов А. М., Абзалилов В. Р. Способ повышения огнестойкости металла, с использованием раствора тетраэтоксилан	44
Гарелина С. А., Латышенко К. П., Фрунзе А. В. Пирометры для измерения температуры пламени	45
Зарубин В. П. Исследование влияния размера частиц минерального наполнителя на триботехнические характеристики смазочных материалов.....	48
Захаров Е. Ю., Ульева С. Н., Никифоров А. Л., Циркина О. Г. Уменьшение пожарной опасности электрооборудования, путем применения термостойких красителей.....	52
Зимин К. А., Кропотова Н. А. Технология нейтрализации компонентов ракетного топлива при возникновении аварий на железнодорожном транспорте	54
Зимнуров А. Р., Козлова О. В. Получение текстильных рисунков с ик-ремиссией на параарамидной ткани	56
Карцева Ю. Е., Зеленкова Т. Н., Козлова О. В. Использование полимеров-модификаторов в переводной печати по текстильным материалам из натуральных волокон	59
Коробейничев О. П., Трубачев С. А., Глазнев Р. К., Палецкий А. А., Шмаков А. Г., Ма Ч., Вэнг К., Ху Ю. Разработка антипиренов для ЖППУ и исследование механизма их действия	61
Красильникова М. А., Балакин В. М., Беззапонная О. В. Антипирены для древесины на основе продуктов деструкции полиэтилентерефталата	64
Ксенофонтов С. И., Васильева О. В., Лепав А. Н., Ефремов С. Н. Роль поверхностно активных веществ при тушении пожара твердых горючих материалов.....	66
Кузнецов М. В. Высокотемпературный синтез микро- и наноразмерных порошков неорганических материалов для рабочих элементов датчиков потенциально опасных газов.....	69
Кузнецов М. В. Технология получения и промышленное внедрение в высокотемпературные процессы микро- и нанопористых сорбентов на основе стеклотканей, модифицированных привитыми поверхностными соединениями.....	71
Кузнецов М. В. Технология высокотемпературной химико-термической обработки поверхностей металлических изделий с помощью каталитического азотирования.....	73
Лаврентичева А. А. Обзор исследований процессов самовозгорания твердых органических веществ в целях судебной пожарно-технической экспертизы.....	75
Ламзин К. С., Елисеева Е. А., Медных Ж. Н., Карнюшкин А. И. Современные технологии переработки пластика.....	77

Марков А. Г., Петренко А. Н., Сиротин А. С. Обоснование применения проводящих контурных покрытий на полимерных материалах для снижения электростатической опасности	81
Мочалова Т. А., Филатова Ю. А., Сторонкина О. Е. Исследование пожарной опасности антифризов	85
Нефедова Г. В., Таратанов Н. А. Разогретые части выхлопной системы автомобиля, как источник загорания розлива нефти	87
Огнева М. М., Таратанов Н. А. Инфракрасная спектроскопия при исследовании органических материалов... ..	89
Палин Д. Ю. Повышение безопасности технологического оборудования за счет применения магнитных материалов в уплотнительных устройствах	91
Панёв Н. М., Никифоров А. Л. Оценка эффективности использования антипиренов для снижения пожарной опасности изделий из древесины	93
Принцева М. Ю., Лобова С. Ф. Применение термического анализа для расчета кинетических параметров термодеструкции полимеров при выполнении реконструкции пожара	95
Сафонова Н. Л. Использование полимерных композиционных материалов в авиационной технике для пожарной безопасности.....	99
Сизов А. П., Комельков В. А., Колбашов М. А. К разработке статических уплотнений для объектов, предназначенных для хранения и транспортировки взрывоопасных и горючих веществ	101
Скрипник И. Л., Каверзнева Т. Т. Исследование свойств вспенивающихся лакокрасочных материалов при введении в них цеолитов.....	103
Соколик Г. А., Лейнова С. Л., Свирщевский С. Ф., Рубинчик С. Я., Клевченя Д. И. Определение токсической опасности продуктов горения лакокрасочных материалов	105
Столяров С. О., Мифтахутдинова А. А., Скрипник И. Л. Исследование процессов термического разложения огнезащитных покрытий на примере огнезащитного атмосферостойкого состава «Термобарьер» 2.....	109
Сусоева И. В., Вахнина Т. Н., Титунин А. А. Снижение горючести теплоизоляционных композитов на основе наполнителя из растительных отходов	112
Топоров А. В. Исследование процесса трения рабочих магнитоэластмерных элементов магнитоэластического уплотнения	115
Флегонтов Д. В., Акулова М. В., Карасев Е. В. Определение степени повреждения железобетонных строительных конструкций после огневого воздействия	116
Халиков Р. В. Использование электромагнитной обработки водных растворов для повышения эффективности объемного пожаротушения газокompрессорных станций.....	119
Хасанов И. Р., Варламкин А. А. Огнезащитные покрытия в различных условиях пространственной ориентации кабельных проходок	121
Шабунин С. А., Баринаева Е. В. Современные способы и средства огнезащиты деревянных конструкций	123
Ширяев Е. В. Горение n-гексана на пределе гашения пламени в емкости с пористой средой.....	125
Шмаков А. Г., Коробейничев О. П., Чернов А. А., Полищук Е. Ю., Хохолко В. С., Кирилук А. В., Шоя В. С. Совершенствование метрологического обеспечения системы подтверждения соответствия при определении показателя горючести строительных материалов	128
Шмелева Т. В., Зарубина Е. В. Исследование надежности соединений в системе противопожарного водопровода	130
Шогенов А. М., Таратанов Н. А. Влияние высоких температур на цементные блоки	132

**СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОСТИЖЕНИЯ
В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ,
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ
И СРЕДСТВ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И СПАСЕНИЯ ЛЮДЕЙ,
СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРОВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ**

Алексеев А. В., Таратанов Н. А. Компьютерное моделирование процесса возникновения и развития пожара.....	135
Алехин В. А., Ульева С. Н. Формы и методы защиты объектов по хранению нефтепродуктов от разрядов статического электричества.....	138
Балыклов А. А. Технологии тушения пожаров с использованием беспилотных летательных аппаратов	141
Баранова Д. С., Песикин А. Н., Попов В. И., Пуганов М. В. Обеспечение безопасности людей при пожарах в зданиях промышленных предприятий.....	143
Блохин А. А. Аспекты обеспечения пожарной безопасности пассажирских вагонов	147
Бочкарев А. Н., Аладов А. Ф., Семенов А. Д. Перспективные разработки в области насосно-рукавной техники	150
Бубнов В. Б., Репин Д. С., Хазова И. В., Мацюрак Б. К. Разработка методики расчета теплового состояния противопожарных водопроводов для природно-климатических условий Арктики.....	152
Вахитова Л. Ф., Насырова А. Х., Низамов А. А. Способы тушения пожара в современных зданиях	155

Вогман Л. П., Зуйков В. А., Ильичев А. В., Кондратюк Н. В., Зуйков А. В. Пожарная безопасность промышленных холодильников	156
Волкова К. М. Построение логических связей автоматизированной интегрированной системы пожаротушения на нефтеперерабатывающем предприятии	161
Володько М. Ю., Князев В. В., Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А. Управление эвакуацией и поиск местонахождения людей в помещении с применением bluetooth-маяков beacon – технологий	165
Глоба Д. А., Киселев В. В. Совершенствование методов мониторинга объектов нефтегазового комплекса	169
Дашевский А. Р., Данилов П. В., Жиганов К. В., Вазюля Г. В. Разработка системы видеомониторинга для предупреждения лесных пожаров	171
Дохтукаев У. А., Семенов А. Д. Применение струйного насоса в резервной вакуумной системе пожарного автомобиля	174
Дроздов Д. А., Ягодка Е. А. Проверка работоспособности специального технического устройства для эвакуации детей из верёвочных парков	177
Екимовский Д. В., Белоногов А. А., Салихова А. Х. Разработка современных технологий автоматического пожаротушения	181
Емельянов Р. А., Кузьменко В. А., Вовк Д. Н., Сорокин О. В. Обзор тушения пожаров класса D	187
Еникеев М. В., Сытдыков М. Р. Методика исследования производственной программы по техническому обслуживанию и ремонту пожарной техники	189
Зайцева К. А., Пуганов М. В. Обеспечение пожарной безопасности зданий повышенной этажности	191
Земский Г. Т., Зуйков В. А., Ильичев А. В., Кондратюк Н. В., Зуйков А. В. Хранение и транспортировка пожаровзрывоопасной продукции	194
