

СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ V МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

ИВАНОВО, 14 ОКТЯБРЯ 2021 г.



**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»**

СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ V МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,
ИВАНОВО, 14 ОКТЯБРЯ 2021 Г.**

MODERN FIRE-PROOF MATERIALS AND TECHNOLOGIES

**COLLECTION OF MATERIALS OF THE V INTERNATIONAL CONFER-
ENCE SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCES
IVANOV, OCTOBER 14, 2021**

ИВАНОВО
2021

УДК 614.8

Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов V Международной научно-практической конференции. Иваново, 14 октября 2021 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – 562 с.

В сборник включены материалы V 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.

The collection includes materials of V International scientific-practical conference «Modern fireproof materials and technologies». The collection examines questions of the study of fire hazard of substances and materials, buildings and structures, development of modern methods to reduce fire hazard; modern scientific and technical achievements in the development of fire protection systems of objects, systems and means of fire safety and rescue; problem questions of development of system of technical regulation in the field of fire safety, improve the system of standardization and certification of materials and technologies.

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. техн. наук, доцент А. Х. Салихова

канд. хим. наук, доцент С. Н. Ульяева

канд. техн. наук, доцент Попов В.И.

канд. филол. наук Ю. В. Шмелева

© Ивановская пожарно-спасательная
академия ГПС МЧС России, 2021

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

УДК 614.84

А. В. Абакумов, Н. А. Таратанов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**УСТАНОВЛЕНИЕ ОЧАГОВОЙ ЗОНЫ
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЙ СКОРОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ**

В данной статье проведено исследование скорости прохождения ультразвуковой волны для установления очаговой зоны.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, пожарно-техническая экспертиза, ультразвуковая волна.

A. V. Abakumov, N. A. Taratanov

**ESTABLISHMENT OF THE FOCAL ZONE BASED ON THE RESULTS
OF MEASUREMENTS OF THE SPEED OF PASSAGE
OF THE ULTRASONIC WAVE**

In this article, a study of the speed of passage of an ultrasonic wave to establish a focal zone is carried out.

Keywords: reinforced concrete structures, fire-technical expertise, ultrasonic wave.

Анализ литературных данных показал, что в настоящее время для экспертного исследования после пожара изделий из бетонов применяются, в основном, лабораторные методы: ИК-спектроскопия, рентгеновский фазовый анализ, термический анализ. Эти методы обладают высокой информативностью, но, наряду с этим, и весьма существенными недостатками, связанными с высокой стоимостью оборудования, длительностью и трудоемкостью подготовки проб в лабораторных условиях, необходимостью глубоких специальных знаний физико-химических свойств неорганических строительных материалов. Поэтому такие исследования на практике проводятся довольно редко. Применение полевых средств неразрушающего контроля объектов исследования на месте пожара является актуальным. Однако в литературе мало упоминается о применении ультразвукового метода исследования бетонных и железобетонных конструкций с целью обнаружения очага пожара [1-3].

Целью работы является выявление основных оценочных показателей эффективности использования ультразвукового метода исследования при производстве судебных пожарно-технических экспертиз.

Реконструкция допожарной обстановки сопряжена с существенными трудностями из-за изменений, внесенных в нее за счет нагрева и горения, потери механической прочности конструкций, механического и химического воздействия струй воды и других огнетушащих веществ, вскрытия конструкций и перемещения предметов пожарными и другими лицами, проводящими работу по спасанию людей и ликвидации пожара. Естественно, что дознавателю для решения этих вопросов необходима помощь специалистов в области исследования пожаров. Эта помощь оказывается обычно в форме проведения судебных пожарно-технических экспертиз или специальных исследований.

Так повсеместное применение бетона и железобетона в качестве строительных материалов обуславливает актуальность исследования цементного камня после пожара с целью установления очага возгорания и причины пожара. Задача установления очага пожара при исследовании бетонных и железобетонных строительных конструкций основывается на определении изменения тех или иных физико-химических свойств этих изделий, коррелируемых со степенью термического поражения. Основываясь на полученных данных, определяются очаговые признаки.

Процессы дегидратации цементного камня, деструкция некоторых его компонентов, тепловое расширение отдельных составляющих бетона и, как следствие, разрыхление его массы, появление микро- и макротрещин приводят к изменению акустических характеристик бетона, наряду с изменением других физических свойств – твердости, упругости и т.п.

К настоящему времени ультразвуковые исследования и дефектоскопия бетонных и железобетонных конструкций, как косвенный экспресс - метод оценки их физико-механических свойств (плотности, модуля упругости), широко используется в строительстве, строительной индустрии и в России, и за рубежом. Решение близкой по сути задачи – использование ультразвукового импульсного метода для фиксации в экспертных целях последствий разрушения бетона на пожаре – было предложено сотрудниками Ленинградской СНИЛ ВНИИПО и ВВИСКУ им. Комаровского в 70-х гг.

Для обследования железобетонных конструкций после пожара используются дефектоскопы. Ультразвуковой эхо-дефектоскоп – это прибор, предназначенный для обнаружения несплошностей и неоднородностей в изделии, определения их координат, размеров и характера путем излучения импульсов ультразвуковых колебаний, приема и регистрации отраженных от неоднородностей эхо – сигналов.

Для исследований железобетонных конструкций после пожара может быть рекомендован, в частности, прибор ультразвукового зондирования «УЗ-01-ЭП», входящий в комплекс «ПирЭкс».

Приведем пример эффективного применения данного метода при исследовании пожара жилого многоквартирного дома, расположенного в Липецкой области.

Исследуемый объект представляет собой перекрытие размером в плане $2,8 \times 4,2$ м, состоящее из трех пустотных железобетонных плит. На отдельных участках перекрытие закопчено, имеются сколы и трещины. Визуально установить на перекрытии зону (зоны) наибольших термических повреждений не представляется возможным. В связи с чем, для определения степени термического поражения исследуемого объекта проведено инструментальное исследование инфракрасным термометром и ультразвуковым дефектоскопом УД2Н-П, который состоит из электронного блока и выносных излучателя и приемника.

При проведении исследования поверхность перекрытия помещения № 5 комнаты № 4 квартиры была размечена точками (равноудаленными друг друга по ширине 50 см, по длине 50 см).

	10	50	50	50	50	50	50	50	50	10	
15	1,1 ■	1,2 ■	1,3 ■	1,4 ■	1,5 ■	1,6 ■	1,7 ■	1,8 ■	1,9 ■		
50	2,1 ■	2,2 ■	2,3 ■	2,4 ■	2,5 ■	2,6 ■	2,7 ■	2,8 ■	2,9 ■		
50	3,1 ■	3,2 ■	3,3 ■	3,4 ■	3,5 ■	3,6 ■	3,7 ■	3,8 ■	3,9 ■		
50	4,1 ■	4,2 ■	4,3 ■	4,4 ■	4,5 ■	4,6 ■	4,7 ■	4,8 ■	4,9 ■		
50	5,1 ■	5,2 ■	5,3 ■	5,4 ■	5,5 ■	5,6 ■	5,7 ■	5,8 ■	5,9 ■		
50	6,1 ■	6,2 ■	6,3 ■	6,4 ■	6,5 ■	6,6 ■	6,7 ■	6,8 ■	6,9 ■		
15											

Рис. 1. Разметка исследуемой поверхности

В случае, если при разметке исследуемой поверхности точка измерения приходилась на стык плит, то для достижения лучшего акустического контакта измерение проводилось со смещением на 3-5 в сторону.

Измерения проводились поочередно в каждой точке путем приложения к поверхности конструкции ЭК (излучатель и приемник). В каждой точке проводилось по 2 параллельных измерения в перпендикулярных направлениях. Результаты отображались на экране прибора. Полученные результаты в каждой точке сравнивались, наибольшие значения фиксировались в таблице и заносились в память прибора.

По результатам измерений с помощью компьютерной программы Microsoft Office Excel была построена карта зон термических поражений перекрытия (рис. 2).

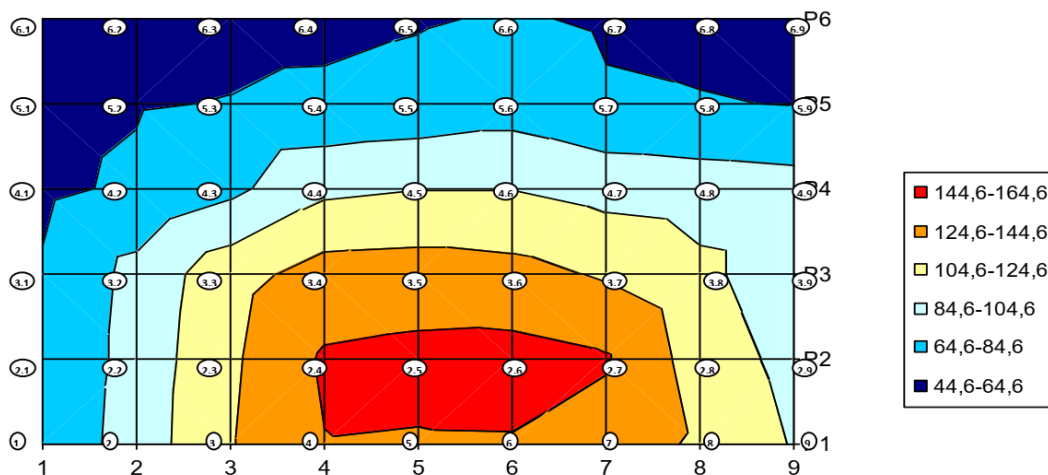


Рис. 2. Карта зон термических поражений

На карте зон термических поражений красным цветом выделена зона, где наблюдается наибольшее время прохождения ультразвуковых волн в бетоне, что соответствует наибольшему термическому поражению. По мере удаления от данной зоны степень термического поражения железобетонного перекрытия уменьшается, что выделено другими цветами.

На основании проведенного исследования установлено, что железобетонное перекрытие помещения комнаты № 4 квартиры подверглось наибольшему термическому поражению в зоне расположения точек измерения № 1,4-№ 1,6 и № 2,4-№ 2,7, где время прохождения ультразвуковых волн наибольшее.

Следовательно очаг пожара находился в помещении у восточной стены на уровне пола в месте расположения холодильника и южной части дивана.

В заключении хотелось отметить, что полученные результаты исследования копоти могут быть использованы в рамках пожарно-технической экспертизы для реконструкции процесса возникновения и развития горения, в том числе для установления очага пожара.

Данный метод является эффективным, результаты, получаемые на основе данного метода корректны, что дает им право применяться в практике проведения расследования и экспертизы пожаров экспертами испытательной пожарной лаборатории, ведь установление местонахождения очага пожара является важнейшей задачей при производстве дознания по делам о пожарах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карасев Е. В., Таратанов Н. А., Бирюкова И. А. Оценка эффективности деятельности сотрудников и работников судебно-экспертного учреждения. Журнал «Современные проблемы гражданской защиты». 2020. № 1 (34). С. 84-93.
2. Применение инструментальных методов и технических средств в экспертизе пожаров: Сборник методических рекомендаций. Исследовательский центр экспертизы пожаров ФПС: С-П, 2008.

3. Чешко И.Д. Анализ экспертных версий возникновения пожара / В.Г. Плотников, И.Д. Чешко // В 2-х книгах. Книга 1. СПб филиал ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2010 г.

УДК 621.454.3.038.74

Н. А. Алексеева, Г. Г. Богатеев, А. Н. Гилязова, М. М. Миндубаева
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ПОЛИМЕРОВ И НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Приведены результаты исследований характеристик защитных покрытий в зависимости от природы и соотношения компонентов полимерной матрицы и наполнителей. Показано, что образцы из исследованных составов обладают требуемыми физико-механическими характеристиками. Составы полимерных композиций могут быть взяты в качестве основы защитных покрытий различного назначения.

Ключевые слова: полимеры, защитные покрытия, композиционные материалы, защита от теплового потока, лесной пожар

N. A. Alekseeva, G. G. Bogateev, A. N. Gilazova, M. M. Mindubaeva

INFLUENCE OF THE NATURE OF POLYMERS AND FILLERS ON THE CHARACTERISTICS OF PROTECTIVE COATINGS

The results of studies of the characteristics of protective coatings depending on the nature and ratio of the components of the polymer matrix and fillers are presented. It is shown that samples from the investigated compositions have the required physical and mechanical characteristics. The compositions of polymer compositions can be taken as the basis for protective coatings for various purposes.

Keywords: polymers, protective coatings, composite materials, heat flow protection, forest fire.

Эффективность борьбы с лесными пожарами определяется слаженностью действий авиации, мобильных групп спасателей и пожарных, задействованной специальной и лесопожарной техники (ЛПТ). Исследования последних лет показывают, что для защиты корпуса ЛТП от интенсивного теплоподвода, теплового и эрозионного воздействия продуктов сгорания, разрабатывают и используют термостойкие композиционные материалы, теплозащитные материалы и

покрытия. Применение таких материалов позволяет существенно снизить тепловую нагрузку на корпус автомобиля, особенно в процессе тушения низовых пожаров. Использование штатных теплозащитных покрытий для защиты корпуса и экипажа машины от тепловых потоков не позволяют в полной мере решить данную проблему.

Современные полимерные теплозащитные материалы должны обладать повышенной термостойкостью и механической прочностью. Одним из направлений решения проблемы является применение полимеров (сочетаний полимеров с соответствующими наполнителями и системой отверждения), которые при пиролизе приобретают структуру, обеспечивающую минимальную теплопроводность и достаточную прочность.

Повышенные требования к физико-механическим характеристикам ТЗП обусловлены условиями их эксплуатации. В процессе работы защитные покрытия претерпевают динамические и статические нагрузки, воздействие повышенных давлений и температур.

В этой связи при разработке ТЗП особое внимание уделяют выбору полимерной основы, наполнителей и изучению влияния соотношений ингредиентов на технологические и эксплуатационные характеристики, среди которых важными являются – физико-механические характеристики. Предварительные результаты исследований позволили ограничить круг используемых компонентов, пригодных для разработки защитных полимерных композиций. В качестве полимеров для исследований выбраны полисульфидные и дивинил-нитрильные каучуки, эпоксидные смолы, для отверждения полимерных компаундов использовали отвердители аминного типа и оксиды металлов, фенолоформальдегидные смолы или их различные сочетания. Из наполнителей, кроме металлов 3-й группы периодической системы Менделеева, использовали белую и чёрную сажи типа БС и ТГ, а также - волокнистые наполнители - стеклоткани и углеткани различных марок.

По результатам исследований установлено, что среди изученных дисперсных наполнителей наилучшими прочностными свойствами обладают композиты, включающие чёрную сажу до 5-7 %: предел прочности при растяжении 5,2-5,3 МПа, модуль упругости 138,1-140,3 МПа и относительная деформация на уровне 12,9-13,6 %. С увеличением количества наполнителей в составах композитов, независимо от их природы, прочностные характеристики снижаются, что объясняется исключительно высокой удельной поверхностью порошков белой и чёрной сажи - 45,0 и 10,0 м²/г соответственно.

Следовательно, изменяя природу порошкообразных наполнителей и их содержание в составе композита можно регулировать механические свойства отвержденных образцов.

Большое влияние на прочность изделий оказывает и природа полимеров, используемых при изготовлении защитных материалов. Как показали исследования, замена дивинил-нитрильного каучука на полисульфидный

каучук с соответствующей системой отверждения приводит к снижению предела прочности отвержденных образцов с 3,9-4,1 до 1,5-1,6 МПа, а использование фенолоформальдегидных смол в оптимальных количествах, как порошкообразного наполнителя и отвердителя для эпоксидных смол, приводит к упрочнению материала, показатели относительной деформации увеличиваются, что хорошо согласуется с теорией. С точки зрения механических показателей содержание фенолоформальдегидной смолы в количестве 10 -12 % является оптимальным.

Одним из способов увеличения прочности композиционных материалов является использование различных по природе волокнистых наполнителей - нитей, жгутов, ровингов, тканей различного плетения и др. исследования показали, что наилучшими показателями обладают композиты на основе дивинил-нитрильных каучуков с армирующими материалами - стеклотканью и углетканью.

Использование в составах композитов «чёрной» сажи и стеклоткани позволяет существенно, более чем в 2-4 раза увеличить предел прочности при растяжении в сравнении с исходным материалом.

Для оценки эффективности работы защитных материалов в условиях эксплуатации нами выполнены исследования поведения предлагаемых вариантов композитов при огневом воздействии по методу «огневой трубы». Характеристики образцов из изученных композитов в этих условиях определяются как природой полимерной основы, использованием порошкообразных наполнителей, так и природой волокнистых материалов.

Установлено, что наименьшими значениями убыли массы образцов (повышенной огнестойкостью) обладают композиты на основе дивинил-нитрильных каучуков, включающие в качестве наполнителей «черную» сажу, фенолоформальдегидные смолы и стеклоткань.

Таким образом, по результатам выполненных исследований по определению природы полимерной основы, природы и количества дисперсного и волокнистого наполнителей и содержания фенолоформальдегидной смолы можно сделать следующие выводы:

1. Наилучшими характеристиками обладают образцы из составов, включающих в качестве полимерной основы эпоксидные смолы, дивинил-нитрильные каучуки в сочетании с фенолоформальдегидными смолами и аминными отвердителями.

2. Для регулирования прочностных показателей композитов и повышения огнестойкости материалов ТЗП при огневом воздействии в качестве дисперсных наполнителей целесообразно использовать «черную» сажу, а из волокнистых материалов - стеклоткани.

3. Образцы из разработанных композитов выдерживают действие значительных статических и динамических нагрузок и могут быть использованы в качестве защитных покрытий различного назначения.

УДК 614.842

А. С. Афанасьева, М. В. Панкратова

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

В статье рассматриваются разработки в области противопожарной защиты, а именно применение нанотехнологий для локализации и ликвидации пожара. Существует много типов огнезащитных материалов, которые могут смягчать повреждения и ослабить огонь, но на сегодняшний день нанотехнологии считаются наиболее эффективными в области пожарной безопасности. В статье рассматриваются нанотехнологии и то, как они могут быть использованы для минимизации ущерба от пожара.

Ключевые слова: нанотехнологии, противопожарная защита, эффективность, пожаротушение, огнестойкость, пожар.

A. S. Afanasieva, M. V. Pankratova

THE EFFECTIVENESS OF NANOTECHNOLOGIES IN THE FIELD OF FIRE PROTECTION

This article discusses developments in the field of fire protection, namely the use of nanotechnology for the localization and elimination of fire. There are many types of flame-retardant materials that can mitigate damage and dampen fire, but today nanotechnology is considered the most effective in the field of fire safety. The article discusses nanotechnology and how it can be used to minimize fire damage.

Key words: nanotechnology, fire protection, efficiency, extinguishing, fire resistance, fire.

Нанотехнологии – это новое направление науки и технологии, активно развивающееся в последние десятилетия. Нанотехнологии включают создание и использование материалов, устройств и технических систем, функционирование которых определяется наноструктурой, то есть ее упорядоченными фрагментами размером от 1 до 100 нанометров. Это позволяет создавать более прочный и легкий материал, который может быть использован во многих областях, в том числе для противопожарной защиты. Нанотехнологии могут быть использованы для создания строительных материалов и других покрытий, обладающих высокой устойчивостью к огню и пламени. Включив эту технологию в производство древесины, глины, кирпича, строительных растворов, текстиля, пенопласта, бумаги и картона, эти материалы становятся более устойчивыми к

пожарам и создают более безопасные здания и дома с более высокой огнестойкостью.

Одним из инновационных решений в области пожарной безопасности, является использование нанотехнологий в системах пожаротушения, таких как огнетушители и системы замкнутого контура пожаротушения. Изучение различных смесей и химических комбинаций с помощью нанотехнологий путем разрушения материалов до размера частиц 10^{-9} может помочь укрепить качество подавляющей смеси. Это повысило бы эффективность и мощь его противопожарных возможностей.

Использование нанотехнологий в одежде и оборудовании сотрудников пожарной охраны поможет лучше противостоять пожарам и высокой тепловой энергии. Это повысит безопасность для пожарных при борьбе с любой стадией пожара.

К другим перспективным разработкам в области огнестойкости полимерных материалов относятся концепции вспучивания на основе нанотехнологий. Это включает в себя химические, термические и реологические характеристики, а также системное моделирование и модели для получения улучшенные результаты. Вспучивающиеся покрытия могут быть применены к пластмассам, металлам, дереву, стали, пленкам, тканям и пенам с помощью восходящего подхода синтеза наноматериалов. Были широко протестированы численные модели вспучивания, которые облегчают прогнозирование поведения вспучивания при различных сценариях, таких как взрыв пара испарения кипящей жидкости или пожары [1].

Нанотехнологии используются во многих строительных материалах, поверхностных покрытиях и других потребительских товарах. Некоторые из наиболее популярных нанотехнологических материалов включают кирпич, строительный раствор, хлопчатобумажный текстиль, пенопласт, изоляцию, глину и глинистые композиты, силикатные эпоксидные нанокомпозиты и другие нанокомпозиты. Некоторые нестроительные материалы включают использование нановолокнистых матов и гидрогелей. Все эти материалы используются для снижения теплопроводности более распространенных материалов, чтобы увеличить время горения и повысить безопасность.

Нанотехнологии используются в кирпиче, растворе и других глинистых изделиях для достижения низкой теплопроводности, высоких газобарьерных свойств и замедленного образования обугливания. Глиняные нанокомпозиты, которые также изготавливаются с помощью глиняных нанотехнологий, получают простой фильтрацией и используются в основном в кирпиче и минометы. Глинистые нанокомпозиты обладают превосходной огнезащитой, более высокой устойчивостью к воспламеняемости и более высокому воздействию теплового потока, а также обладают термической и термоокислительной стабильностью в азотной и окислительной средах.

Нановолокнистые маты создаются и добавляются к материалам, которые используются для обеспечения дополнительной теплоизоляции, а также повышения огнестойкости этих материалов. Маты из нановолокон создаются с помощью электроспиннинговых материалов для создания сверхтонких микрофибр, которые образуют огнезащитный состав. Эти волокна затем наслаиваются в виде мата и добавляются к обычным строительным материалам. Образующиеся волокна более огнеупорны и продлевают точку воспламенения материалов, происходит процесс термоокислительного разложения. В целом, нановолокнистые маты создаются в больших количествах, маты используются и в строительных материалах вместо утеплителей и некоторых пенопластов. Нановолокнистые маты изменяют массоперенос и теплоперенос между зоной пиролиза и пламенем пожара, создавая свои огнезащитные свойства.

Гидрогели используются во всем мире, потому что они обладают отличной термостойкостью и являются менее дорогой альтернативой огнестойким тканевым материалам. Гидрогели используются в огнеупорных одеялах, одежде и другой одежде, потому что они отводят тепло от огня и предотвращают термические ожоги. Гидрогели используются в качестве вторичного слоя и ламинируются на ткани для создания огнестойкого материала. Гидрогели содержат 90% воды, которая обладает большей теплоемкостью и позволяет поглощать большее количество энергии от огня. Это делается путем нагревания гидрогеля от огня и испарения воды. Недостатком гидрогелей является то, что они могут быть менее дорогими, но и менее эффективными, а также быстрее разлагаться при воздействии более высоких температур [2].

Нанотехнологии используются при изготовлении покрытий на основе крахмала, которые наносятся на многие хлопчатобумажные ткани, например на мебель, и создают более высокую огнестойкость. В целом, крахмальное покрытие снижает способность к образованию обугливания и удваивает термостойкость. Это означает, что материал, который покрыт этим крахмальным материалом, сожжет бислой крахмала и произведет остаток, который помогает в огнезащитных способностях.

Нанотехнологии используются во всем мире для получения полиэфиримидных нанокompозитных пен. Эти пены используются отдельно или вместе с другими материалами вместо тепловой защиты приборов. Эти пены легче и обладают лучшей термостойкостью. Полиэфиримидную нанокompозитную пену можно комбинировать с нанокластерами, чтобы еще больше увеличить огнезащитные способности и свойства [3].