Иванов В. Е., Романов Л. И. Разработка конструкции устройства для восстановления работоспособности напорных пожарных рукавов	197
Имамудинов С. А., Султанов Р. М., Волокитина Л. П. Разработка современной модели городского пожарного автомобиля	199
Казарин С. С., Семенов А. Д. Способ увеличения кратности воздушно-механической пены при использовании ствола воздушно-пенного с эжектирующим устройством	203
Калинин Е. А., Сырбу С. А. К вопросу о пожарной безопасности маслосмазодоизельных хозяйств объектов атомной энергетики	205
Карама Е. А., Селиверстов К. П. Спасательные технологии для арктической зоны РФ	207
Карама Е. А., Селиверстов К. П. Обеспечение безопасности арктической зоны РФ	210
Квасов М. В., Легкова И. А. Вариации систем пожарной сигнализации и виды автоматического пожаротушения	213
Кириянов В.В., Ульева С.Н., Никифоров А.Л. Влияние старения изоляции на пожарную опасность электроустановок	217
Клокова К. В. Мониторинг магистральных газопроводов и сооружений с применением беспилотного летательного аппарата	219
Кузнецов М. В. Повышение уровня безопасности реакторов типа РБМК за счет использования усовершенствованной конструкции ТВЭЛ в высокотемпературных процессах	222
Кузнецов М. В. Генераторы водородсодержащих добавок (ГВД) топлива для улучшения экономических и экологических характеристик двигателей в транспортных средствах и системах автономной энергетики	224
Кузнецов С. А., Покровский А. А. Математическая модель для оценки пожарной опасности проведения огневых работ на автозаправочных станциях	226
Куликов С. В. Причины возгораний и пожарная опасность электротехнических устройств	230
Маркман Э. Э., Бочкарев А. Н. Анализ и модернизация средств спасения на авиационном транспорте	232
Маслеников Д. В., Волков А. В. Анализ способов обеспечения пожарной безопасности торговых центров в процессе эксплуатации	234
Машнин М. С., Ширяев Е. В., Сырбу С. А. О сценариях развития пожара на магистральных нефтепроводах	237
Михайлова С. М., Мосолов А. С. Определение зоны чрезвычайной ситуации, вызванной пожаром и поражением опасными веществами, в результате реализации террористической угрозы на объектах топливно-энергетического комплекса	240
Мордвинова А. В., Некрасов В. П., Сычев А. Н., Степанов М. А. Определение необходимой площади глухого остекления, применяемого в качестве легкосбрасываемых конструкций для обеспечения взрывоустойчивости здания	243
Насырова А. Х., Чувашова Т. В., Камалеева А. Р. Станции пожаротушения с водяными насосами	245
Полякова А. М., Репин Д. С., Зарубина Е. В., Шмелева Т. В., Смирнов А. А. Расчет сложных гидравлических сетей систем противопожарного водопровода на прочность	247
Пучков П. В. К вопросу о применении различных движителей в роботизированных комплексах	249
Пчелинцев В. Э., Горячева В. Н., Елисева Е. А., Карнюшкин А. И. Применение систем управления с обратной связью в системах противопожарной защиты	251
Романюк Е. В. Математическое обеспечение режима подготовки к фильтрованию зернистого слоя для АСУ аспирации	254