Нанотехнологии были включены во многие покрытия, которые можно наносить до и после строительства. Эти покрытия могут быть нанесены на дерево, текстиль, бумагу и картон, чтобы уменьшить воспламеняемость этих материалов и не изменять, и не влиять на внешний вид. Покрытия обладают высоким снижением воспламеняемости и предотвращают распространение пожара за счет устойчивости к огню и пламени. Эти нанопокрывания не выделяют токсич-

ных газов при воздействии пламени или огня, что очень важно для жильцов здания, которое может гореть.

Обуздание огня было одним из величайших достижений человека. Это привело к многочисленным технологическим достижениям, в том числе использовании нанотехнологий. Предотвращение и защита от пожаров-это ключ к спасению имущества, жизни и окружающей среды. Поскольку пожары могут случиться с каждым, поэтому чрезвычайно важно продолжать разрабатывать стратегии предотвращения и подавления. Нанотехнологии в этом отношении выглядят чрезвычайно перспективными. Их главное преимущество заключается в том, что они снижают огнестойкость. Поскольку нанокompозиты могут быть добавлены практически к любому материалу, противопожарная защита может быть увеличивается практически в любой области. Эти нанокompозиты также более экологичны, что делает их лучшим выбором, чем некоторые другие методы подавления, такие как галогены. Поскольку образуется меньше токсичного газа, пожар, связанный с этими материалами, может быть менее опасным для тех, кто в нем участвует. Вдыхание дыма является основной причиной гибели людей при пожаре. Менее токсичные газы, присутствующие в воздухе, дают жильцам больше времени, чтобы найти выход во время пожара.

Единственным серьезным недостатком является отсутствие знаний о рисках для здоровья, которые могут представлять нанотехнологии. В связи с этим необходимо провести дополнительные испытания для обеспечения безопасности работников и потребителей.

Таким образом, применение современных инновационных технологий, а именно нанотехнологий, при локализации и ликвидации пожара очень актуально на сегодняшний день. Данная технология является одним из инновационных решений в области пожарной безопасности, так как нанотехнологии могут применяться в системах пожаротушения, таких как огнетушители и системы замкнутого контура пожаротушения, с целью улучшения качества подавляющей смеси. Это дает возможность повысить эффективность и мощь противопожарных возможностей систем пожаротушения. Нанотехнологии также могут быть использованы при создании строительных материалов и других покрытий, с целью повышения устойчивости к огню и пламени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Завьялов Д. Е., Юнцова О. С., Зыбина О. А.* Исследование элементов системы противопожарной защиты объектов (на примере огнезащитных вспучивающихся композиций на основе интеркалированного графита) // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2017. № 1. 35–42 с.
2. *Гусев А. И.* Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии; ФИЗМАТЛИТ - Москва, 2007. 416 с.
3. *Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Вологжанина С. А., Петкова А. П.* Нанотехнологии и специальные материалы; Химиздат - Москва, 2009. 336 с.

УДК 691.17

О. И. Белобородова, Р. Р. Гисмятов, Э. Г. Никитина, А. Н. Шарипов
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ОГНЕСТОЙКОСТЬ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Прогрев строительных конструкций при пожаре приводит к резкой интенсификации теплофизических процессов, а также к возникновению и развитию новых явлений, присущих только высокотемпературным воздействиям. Сложный теплоперенос между телами зависит от энергетических характеристик источника нагрева, состава продуктов сгорания, природы нагреваемого материала, его влажности, конструктивных особенностей и внешних условий. В работе исследованы асбестовая ткань, асбокартон, базальтовое полотно, минеральная вата и огнезащитная мастика на термо- и огнестойкость, а также их теплозащитные свойства при воздействии источников нагрева высокой интенсивности. Наилучшие результаты получены при использовании огнезащитной мастики марки «Krause» толщиной 8 мм.

Ключевые слова: теплоизоляционные строительные материалы, огнестойкость, источник нагрева, термопара, термовизор, пенополистирол, огнезащитная мастика

O. I. Beloborodova, R. R. Gismyatov, E. G. Nikitina, A. N. Sharipov

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF DIFFERENT FACTORS ON FIRE RESISTANCE OF THERMAL INSULATING MATERIALS

The heating of building structures in a fire leads to a sharp intensification of thermo-physical processes, as well as to the emergence and development of new phenomena inherent only to high-temperature effects. Complex heat transfer between bodies depends on the energy characteristics of the heating source, the composition of combustion products, the nature of the heated material, its moisture content, design features, and external conditions. The work investigated asbestos fabric, asbestos cardboard, basalt cloth, mineral wool and fire retardant mastic for thermal and fire resistance, as well as heat-shielding properties when exposed to high-intensity heating sources.

The best results were obtained with the use of fire-retardant mastic «Krause» with a thickness of 8 mm.

Key words: thermal insulation building materials, fire resistance, heating source, thermocouple, thermal imager, expanded polystyrene, fire retardant mastic

Обеспечение пожарной безопасности является одной из важных задач при строительстве и эксплуатации зданий, поэтому важно знать степень огнестойкости строительных материалов. Наиболее уязвимыми с точки зрения воздействия огня и высоких температур являются тепло- и звукоизоляционные материалы на полимерной матрице, однако и некоторые минеральные строительные материалы могут терять конструкционную прочность и внешний вид, разрушаться при высокотемпературном воздействии. Вне зависимости от типа полимерные материалы нельзя перевести в разряд негорючих, но возможно снизить их пожарную опасность. Для этого применяются антипирены - вещества, которые способствуют повышению огнестойкости; также можно использовать конструкционную защиту из негорючих материалов [1]. Изучению влияния природы и толщины слоя термостойких материалов на процессы теплопереноса и защиту пенополистирола от высокотемпературного воздействия посвящена данная работа.

Теплоизоляционные материалы, подлежащие сертификации в области пожарной безопасности, можно разделить на три группы [2]: материалы с повышенной пожарной опасностью - пенополистиролы и пенополиуретан; труднгорючие резольные пенопласты, изготовленные из резольных фенолформальдегидных смол; материалы на основе термостойких волокон (базальтовых, стеклянных, углеродных, минеральных, асбестовых).

В настоящее время все чаще рассматриваются термостойкие волокна как «носители» особых свойств, которые делают их пригодными для использования в экстремальных условиях и позволяют обеспечить полное соответствие требованиям пожарной безопасности, гарантируя сохранность жизни и здоровья людям, которые будут находиться в здании после завершения строительства. Однако пенополистирол и пенополиуретан еще достаточно широко используются в качестве теплоизоляционного материала при промышленном и гражданском строительстве.

В качестве объектов исследований в работе выбрали:

- 1) пенополистирол как горючий теплоизоляционный материал, нуждающийся в защите от высокотемпературного воздействия;
- 2) термостойкие материалы на основе базальтовых, минеральных и асбестовых волокон (асбестовую ткань, асбокартон, базальтовое полотно и минеральную вату), а также прослойку из огнезащитной мастики;
- 3) энергонасыщенные материалы, имитирующие высокотемпературный источник нагрева, отличающиеся температурой горения, теплотой сгорания, скоростью горения и составом продуктов сгорания.

В работе оценивали влияние природы термостойкого материала на:

- а) устойчивость к открытому пламени и температурным воздействиям различной интенсивности;
- б) процессы теплопереноса в системе «источник нагрева – термостойкий материал – нагреваемый объект»;
- в) степень защиты пенополистирола.

Образцы из асбестовой ткани, асбестового картона, базальтового волокна и минеральной ваты вырезали из целого листа соответствующего материала размерами 3x3 см. Образцы из мастики заливали в формы аналогичных размеров и выдерживали до полного высыхания в течение суток. Толщина всех образцов составляла 4 мм.

В работе проводили расчетное определение температуры горения, теплового эффекта химических реакций, количества и состава конденсированных продуктов сгорания энергонасыщенных материалов с использованием программы «Термо» НИИ ПХ г. Сергиев Посад при $\alpha=0,3$.

Исследования проводили в камере сжигания при включенной вентиляции. Для определения бесконтактного измерения температуры поверхности исследуемых объектов был использован термовизор «Тандем VS249». Исследования по определению процессов теплопереноса проводили с использованием вольфрам-рениевых термопар ВР 5/20, расположенных под термостойким материалом. Степень защиты пенополистирола оценивали по изменению внешнего вида и массы образца.

Используемые в работе источники нагрева (термохимическая лента ЛТХ, тепловой состав «Соус» и уротропин) отличаются по энергетическим характеристикам, составу и свойствам продуктов сгорания, времени (скорости) горения (табл. 1), поэтому характер теплового воздействия при нагреве ими объектов будет значительно отличаться.

Таблица 1. Характеристики горения источников нагрева

Источник нагрева	Экспериментальная максимальная температура горения, К	Время горения, с	Высота пламени, см
ЛТХ	2310	16,6	15-20
Соус	2081	7,1	20-25
Уротропин	1672	792,4	20

Наиболее сильное отличие, проявляемое при горении образцов, состоит во времени горения. В сравнении с образцом из состава «Соус» ЛТХ горит в два раза дольше, а время горения таблетки уротропина превышает это значение более, чем в 100 раз.

Устойчивость образцов к открытому пламени и температурным воздействиям различной интенсивности оценивали в соответствии со схемой (рис. 1).

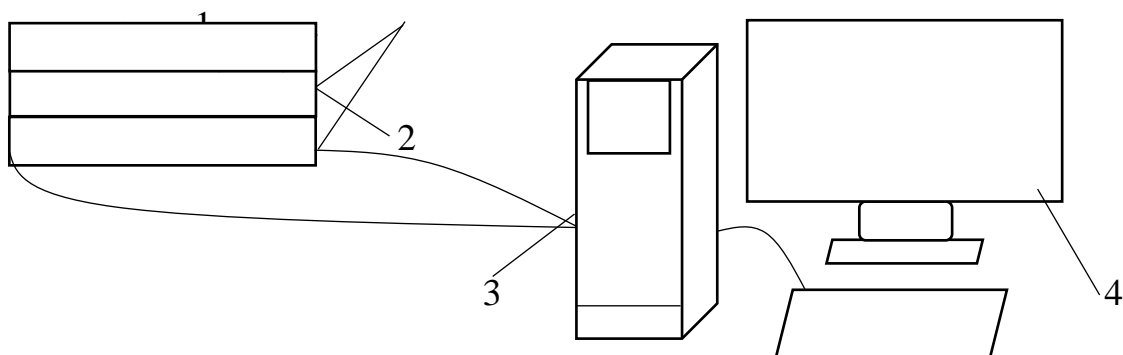


Рис. 1. Схема эксперимента

1 – термостойкий материал; 2 – горючее; 3 – термопары;
4 – регистрирующий компьютер

Как показали результаты экспериментов, более всего пострадали от высокотемпературного воздействия базальтовое и минеральное полотно. От нагрева источниками ЛТХ и «Соус» материалы выгорели практически полностью; при горении уротропина сильно пострадали, но не разрушились. На асбестовых материалах и мастике видны небольшие потемнения от воздействия «Соуса» и уротропина, отдельные выкрашивания и растрескивание - от нагрева ЛТХ.

Убыль массы верхнего и нижнего образцов несколько отличается. Так, у минеральной ваты наибольшей деструкции подвергся верхний образец, у асбеста и мастики – нижний, а у базальта определенной зависимости выявить не удалось (табл. 2).

Таблица 2. Убыль массы материалов после теплового воздействия

Наименование материала	Исходная масса, г	Убыль массы верхнего / нижнего образцов после теплового воздействия, %		
		Соуса	ЛТХ	уротропина
Асбестовый картон	3,53	0 / 0	5 / 10	0 / 0
Асбестовая ткань	2,28	0 / 0	5 / 15	0 / 15
Базальтовое полотно	0,23	100 / 100	95 / 100	45 / 35
Мастика	5,31	0 / 5	0 / 10	0 / 0
Минеральная вата	0,35	95 / 92	80 / 52	58 / 27

Наиболее высокая температура с тыльной стороны термостойких материалов зафиксирована у базальтового волокна (табл. 3). Однако во всех случаях она ниже температуры горения, поэтому даже в случае полного выгорания материала наблюдаются его защитные свойства.