Романюк Е. В. Схема автоматизированного управления аспирацией с зернистым цилиндрическим фильтром-пылеуловителем.....	257
Самигуллин Г. Х., Кадочникова Е. Н. Методика оценки риска техногенных аварий нефтегазового оборудования по изменению прочностных характеристик сталей.....	258
Сараев И. В., Бочкарев А. Н., Воронцов А. А. Основные характеристики насосно-рукавных систем европейского производства.....	261
Сараев И. В., Мурза И. М. Устройство для оперативного ремонта пожарных рукавов.....	266
Семенова К. В., Тихонов А. И., Подобный А. В. Разработка цифровых двойников распределительных трансформаторов для оценки пожарной опасности трансформаторных подстанций.....	268
Солнцев Р. Р., Перина А. И. Актуальность мероприятий по повышению безопасности личного состава звена газодымозащитной службы.....	272
Сорокин Д. В., Никифоров А. Л., Циркина О. Г., Ульева С. Н., Лутошкин В. О. Разработка современного композиционного материала для боевой одежды пожарного.....	274
Тимофеев Н. Е., Резников М. С., Мингазов А. Ш., Емельянов В. В., Димухаметов Р. Р., Гинзбург В. Л., Галимов Л. Р., Турханова Н. Г. Генератор огнетушащего аэрозоля с низкой зажигательной и коррозионной способностью.....	279
Трелин С. С., Симонова М. А. Анализ пожаров на деревообрабатывающих предприятиях.....	282
Фассалова Э. Р. Мониторинг лесных и сельскохозяйственных угодий с применением беспилотных летательных аппаратов.....	285
Хасанов И. Р., Фомин М. В., Зуев С. А., Панфилов С. Г. Обеспечение пожарной безопасности многофункциональных зданий.....	287
Холодов О. М. Меры пожарной безопасности на спортивных объектах г. Воронежа.....	290
Ченчаев З. А., Семенов А. Д. О возможности использования вакуумного насоса пожарного автомобиля для заполнения пенобака.....	293
Юртаев Е. А., Колбашов М. А., Волков М. В. Особенности отечественной методики расчета эвакуации людей индивидуально поточным методом реализуемой при помощи зарубежных программ.....	296
Якимов Е. Р., Бочкарев А. Н. Тушение пожаров лесных массивов в различных регионах Российской Федерации с использованием авиации МЧС России на основе анализа мировой практики.....	301

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

Акмаев Р. Н., Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А. Методология ранжирования опасных производственных объектов в нефтегазовом секторе.....	305
Архиреев К. Э., Вишкеин М. В., Дымов С. М., Русанов Д. Ю., Александров А. М. Стандартизация методов эксплуатационных испытаний тепловизоров пожарных.....	307
Белокобыльский А. В., Аксютин П. Г., Семенов Д. Ю. Нормирование требований пожарной безопасности к коридорам безопасности при организации эвакуации и спасении людей.....	311
Белокобыльский А. В., Новикова А. В., Варламкина А. Н., Григорьева Е. М., Шишков М. В. Деятельность ТК 274 «Пожарная безопасность» в международной системе стандартизации.....	314
Валиуллина Г. Н., Краснов А. В., Попова Е. В. Разработка базы данных специальных технических условий в части обеспечения пожарной безопасности.....	316
Горлачёва М. В., Матвеев А. В. Анализ и оценка гибели и травмирования людей при пожарах в Республике Татарстан.....	319
Зайченко Ю. С., Шкунов С. А., Тараканов Д. В. Оснащенность пожарно-спасательных подразделений современными образцами техники и оборудования.....	323
Зайченко Ю. С., Шкунов С. А., Митюшкин А. А., Тараканов Д. В. Сравнительный анализ занятости пожарной техники территориальных пожарно-спасательных гарнизонов.....	325
Закирьянов Х. И., Юнцова О. С. О совершенствовании риск-ориентированного подхода при осуществлении государственного пожарного надзора.....	330
Иванов А. В., Ульева С. Н. Проблемы формирования культуры пожарной безопасности при эксплуатации электроустановок и бытовых электроприборов.....	333
Кайбичев И. А. Статистические характеристики временных рядов количества пожаров в регионах Российской Федерации.....	335
Кайбичев И. А. Примененность правила три сигма к данным по количеству пожаров в регионах Российской Федерации.....	344
Кайбичев И. А. Применение модели Вейбулла для прогнозирования количества погибших при пожарах в Российской Федерации.....	349
Кайбичев И. А. Оценка вероятности возникновения пожара в зависимости от категории виновника.....	353