Таблица 3. Максимальная температура теплового воздействия

Наименование материала	Максимальная температура теплового воздействия, °С, от		
	Соуса	ЛТХ	уротропина
Асбестовый картон	291	352	160
Асбестовая ткань	321	529	206
Базальтовое полотно	845	1413	690
Мастика	76	976	91
Минеральная вата	991	612	229

Практически во всех случаях наибольшая температура прогрева образца соответствуют прогреву термохимической лентой (за исключением минеральной ваты).

Динамические исследования процесса показали, что достижение температурного пика с тыльной стороны базальтового полотна происходит в первые 5-15 с, независимо от источника нагрева. Наиболее продолжительный процесс теплопереноса наблюдается у асбестовых материалов, обладающих высокой теплоемкостью. При резком нагреве мастики термохимической лентой иногда наблюдалось ее растрескивание и непродолжительный проскок пламени через образовавшуюся трещину.

Таким образом, по результатам проведенных экспериментов исследуемые материалы можно расположить в следующий ряд по возрастанию термо- и огнестойкости: базальтовое полотно; минеральная вата; асбестовая ткань; асбокартон; мастика. В целом полученные результаты не противоречат физико-химическим свойствам рассматриваемых материалов, однако производители базальтовых матов гарантируют более высокую максимальную рабочую температуру (до 1000°С), чем производители асбестовых материалов (не более 500°С).

Учитывая данные, представленные в таблице 3, можно предполагать, что все материалы, кроме базальтового полотна, могут выступать в роли огнезащитной прослойки при обычных бытовых пожарах со среднеобъемной температурой до 1500-1700 К для таких тепло- и шумоизоляционных материалов, как пенополистирол и пенополиуретан, низкая термостойкость которых (на уровне 220 – 380°С) повышает пожароопасность строительных объектов. Для проверки данного предположения провели исследования по воздействию источников различной интенсивности на пенополистирол, защищенный термостойкими материалами. Исследованиями мастики и асбестовых материалов было установлено, что наихудшую защиту обеспечивает асбестовая ткань вследствие проникновения высоконагретых продуктов горения между отдельными волокнами ткани, имеющей достаточно крупное плетение. Наибольшая убыль массы пенопо-

листирола (30 % и более) наблюдается в случаях, когда температура тыльной стороны термостойкого материала превышает 200 °С (таблица 3).

Таким образом, огнезащитная мастика и асбокартон обеспечивают частичную защиту теплоизоляционного материала от высокотемпературного воздействия выше 1500 К. Учитывая, что асбест является достаточно опасным канцерогенным материалом, для дальнейших исследований по оценке влияния толщины защитного слоя выбрана огнезащитная мастика.

В работе исследовали мастику с толщиной слоя от 2 до 10 мм с шагом в 2 мм (рис. 2, 3, таблица 4). В качестве источника нагрева использовали уротропин, наиболее приближенный по температурно-временным параметрам к горючим материалам, являющимся очагами пожара в реальных условиях.



Рис. 2. Внешний вид эксперимента с мастикой толщиной 10 мм

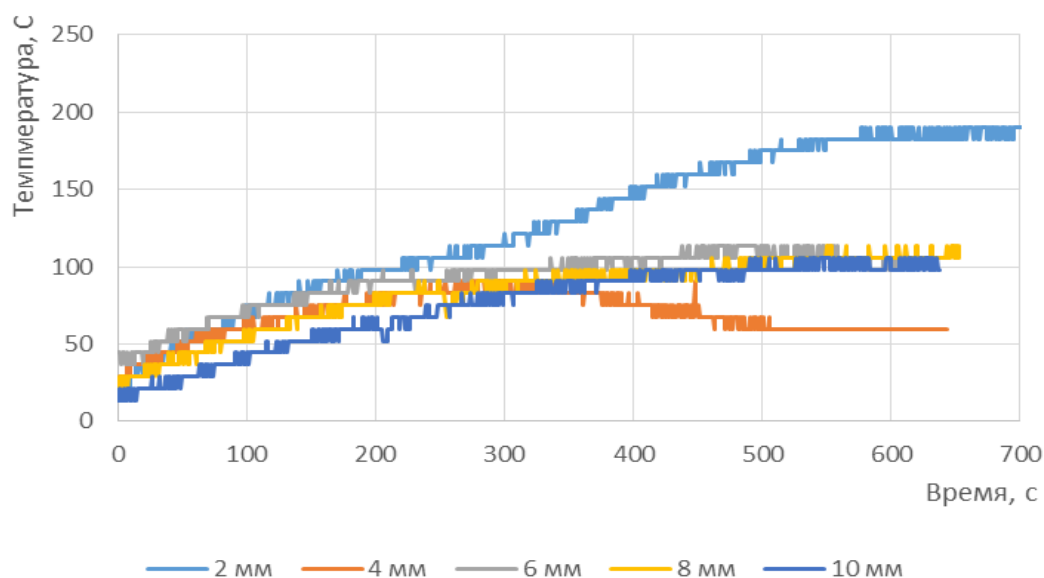


Рис. 3. Влияние толщины слоя мастики на температуру нагрева ППС

Таблица 4. Влияние толщины слоя мастики
на огнезащитную эффективность пенополистирола

Толщина мастики, мм	Убыль массы, %	Максимальная температура нагрева ППС, °С
2	7	191
4	5	183
6	5	113
8	0	114
10	0	106

Как видно из представленных данных (табл. 4, рис. 5), достаточную защиту обеспечивает мастика с толщиной слоя 8 мм и более.



Рис. 5. Внешний вид образцов после испытаний

Таким образом, для защиты пенополистирола рекомендована огнезащитная мастика марки «Krause», содержащая следующие компоненты, %: пентаэритрит – 14, полифосфат аммония – 24, меламин – 14, дисперсия RN-SE – 22, вода – 18, диоксид титана – 5, добавки – 3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зарубина Л. П. Защита зданий, сооружений и конструкций от огня и шума. Материалы, технологии, инструменты и оборудование. – М.: Инфра-Инженерия, 2015. – 336 с.
2. Гараева А. Ф. Технология природных строительных материалов и изделий на их основе / А. Ф. Гараева, М. В Сакалова, Н. Я Войцехович. – Казань: Книту, 2019. – 97с.

УДК 546.185+677.494.674+699.81

В. В. Богданова, О. И. Кобец, З. В. Шукело

Учреждение Белорусского Государственного университета
«Научно-исследовательский институт физико-химических проблем»

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ МОДИФИЦИКАТОРОВ НА ОГНЕЗАЩИТНУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОСТАВОВ ДЛЯ ОТДЕЛКИ ПОЛИЭФИРНЫХ ТКАНЕЙ

Получены огнезамедлительные композиции, содержащие модификаторы (стабилизатор, медиативный агент, ингибитор), для огнезащитной отделки плотной гардинной полиэфирной ткани, устойчивой к стирке и удовлетворяющей условиям стандартных испытаний.

Ключевые слова: огнезамедлительные композиции, модификаторы, диспергатор, медиативный агент, антиоксидант, полиэфирная ткань, огнезащитная отделка.

V. V. Bogdanova, O. I. Kobets, Z. V. Shukelo

INFLUENCE OF THE NATURE OF MODIFIERS ON THE FIRE-PROTECTIVE EFFICIENCY OF THE POLYESTER FABRIC FINISHING COMPOSITIONS

Fire-retardant compositions containing modifiers (stabilizer, mediating agent, inhibitor) for fire-retardant finishing of dense polyester fabric, resistant to washing and meeting the conditions of standard tests, have been obtained.

Key words: fire retardant compositions, modifiers, stabilizer, mediating agent, anti-oxidant, polyester fabric, fire retardant finishing.

В связи с горючестью полиэфирных текстильных материалов, широко применяемых в различных областях деятельности, одной из важнейших задач, стоящих перед производителями этих материалов, является придание тканям огнезащитной отделки, устойчивой к стирке. Наиболее распространенным и недорогим способом огнезащиты тканых полиэфирных материалов является их пропитка антипиреновыми композициями, наиболее эффективные из которых, как правило, включают азот-фосфорсодержащие соединения. Однако немаловажное значение имеют такие модифицирующие добавки в рецептуре огнезащитных составов (ОС), как диспергирующие, загущающие (стабилизирующие), медиативные, позволяющие увеличивать агрегативную устойчивость ОС, изменять дисперсность, проникающую способность огнезащитных растворов, обеспечивать химическую привязку антипиренов к поверхности полиэфирных во-

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ:
V МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

локон. Ранее показан положительный эффект использования модификаторов (коллоидных растворов хлорида олова, полиакриламида, буферных добавок) при введении их в ОС для получения огнезащищенных нетканых материалов и устойчивой к стирке огнезащитной отделки полиэфирных тканей с низкой поверхностной плотностью (65 г/м^2) [1, 2]. Известно, что фиксация антипиренов и, следовательно, огнезащитная эффективность ОС, а также устойчивость огнезащитной обработки к стирке зависит не только от химического состава волокон, но и от плотности их переплетения.

Целью данной работы является установление влияния модифицирующих добавок со стабилизирующей, медиативной, ингибирующей способностью на устойчивость к стирке огнезащитной отделки плотной полиэфирной ткани. Для этого получены огнезащитные составы, включающие функциональные модифицирующие добавки, и проведены огневые испытания стиранных огнезащищенных образцов полиэфирной портьерной ткани с поверхностной плотностью 204 г/м^2 .

Состав ОС и результаты огневых испытаний образцов согласно СТБ 11.03.02-2010 [3] представлены в таблице.

Таблица. Состав и огнезащитная эффективность огнезамедлительных композиций после стирки обработанных образцов полиэфирной ткани

№ ОС	Фосфатная композиция	Нейтрализующий агент	Модифицирующий агент	рН	Огнезащитная эффективность*	
					время горения, с, (y / o)	наличие капель (y / o)
1	Pekoflam PES	-	-	2	0 / г	+ / +
2	Pekoflam PES	Na_2CO_3	-	5	г / г	+ / +
3	Ca-Ф	Na_2CO_3	SnCl_2	2,5	г / г	+ / +
4	Ca-Ф	Na_2CO_3	$\text{SnCl}_2, \text{NaH}_2\text{PO}_2, \text{ЭГ}$	3	1 / г	нет / +
5	Ca, Mg-Ф	$\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}, \text{KOH}$	$\text{NaH}_2\text{PO}_2, \text{ЭГ}$	3	3 / г	нет / +
6	Ca, Mg-Ф	$\text{Na}_2\text{CO}_3, \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}, \text{KOH}$	$\text{NaH}_2\text{PO}_2, \text{ЭГ}$	4	0 / г	нет / +
7	СФ	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{NaH}_2\text{PO}_2, \text{ПЭГ}$	5	1 / г	нет / +
8	Ca, Mg-СФ	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{NaH}_2\text{PO}_2, \text{ПЭГ}$	5	5 / г	нет / +
9	Ca-СФ	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{SnCl}_2, \text{NaH}_2\text{PO}_2, \text{ПЭГ}$	4	2 / г	нет / +
10	ХФ	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{NaH}_2\text{PO}_2, \text{ПЭГ}$	5	0 / г	нет / нет
11	Mg-ХФ	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{NaH}_2\text{PO}_2, \text{ПЭГ}$	5	0 / г	нет / нет
12	ХФ	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{NaOH}^{**}; \text{NaH}_2\text{PO}_2, \text{ПЭГ}$	5	0 / 1	нет / нет
13	ХФ	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{ЩКК}^{**}; \text{NaH}_2\text{PO}_2, \text{ПЭГ}$	5	0 / 0	нет / нет
14	Mg-ХФ	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{NaOH}^{**}; \text{NaH}_2\text{PO}_2,$	5	4 / 0	нет / нет

№ ОС	Фосфатная композиция	Нейтрали- зующий агент	Модифицирующий агент	рН	Огнезащитная эффективность*	
					время горения, с, (y / o)	наличие капель (y / o)
			ПЭГ			
15	Mg–ХФ	NH ₃ ·H ₂ O	NaOH**, SnCl ₂ **; NaH ₂ PO ₂ , ПЭГ	5	0 / 1	нет / нет

* Согласно СТБ 11.03.02-2010 при горизонтальном поджигании огнезащищенных стиранных образцов в течение 4 с. Обозначения: «г» время самостоятельного горения более 5 с образцов по утку (y) или основе (o); «+» наличие горящих капель; исходная полиэфирная портьерная ткань сгорает полностью с горящими каплями.

** Предварительная щелочная или кислотная обработка ткани перед нанесением ОС.

ОС получены синтетическим путем с использованием металло-фосфатных или металло-сульфатно-фосфатных связок (Me–Ф, Me–СФ), где Me – Ca и/или Mg (ОС3–ОС9), а также хлоридно-фосфатных или Mg –хлоридно-фосфатных растворов (ХФ, Mg–ХФ) (ОС10–ОС15), нейтрализованных различными реагентами до рН 3–5. В качестве нейтрализующих агентов использованы карбонат натрия (ОС3, ОС4), раствор аммиака (ОС7–ОС15) индивидуально или тройная смесь, включающая дополнительно гидроксид калия (ОС5, ОС6). Перед нанесением на ткань ОС 12–ОС15 образцы предварительно подвергали обработке (10-30 мин) в растворе щелочи (иногда с SnCl₂) или в смеси щавелевой кислоты с алюмокалиевыми квасцами (ЩКК).

Модификаторами служили следующие добавки: коллоидный раствор хлорида олова (ОС3, ОС4, ОС9, ОС15), гипофосфит натрия – NaH₂PO₂ (ОС4–ОС15), этилен- или полиэтиленгликоль (ЭГ, ПЭГ) (ОС4–ОС6 и ОС7–ОС15, соответственно). ЭГ и ПЭГ использовали в качестве модификаторов на основании известных фактов и ранее полученных экспериментальных данных [1] об их способности стабилизировать растворы ОС в плане увеличения степени дисперсности и агрегативной устойчивости. Для создания медиативного слоя, улучшающего закрепление замедлителей горения на инертной полиэфирной матрице, использовали коллоидные растворы SnCl₂ [2], гипофосфит натрия вводили, как ингибитор реакций горения.

Огневыми испытаниями (СТБ 11.03.02-2010) огнезащищенных стиранных образцов полиэфирной ткани установлено, что сопоставимые результаты по сравнению с зарубежным составом Пекофлам (Pekoflam PES) (ОС1) по времени самостоятельного горения образцов (таблица) получены при использовании ОС4–ОС9 на основе металло-фосфатных или металло-сульфатно-фосфатных связок, содержащих одновременно гипофосфит натрия, ЭГ (или ПЭГ) в присутствии или без SnCl₂. При этом в отличие от Пекофлама огнезащищенные этими составами образцы, ориентированные по уточной нити, не образуют горящих капель. Отсутствие капель при огневом воздействии на ориентированные раз-

личным образом образцы наблюдается при обработке ткани хлоридно-фосфатными и Mg-хлоридно-фосфатными растворами с NaH_2PO_2 и ПЭГ (ОС10–ОС15). Необходимо отметить, что предварительная щелочная или кислотная обработка образцов (таблица) перед нанесением ОС (ОС12–ОС15) позволяет получить огнезащитную отделку плотной полиэфирной ткани, выдерживающую после стирки условия огневых испытаний согласно СТБ 11.03.02-2010.

Таким образом, получены огнезамедлительные композиции, содержащие модификаторы (стабилизатор, медиативный агент, ингибитор), для огнезащитной отделки плотной гардинной полиэфирной ткани, устойчивой к стирке и удовлетворяющей условиям стандартных испытаний, что определяет дальнейшие пути повышения эффективности антипиреновых композиций для полиэфирных тканых материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Рева О. В.* Закрепление нетоксичных антипиренов на поверхности полиэфирных волокон / О.В. Рева, А.Н. Назарович, В.В. Богданова // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3, № 2. – С. 107–116.
2. *Богданова В. В.* Регулирование эффективности антипиреновых составов для огнезащитной отделки полиэфирного тканого материала / В.В. Богданова, О.И. Кобец, О.В. Рева, А.С. Лукьянов // Полимерные материалы пониженной горючести: сб. IX межд. конф. – Минск: БГУ, 2019. – С. 20–22.
3. СТБ 11.03.02-2010. Система стандартов пожарной безопасности. Средства огнезащитные. Общие технические требования и методы испытаний. – Минск: БелГИСС, 2010. – 20 с.

Работа финансируется в рамках задания № 2.1.07.01 ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биооргхимия», 2021–2025 г.г.

УДК 620

Х. Э. Гагиев, А. В. Топоров

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ УПРОЧНЯЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА

Рассмотрен вопрос повышения износостойкости режущих частей гидравлическо аварийно-спасательного инструмента за счет нанесения покрытия из карбида

вольфрама. Приведено описание оборудования для нанесения покрытий, представлены фотографии образца покрытия и его микроструктуры.

Ключевые слова: Гидравлический аварийно-спасательный инструмент, износостойкость, покрытие, карбид вольфрама, срок службы, микроструктура

H. E. Gagiev, A. V. Toporov

INVESTIGATION OF THE MICROSTRUCTURE OF THE REINFORCING COATING OF THE CUTTING PART OF A HYDRAULIC EMERGENCY RESCUE TOOL

The issue of increasing the wear resistance of the cutting parts of a hydraulic emergency rescue tool due to the coating of tungsten carbide is considered. the description of the coating equipment is given, photographs of the coating sample and its microstructure are presented.

Keyword: Hydraulic emergency rescue tool, wear resistance, coating, tungsten carbide, service life, microstructure

Рабочие части гидравлического аварийно-спасательного инструмента в ходе использования подвергаются значительным механическим воздействиям [1]. Что бы продлить срок службы режущих элементов инструмента необходимо добиться их высоких механических характеристик. Однако, применение более прочных и качественных материалов или технологий изготовления режущих частей неотвратно приведет к удорожанию оборудования.

Решением данной проблемы может стать применение различных способов упрочняющей обработки и нанесения покрытий. Покрытия представляют из себя отличные по своему составу и свойствам от материала основной детали поверхностные слои конечной толщины. разнообразие материалов применяемых для формирования покрытий позволяет обеспечивать заданные свойства деталей. Относительно небольшой расход дорогостоящих материалов для формирования покрытий, доступные технологии их нанесения позволяет добиться нужного технического результата при минимуме затрат.

Одним из наиболее распространенных и применяемых для формирования покрытий материалов является карбид вольфрама WC - химическое соединение углерода и вольфрама. Это один из самых твердых материалов (HRC около 90 единиц) и по этому показателю сравним с алмазом [2].

Для нанесения покрытий в настоящее время используется целый ряд технологий: вакуумно-конденсационные покрытия, газотермические покрытия, наплавка, электроискровое легирование, электрохимического осаждения покрытий, химическое осаждение покрытий, эмалирование, плакирование, погружение в расплав и другие.

Одним из самых доступных методов в связи относительно небольшой стоимостью оборудования и простотой технологии является процесс электроискровой наплавки. Например, для этих целей может применяться прибор электроискрового нанесения карбида вольфрама WOCAFIX.

В процессе обработки на поверхность металла или инструмента импульсным способом наносится серия разрядов расходуемым электродом из карбида вольфрама

Толщина покрытия находится в пределах от 2 до 40 мкм, в зависимости от типа обрабатываемого материала

Твердость покрытия достигает 82 HRC (по данным производителя прибора).

Процесс восстановления можно повторять неограниченное количество раз.

Производитель рекомендует обрабатывать все типы режущего инструмента, фрезы, протяжки, развертки, зенковки, пуансоны, матрицы, штампы, ударный инструмент, втулки и колонки штампов, другой высоконагруженный или дорогостоящий инструмент. Рекомендуется для обработки всех трущихся частей оборудования, везде где есть износ или удары.



Рис. 1. Пластика с нанесенным покрытием из карбида вольфрама

В ходе эксперимента по описанной методике на лист стали было нанесено напыление из карбида вольфрама проволокой круглого сечения диаметром 1 мм. Микрофотография поперечного среза покрытия представлена на рис. 2. Металлическая подложка, на которую было нанесено покрытие расположена снизу. Исходя из увеличения микроскопа возможно оценить толщину покрытия порядка в 0,025 мм. Как видим из рисунка структура покрытия имеет четко выраженные шаровидные включения и основу. Такая структура может быть объяснена методом нанесения покрытия и составом проволоки. Вероятно проволока представляет из себя композит в котором зерна карбида вольфрама склеплены металлической матрицей. При нанесении покрытия происходит плавление проволоки электрической дугой. Несмотря на то, что температура сварочной дуги

может достигать 7000°C [3] полного плавления карбида вольфрама не происходит и он превращается в капли, которые и формируют уже на поверхности шаровидные структуры в металлической матрице. Также возможен вариант, что плавления твердосплавного наполнителя вовсе не происходит, а на фотографии наблюдается порошок изначально находившийся в таком состоянии в проволоке.

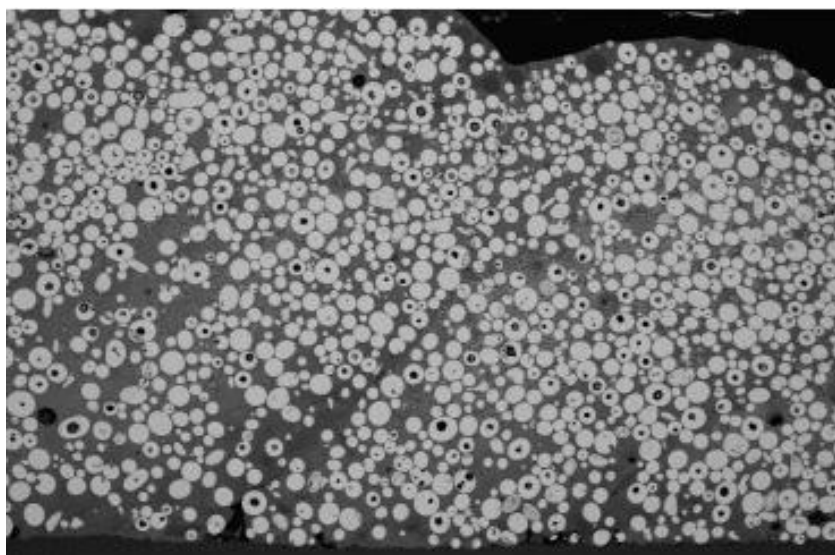


Рис. 2. Микроструктура поперечного среза покрытия

Анализируя микрофотографию можно сделать вывод, что при электроискровом способе нанесения покрытия на поверхности формируется слой из некоего металл-металлического композита в состав которого входят частицы карбида вольфрама и другого металл. Вероятно такое покрытие позволит увеличить износостойкость рабочих элементов гидравлического аварийно-спасательного инструмента, но не прочность, которая в свою очередь будет определяться прочностью основного материал и прочностью матрицы, в которой находится карбид вольфрама.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарная техника: Учебник / Под ред. М.Д. Безбородько.-М.: Академия ГПС МЧС России, 2004.-550 с.
2. Справочник инструментальщика. /Под общ. ред. Ординарцева И. А. — Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. — 846 с: ил.
3. *Геворкян В. Г.* Основы сварочного дела: Учебник для строит, спец. техникумов.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Высш. шк., 1985.—168 с, ил.

УДК 544.454.032:615.011.4

Т. Х. До, Г. Г. Гаджиев, А. Я. Васин, А. Н. Шушпанов

ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет

им. Д. И. Менделеева»

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ К УДАРУ D-ЦИКЛОСЕРИНА, ТЕРИЗИДОНА И ИХ ПОЛУПРОДУКТА СИНТЕЗА

Определена чувствительность к удару теризидона, D-цикloserина и D-серина: получены критические параметры инициирования взрыва ударным воздействием, а также частоты взрывов в экспериментах со свободным и затрудненным истечением вещества. Показано, что образцы чувствительны к удару только при свободном истечении из-под роликов.