Карасев Е. В., Микушкин О. В. Установление причастности однофазного асинхронного двигателя к причине пожара.....	359
Кармоков А. Х., Таратанов Н. А. Деятельность ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Кабардино-Балкарской Республике: анализ и совершенствование	364
Кокурин А. К., Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е. «Регуляторная гильотина»: новации в законодательстве.....	367
Курчаев Ж. В., Таратанов Н. А. Установление очага пожара на автомобиле Лада 211440	368
Лазарев А. А., Емелин В. Ю. Об основных подходах к обоснованию пожарной опасности торговых центров в суде.....	371
Лапшин С. С. Разработка базы данных описаний компьютерных моделей пожара, созданных при производстве пожарно-технической экспертизы	373
Ляпин П. А., Таратанов Н. А. Установление инициатора горения с использованием газожидкостной хроматографии.....	377
Матвеев А. В., Коткова Е. А. Психофизиологические аспекты поведения людей при эвакуации в случае пожара.....	379
Михалин В. Н., Азовцев А. Г., Наконечный С. Н. Пример теории игр при осуществлении государственного надзора в области обеспечения пожарной безопасности.....	381
Мочалова Т. А., Сычева Т. В., Сторонкина О. Е. Об актуальности проведения исследования эффективности профилактической работы по предупреждению пожаров, проводимой на территории Республики Мордовия (на примере города Саранск)	383
Новичкова Н.Ю. Эволюция средств пассивной противопожарной защиты культурно-зрелищных сооружений	386
Присадков В. И., Мусликова С. В., Ушаков Д. В., Присадков К. В. Оценка пожарной безопасности гостиниц и их «звездная» классификация.....	387
Прусаков В. А., Гравит М. В., Симоненко Я. Б. Национальный стандарт «Конструкции строительные. Средства огнезащиты деформационных швов. Методы испытаний на огнестойкость»	390
Салихова А. Х., Леонтьев М. А. Разработка системы показателей оценки уровня противопожарного состояния производственных объектов	392
Самигуллин Г. Х., Кадочникова Е. Н. Анализ технического состояния газонефтепроводов	396
Сафронова А. С. Экспертиза расчета пожарного риска	398
Смелков Г. И., Рябиков А. И., Пехотиков В. А., Грузинова О. И., Дармина Н. М. К вопросу об актуализации нормативной базы на средства огнезащиты кабелей	400
Спиридонова В. Г., Циркина О. Г., Никифоров А. Л., Ульева С. Н. Развитие нормативной базы в области оценки пожароопасных свойств текстильных материалов с нанесенной огнезащитой.....	402
Степанов Е. В., Тараканов Д. В. Поддержка управления при поиске пострадавших на потенциально опасных промышленных объектах при пожарах и задымлениях с использованием систем позиционирования персонала.....	406
Фрайденберг А. Г. Анализ проводимых мероприятий спасательными подразделениями МЧС Казахстана при ликвидации пожаров и их последствий на взрывоопасных объектах с применением роботизированных аппаратов	408
Хазиахметов Р. И., Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А. Применение риск-ориентированного подхода в области обеспечения пожарной безопасности объектов с массовым пребыванием людей: нормативно-правовое и техническое регулирование	411
Шалявин Д. Н., Тараканов Д. В., Гринченко Б. Б. Информационно-аналитический обзор крупных аварий и пожаров на объектах энергетической отрасли.....	414
Якушкина И. Г. Необходимость совершенствования подготовки ответственных за техническое обслуживание огнетушителей в организациях	421

СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ
СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ IV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,
ПОСВЯЩЕННОЙ 30-Й ГОДОВЩИНЕ МЧС РОССИИ

ИВАНОВО, 15 ОКТЯБРЯ 2020 г.

Текстовое электронное издание

Издается в авторской редакции

Подготовлено к изданию 06.11.2020 г.
Формат 60 × 84 1/16. Усл. печ. л. 27,1. Уч.-изд. л. 25,2. Заказ № 106.

Отделение организации научных исследований
научно-технического отдела
ФГБОУ ВО Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России,
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33