Ключевые слова: чувствительность, удар, взрыв, критические параметры, частота взрывов.

T. H. Do, G. G. Gadzhiev, A. Ya. Vasin, A. N. Shushpanov

SENSITIVITY TO IMPACT OF D - CYCLOSERINE, TERIZIDONE AND THEIR SEMI-PRODUCT OF SYNTHESIS

The sensitivity to impact of Terizidone, D-cycloserine and D-serine was determined: critical parameters of explosion initiation by impact action, as well as the frequency of explosions in experiments with free and hindered substance outflow were obtained. As a result of the research, it is shown that the samples are sensitive to impact only in the case of free outflow from under the rollers.

Key words: sensitivity, impact, explosion, critical parameters, frequency of explosions.

Пожаровзрывоопасные свойства теризидона, D-цикloserина и D-серина подробно исследованы в работах [1, 2]. Термический анализ в атмосфере воздуха показал наличие резких экзотермических пиков у первых двух веществ, интенсивность которых сохранилась и в инертной атмосфере. Такие вещества можно рассматривать как способные к самораспространяющемуся взрывчатому превращению без доступа кислорода воздуха [3]. У D-серина при температуре 180 °С начинается эндотермический эффект с резкой потерей массы (57 масс. %).

Потенциальная возможность развития теплового взрыва при производстве и применении теризидона и D-цикloserина делает актуальной задачу оценки их чувствительности к механическим воздействиям, в частности – к удару. Несмотря на отсутствие у D-серина экзотермических эффектов было принято решение исследовать и его, так как он является полупродуктом их синтеза.

Определение чувствительности веществ к удару проводилось методом критических давлений (МКД) [4, 5], а также по ГОСТ 4545-88 на вертикальном копре К-44-П.

Согласно МКД, изготавливались прессованные (под давлением 0,5 ГПа) таблетки различной толщины (h) от 0,1 до 1 мм, диаметром 10 мм, которые располагались между двумя цилиндрическими роликами такого же диаметра. Вместо стальной муфты для фиксации роликов использовалась муфта, выполненная из кальки. Затем готовая сборка устанавливалась на станину копра согласно с тензометрическим датчиком давления. Производилось сбрасывание груза массой 10 кг с высоты 50 см. Германиевый фотодиод ФД-10Г с областью спектральной чувствительности 0,5-1,75 мкм располагался рядом для фиксации вспышки. Сигналы с фотодиода и тензодатчика регистрировались двухканальным осциллографом PCS 500 с полосой пропускания 50 МГц.

На рис. 1 (а) представлена типичная осциллограмма для удара без взрыва, а на рис. 1 (б) – типичная осциллограмма со взрывом (нижний сигнал характеризует давление удара, верхний – сигнал фотодиода). Об отсутствии взрыва на первой осциллограмме свидетельствует слабый сигнал фотодиода, при ударе также отсутствовал звук взрыва. Второй удар сопровождался звуковым эффектом и фотодиод отчетливо зафиксировал вспышку при первом разрушении образца.

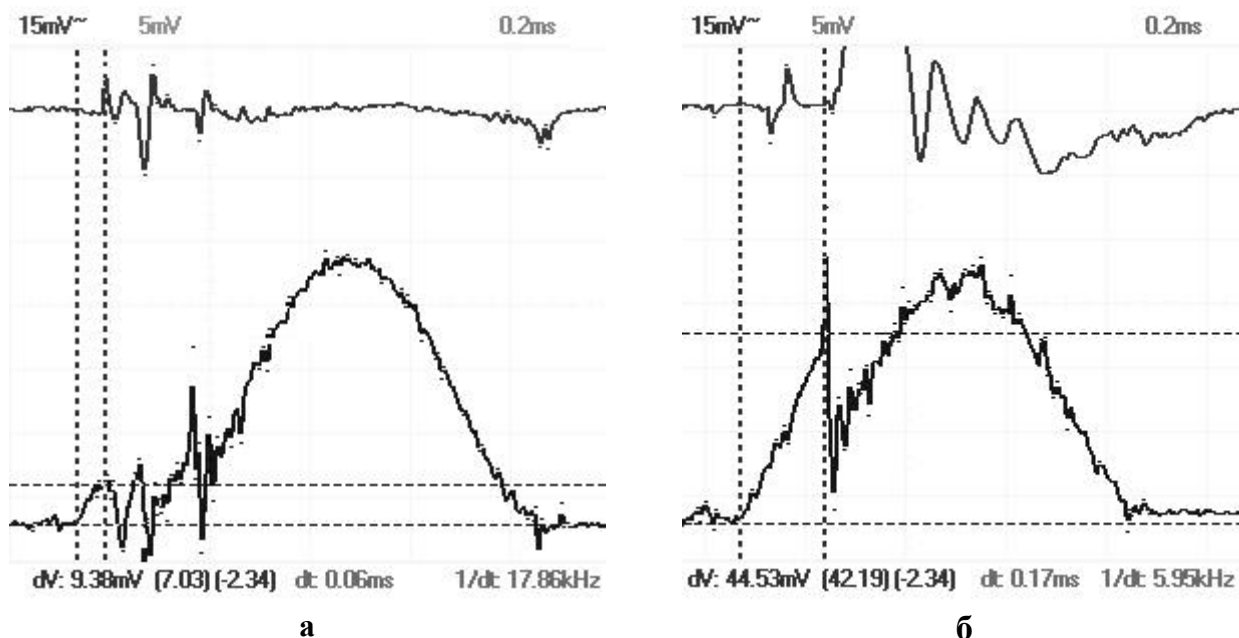


Рис. 1. Осциллограммы удара по теризидону: а) $m = 70$ мг, $h = 0,64$ мм, отказ, б) $m = 30$ мг, $h = 0,33$ мм, взрыв на первом сколе

Согласно МКД за отказ принимались также взрывы на втором и последующих сколах, т.к. для таких взрывов не удастся найти толщину таблетки, сформированной после разрушений. В табл. 1 представлены данные экспери-

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ:
V МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

ментов со значениями давлений, при которых происходило первое разрушение образцов (P) и прочностями образцов на сжатие (σ).

После ударов по теризидону и D-циклосерину, сопровождаемых взрывами на роликах оставались черные следы разложившихся образцов. После взрывов D-серина следов разложения замечено не было, и лишь на одном ролике было локальное небольшое почернение.

Таблица 1. Экспериментальные данные, полученные по методу критических давлений

m, мг	h, мм	Взрыв	V_{скола}, мВ	P, ГПа	σ, ГПа	$\sigma_{ср}$, ГПа
Теризидон						
10	0,14	взрыв	66,56	1,80	0,122	0,093
20	0,24	взрыв	46,41	1,25	0,139	
30	0,33	взрыв	44,53	1,21	0,177	
40	0,41	отказ	19,69	0,53	0,093	
50	0,47	отказ	19,22	0,52	0,102	
60	0,59	отказ	10,78	0,29	0,068	
70	0,64	отказ	9,38	0,25	0,063	
80	0,81	отказ	7,03	0,19	0,056	
90	0,89	отказ	7,03	0,19	0,060	
100	0,96	отказ	5,16	0,14	0,047	
D-циклосерин						
10	0,15	взрыв	54,84	1,39	0,100	0,106
30	0,28	взрыв	37,03	0,94	0,119	
40	0,32	взрыв	49,69	1,26	0,179	
50	0,39	отказ	17,34	0,44	0,074	
50	0,35	отказ	23,91	0,60	0,093	
60	0,54	отказ	12,19	0,31	0,067	
70	0,56	отказ	15,47	0,39	0,088	
80	0,68	отказ	17,81	0,45	0,118	
80	0,68	отказ	12,19	0,31	0,080	
90	0,90	отказ	12,20	0,31	0,098	
100	0,97	отказ	17,81	0,45	0,151	
D-серин						
10	0,14	отказ	72,19	1,81	0,123	0,145
20	0,20	взрыв	30,94	0,77	0,073	
20	0,17	отказ	42,19	1,06	0,086	
30	0,31	взрыв	50,16	1,26	0,174	
40	0,38	взрыв	42,19	1,06	0,174	
40	0,40	взрыв	56,72	1,42	0,244	
50	0,45	отказ	29,06	0,73	0,138	
50	0,47	отказ	32,81	0,82	0,161	
60	0,50	отказ	18,75	0,47	0,097	

m, мг	h, мм	Взрыв	V _{скола} , мВ	P, ГПа	σ, ГПа	σ _{ср} , ГПа
60	0,46	отказ	37,03	0,93	0,179	
70	0,61	отказ	18,75	0,47	0,113	
80	0,72	отказ	17,81	0,45	0,121	
90	0,74	отказ	28,59	0,72	0,199	
100	0,81	отказ	20,16	0,50	0,149	

При построении зависимости давлений разрушения образцов от толщины заряда используется среднее значение прочности образцов на сжатие (σ_{ср}). Сама зависимость имеет гиперболический характер:

$$P = \sigma_{ср} \cdot \left(1 + \frac{0,385 \cdot R}{h}\right),$$

где R – диаметр спрессованной таблетки (5 мм).

Зависимости давления разрушений от толщины зарядов представлены на рис. 2. Критические параметры (P_{кр} – критическое давление и h_{кр} – критическая толщина) определены в точках, в которых наблюдались переходы от разрушений со взрывом на первом сколе к разрушениям, на которых взрыва на первом сколе нет.

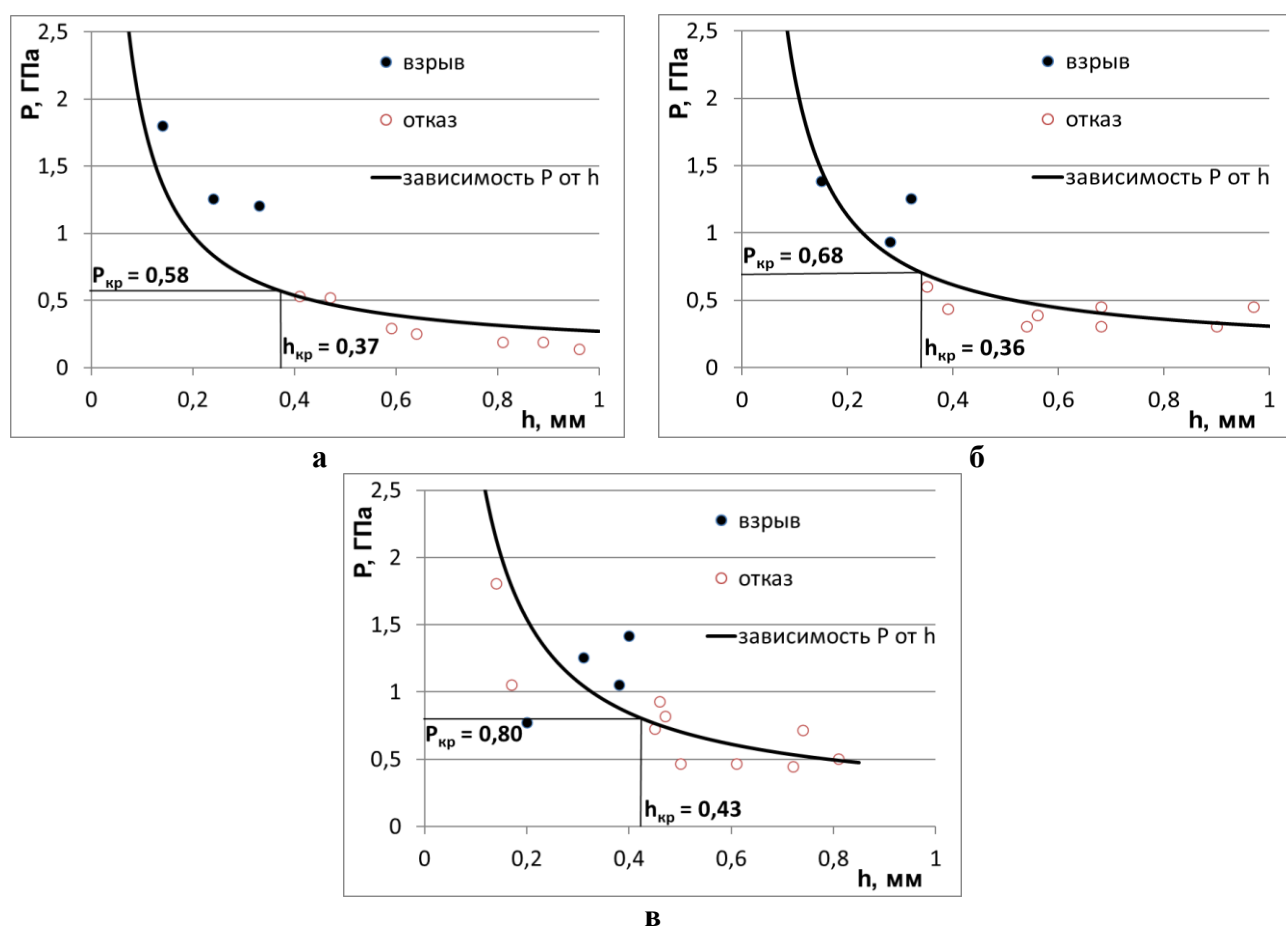


Рис. 2. Зависимости давлений разрушения образцов от толщины заряда:
а) теризидон, б) D-циclosерин, в) D-серин

Испытания на частоту взрывов по ГОСТ 4545-88 отличаются от проведенных по МКД высотой сбрасывания груза (25 см вместо 50 см) и отсутствием свободного истечения вещества из-под роликов, так как используется стальная муфта без зазора (прибор № 1). Кроме того, прессование образцов при определении частоты взрывов не производится, а масса навески фиксированная и составляет 50 мг. В данных условиях эксперимента из 25 ударов по каждому образцу не было получено ни одного взрыва, соответственно частота взрывов всех трех образцов при затрудненном истечении вещества оказалась равной нулю.

Также были проведены аналогичные испытания на частоту взрывов, но со свободным истечением вещества с использованием муфты из кальки. В результате из 10 ударов по каждому образцу были получены следующие значения частоты: теризидон – 10 %, D-циклосерин – 30 %, D-серин – 30 %. Все результаты сведены в табл. 2. При этом также как и в случае МКД у теризидона и D-циклосерина наблюдались следы разложения, а у D-серина – нет.

Таблица 2. Критические параметры и частоты взрывов

Вещество	P _{кр} , ГПа	h _{кр} , мм	Частота взрывов, %	
			Прибор № 1	Прибор № 2
Теризидон	0,58	0,37	0	10
D-циклосерин	0,68	0,36	0	30
D-серин	0,80	0,43	0	30

При свободном истечении вещества интенсивное трение между кристаллами приводит к локальным разогревам (образованию «горячих точек»), в которых происходит инициирование взрыва. При затрудненном истечении данные процессы протекают менее интенсивно. Это объясняет отсутствие взрывов в приборе № 1. Взрывоподобные процессы у D-серина связаны, возможно, с его разогревом до температуры 180 °С при которой происходит резкий переход в газообразное состояние, о чем можно судить по дериватограмме D-серина [1]. Однако, данный процесс эндотермический, а значит не способен к самораспространению, в отличие от процессов экзотермического разложения теризидона и D-циклосерина.

Чувствительность к удару теризидона и D-циклосерина необходимо учитывать при обеспечении безопасности производственных процессов, в частности на стадии дробления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожаровзрывоопасность D-циклосерина, теризидона и их полупродукта синтеза / А. Я. Васин, Т. Х. До, Г. Г. Гаджиев и др. // Химическая промышленность сегодня. — 2021. — № 1. — С. 28–33.

2. Термический анализ лекарственного препарата теризидон / *А. Я. Васин, Т. Х. До, Г. Г. Гаджиев* и др. // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов IV международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России. Иваново, 15 октября 2020 г. — ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России Иваново, 2020. — С. 40–43.

3. *Таубкин И. С.* Классификация веществ по их способности к взрывчатому превращению. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. Вып. 11, — М.: ВИНТИ РАН, 1997. — С. 33-55.

4. *Дубовик А. В.* Чувствительность твердых взрывчатых систем к удару. — М.: Изд-во РХТУ им. Менделеева, 2011. 276 с.

5. *Афанасьев Г. Т., Боболев В. К.* Инициирование твердых взрывчатых веществ ударом. — М.: Наука, 1968. 174 с.

УДК 677.077

*А. В. Журко, В. В. Долговязов, Н. Р. Комарова,
А. К. Кузнецов, Д. Н. Охлопков, Н. Л. Чернова*
ООО научно-производственная фирма «Фабитекс»

ТЕКСТИЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ОГНЕЗАЩИТНЫМИ ПОЛИМЕРНЫМИ ПОКРЫТИЯМИ – НОВЫЕ ТКАНИ ДЛЯ ПОЖАРНЫХ

В статье приводятся данные об инновационных огне-термостойких и неогнеопасных текстильных материалах научно-производственной компании «Фабитекс»: материалах с огне-термозащитными дискретными покрытиями (МДП), термоогнестойких арамидных тканях, непрогораемых и неогнеопасных тканях с силиконовыми покрытиями. Представлены некоторые аспекты механизма огнезащитного действия МДП.

Ключевые слова: текстильные материалы, полимерные покрытия, огнестойкость, термостойкость, непрогораемость, термическое разложение.

*A. V. Zhurko, V. V. Dolgovyazov, N. R. Komarova, A. K. Kuznetsov,
D. N. Okhlopkov, N. L. Chernova*

TEXTILE MATERIALS WITH FIRE-RETARDANT POLYMER COATINGS – NEW FABRICS FOR FIREFIGHTERS

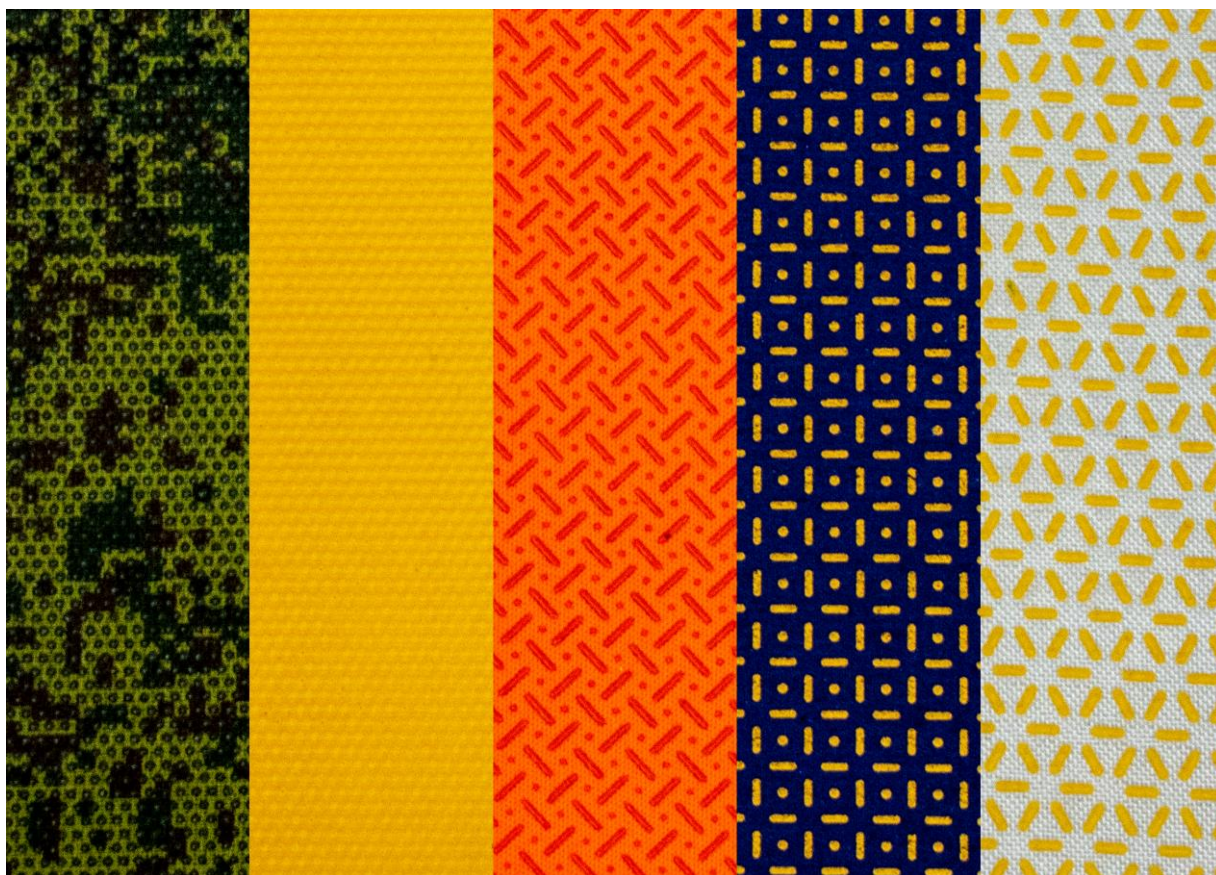
The article presents data on innovative fire-heat-resistant and non-flammable textile materials of the scientific and production company "Fabitex": materials with fire-thermal protective discrete coatings (MDC), thermo- and fire-resistant aramid fabrics, unburnable

and non-flammable fabrics with silicone coatings. Some aspects of the fire retardant mechanism of MDC are presented.

Keywords: textile materials, polymer coatings, fire resistance, heat resistance, unburnability, thermal decomposition.

Ивановская научно-производственная компания «Фабитекс» специализируется на разработке и производстве технических тканей с защитными функциями, в том числе огнестойких, термостойких и термозащитных. К настоящему времени нами разработаны и освоены в производстве 36 различных видов огнестойких тканей, шесть из которых уже поставляются для пожарных. К числу важнейших материаловедческих направлений, развиваемых у нас в области текстильной огнезащиты относятся материалы с дискретно-полимерной огнезащитной отделкой (МДП) и арамидные термо-огнестойкие ткани, кроме того у нас разработаны и освоены в производстве новые виды неогнеопасных и непрогораемых синтетических тканей – тканей с силиконовыми покрытиями.

Ткани с дискретно-полимерной огне-термозащитной отделкой являются в настоящее время одним из наиболее активно развиваемых нами направлений. В основе этого направления лежит инновационный принцип придания огнезащитных свойств текстильным материалам за счет нанесения на их внешнюю поверхность дискретно распределенных полимерных элементов (ДП) различных, специально подбираемых форм и составов.



Такие покрытия практически не ухудшают физико-гигиенические параметры тканей, в частности паропроницаемость, но существенно повышают защищенность материала от различных факторов термического воздействия - мощных тепловых ударов и открытого пламени. Это направление разрабатывалось как альтернатива другому, наиболее распространенному в настоящее время способу огнезащиты тканей - способу огнезащитных пропиток и по сравнению с последним оно имеет ряд преимуществ. В частности, одним из наиболее существенных преимуществ нового направления является способность ДП, кроме придания тканям огнестойкости, также существенно, в 1.5 -2 раза уменьшать теплопередачу через материал тепловой энергии от высокоинтенсивных импульсных тепловых воздействий. Последнее способствует значительному повышению уровня термозащитных свойств материалов от тепловых ударов и благодаря этому в настоящее время данные материалы уже широко используются в различных видах огне- и термозащитных отечественных СИЗ. Кроме того, в отличие от традиционных огнезащитных пропиток дискретно-полимерные покрытия не ухудшают, а наоборот, существенно повышают эксплуатационную устойчивость тканей – стойкость к истиранию в таких материалах увеличивается в 1.5 -2, а иногда в 10-12 раз. Кроме того, санитарно-гигиенические характеристики МДП практически не отличаются от исходных тканей. Они также устойчивы к различным водным обработкам и выдерживают более 25 стирок, полностью сохраняя при этом свои огнестойкость и износостойкость. Важным преимуществом новой технологии, по сравнению с пропитками, является также ее универсальность, т.к. дискретно-полимерные покрытия хорошо закрепляются на любых подложках - хлопковых, полиэфирных, полиамидных, арамидных, минеральных и др.

В целом, предложенная нами новая огне-термозащитная обработка текстильных материалов является полностью отечественным и инновационным направлением, при этом анализ механизмов разрушения таких материалов под воздействиями мощных тепловых ударов показывает (1...4), что нанесение ДП существенно меняет картину высокотемпературного поведения текстильной системы и, в частности, установлено, что процессы разрушения таких материалов в данном случае протекают не по традиционному для обычных текстильных материалов механизму линейного пиролиза, а идут многостадийно, через этапы коксообразования лобовой поверхности ДП, с последующей газификацией более глубоких его слоев и с равномерным увеличением объема элемента покрытия. Затем продукты этого энтероразложения выделяются в газовую фазу, где и происходит ингибирование газофазных процессов распространения пламени (ингибирование OH^* -радикалов) за счет специально подобранного состава этих систем. Кроме того, существенными факторами термического поведения ДП, влияющими на огне-термозащитные свойства материалов являются происходящие в них под воздействием интенсивных тепловых потоков эндотермические процессы разрушения полимерной энтероматрицы и выделение значи-

тельного количества поглощенного при этом тепла во внешнюю среду с продуктами внешнего тепло–массопереноса.

Еще одним нашим направлением использования принципа МДП является применение этой технологии для повышения износостойкости арамидных тканей. Мы активно развиваем у себя направление арамидных материалов, 8 видов подобных тканей в настоящее время мы выпускаем и поставляем для различных потребителей, в том числе и для пожарных. Такие материалы, как правило, обладают высокими огнестойкостью и термостойкостью, а кроме того они обладают очень высокой прочностью на разрыв и благодаря этим своим уникальным свойствам они достаточно широко используются при создании различных средств, не только огне- и термостойких, но также и для баллистической защиты. Однако дальнейшее развитие этого направления в настоящее время сдерживается рядом существенных их недостатков, а именно, несмотря на очень высокую прочность этих материалов на разрыв они имеют очень низкую устойчивость к истиранию, а кроме того эти материалы очень дороги – по своей стоимости арамидные ткани могут в десятки раз превосходить стоимость обычных синтетических тканей с аналогичными массовыми характеристиками. В связи с этим, в целях развития данного направления, мы в своей инновационной деятельности работаем в направлении усиления физико-механических характеристик выпускаемых у нас арамидных тканей и, в частности, нам удалось при помощи специально разработанных под эти задачи (на базе МДП) механопротекторных систем существенно, в 10-12 раз, повысить устойчивость к истиранию арамидных тканей без ухудшения их огнестойкости, и это позволило резко улучшить экономические перспективы данных тканей в различных, в том числе и противопожарных средствах.

Другим нашим направлением огнезащиты текстильных материалов, является созданная у нас технология силиконирования различных тканей. В частности, используя эту технологию, нам удается придать непрогораемость полиэфирным и полиамидным тканям, при этом, нанесение даже небольших количеств нашей силиконовой отделки, практически полностью снимает проблему плавкости этих материалов, которая сопровождается обычно появлением горящих капель расплава и является, как известно, фактором очень значительных вторичных огневых поражений защищаемых объектов. Многие из выпускаемых нами силиконированных тканей обладают также высокой водонепроницаемостью (до 15 м.вод.ст.), что позволяет их использовать при создании различных водозащитных средств, например водозащитных элементов БОП, а также в палатках, укрытиях, чехлах и др. Важной особенностью этих наших материалов является их высокая морозостойкость - минус 70⁰С, при этом в этих материалах даже при очень сильных морозах сохраняется эластичность и устойчивость к многократным деформациям, и они при одновременном воздействии низких температур и повышенной влажности не покрываются льдом и не примерзают к металлическим предметам. Благодаря сочетанию всех этих свойств данные ма-

териалы считаются особенно перспективными для использования в северных регионах нашей страны и в районах Российской Арктики.

Эти и некоторые другие разработанные и освоенные у нас огнезащитные материалы в настоящее время используются для изготовления одежды пожарных различной степени защиты, самоспасателей, предметов экипировки и др. Ведутся у нас и новые разработки, например, недавно, мы начали развивать у себя еще одно инновационное направление – создание материалов не просто огнезащитных, но и термофобных, т.е. способных отталкивать от своей поверхности различные горящие и раскаленные среды, например, «коктейли Молотова» и расплавы раскаленных металлов. Ведутся также поиски и новых видов применения наших материалов и мы, например, можем их предложить для изготовления огне-разделительных полотен, для усилительных оболочек пожарных рукавов, для быстровозводимых средств коллективной защиты или для различных средств эвакуации и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *А. В. Журко, Е. В. Егоров, С. П. Никитаев, С. А. Полушкин, Э. В. Шаталов* Термическое разложение полимерных покрытий при одностороннем импульсном нагреве // *Химия и химическая технология*. - Иваново: Издание Ивановского химико-технологического университета, 2005. – Т. 48, вып. 4. – С. 49-52. – ISSN 0579-2991.
2. *А. В. Журко, Э. В. Шаталов* Механизм термического разложения материалов с дискретными полимерными покрытиями // *Химия и химическая технология*. - Иваново: Издание Ивановского химико-технологического университета, 2003. – Т. 46, вып. 7. – С. 31-35. – ISSN 0579-2991.
3. *А. В. Журко, Э. В. Шаталов, А. С. Юпров* К вопросу о механизме термозащитного действия материалов с дискретными полимерными покрытиями // *Химия и химическая технология*. - Иваново: Издание Ивановского химико-технологического университета, 2003. – Т.46, вып. 7 – С. 36-39. – ISSN 0579-2991.
4. *Э. В. Шаталов, А. В. Журко, О. Е. Каменер, М. А. Шломин*. О повышении огнестойкости текстильных материалов с дискретными полимерными покрытиями // *Химия и химическая технология*. - Иваново: Издание Ивановского химико-технологического университета, 2002. – Т. 45, вып. 5. – С. 41-50. – ISSN 0579-2991.

УДК 544.023.57:661.183.1

М. М. Журов, И. В. Лямцев, М. Б. Рыжков

Университета гражданской защиты МЧС Беларуси

ИССЛЕДОВАНИЕ ДАЛЬНОСТИ ПОДАЧИ ОГNETУШАЩЕГО ПОРОШКОВОГО СОСТАВА

Проведены исследования дальности подачи огнетушащего порошкового состава в очаг пожара. По результатам испытаний установлено, что при одинаковом начальном давлении, количестве порошка и насадке-распылителе дальность струи в модернизированном огнетушителе увеличивается.

Ключевые слова: порошковый огнетушитель, огнетушащий порошок, дальность струи, насадок-распылитель, площадь распыления.

M. M. Zhurov, I. V. Lyamtsev, M. B. Ryzhkov

STUDY OF THE RANGE OF SUPPLY OF A FIRE-EXTINGUISHING POWDER COMPOSITION

Investigations of the range of supply of the fire-extinguishing powder composition to the fire center have been carried out. According to the test results, it was found that with the same initial pressure, the amount of powder and the spray nozzle, the jet range in the modernized fire extinguisher increases.

Key words: powder fire extinguisher, fire extinguishing powder, jet range, spray nozzle, spray area.

Тушение и прекращение горения с применением порошковых составов достигается за счет комплексного огнетушащего эффекта: ингибирование химических реакций в зоне горения; охлаждение зоны горения; разбавление горючей среды; эффект огнепреграждения при поверхностном тушении. Основной же эффект тушения достигается за счет ингибирования химических реакций в зоне горения. При этом огнетушащая способность в значительной степени зависит от способа подачи порошковых составов в зону горения [1,2].

Согласно действующим нормативным документам [3] огнетушащая эффективность огнетушащего порошка определяется при тушении модельных очагов пожара класса А и В. При этом нормативно также установлена продолжительность и дальность подачи огнетушащего порошка [4].

Таким образом, согласно действующим техническим нормативным правовым актам следующие значения дальности подачи огнетушащего порошка (табл. 1).

Таблица 1. Значения дальности подачи огнетушащего порошка

Масса ОТВ, заряженного в ОП, кг	Длина струи ОТВ (не менее), м
2	2
3	2
4	3
5	3

При тушении пожаров с применением порошкового огнетушителя спецификой является то, что должна обеспечиваться требуемая дальность подачи огнетушащего порошка. Именно благодаря обеспечению требуемой дальности подачи огнетушащего порошка возможно тушение на всей площади горения. Следовательно, важно обеспечить такие условия работы порошкового огнетушителя, при которых весь его заряд будет использоваться для тушения на всей площади горения.

Для увеличения дальности подачи огнетушащего порошка нами предлагается модернизированная конструкция порошкового огнетушителя (рис. 1) [5].

Преимуществом разработки является то, что она обеспечивает полный выброс запаса огнетушащего порошка и позволяет увеличить дальность его подачи без увеличения начального давления в баллоне.

Для определения параметров истечения порошковых составов из стандартного и модернизированного порошкового огнетушителя, нами проведены сравнительные испытания указанных огнетушителей с массой огнетушащего порошка 2 кг.

Известно, что параметры истечения порошкового состава зависят от формы и размеров насадка-распылителя. Форма и размеры насадка-распылителя, применяемого в испытаниях представлены на рис. 2.

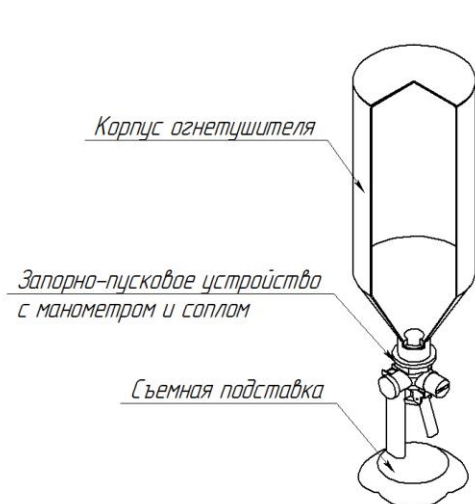


Рис. 1. Конструкция переносного огнетушителя

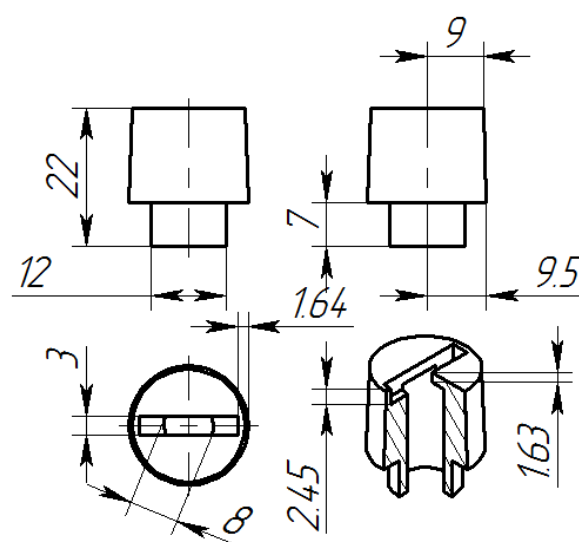


Рис. 2. Форма и размеры насадка-распылителя

Результаты испытаний подачи огнетушащего порошка представлены в табл. 2.

Таблица 2. Значения параметров подачи огнетушащего порошка

Испытуемый огнетушитель	Текучесть (Q), кг/с	Длина струи ОТВ, м	Ранг модельного очага / площадь, м ²	Интенсивность подачи ОТВ, кг/(с·м ²)
Стандартный	0,30	5,2	21 В / 0,65	0,46
Модернизированный	0,35	6,6	21 В / 0,65	0,53

Результаты исследования текучности, дальности струи и интенсивности подачи ОТВ позволяют сделать вывод об улучшении параметров работы модернизированного огнетушителя по сравнению со стандартным.

Полученные значения дальности струи с помощью стандартного и модернизированного огнетушителей представлены на рис. 3.

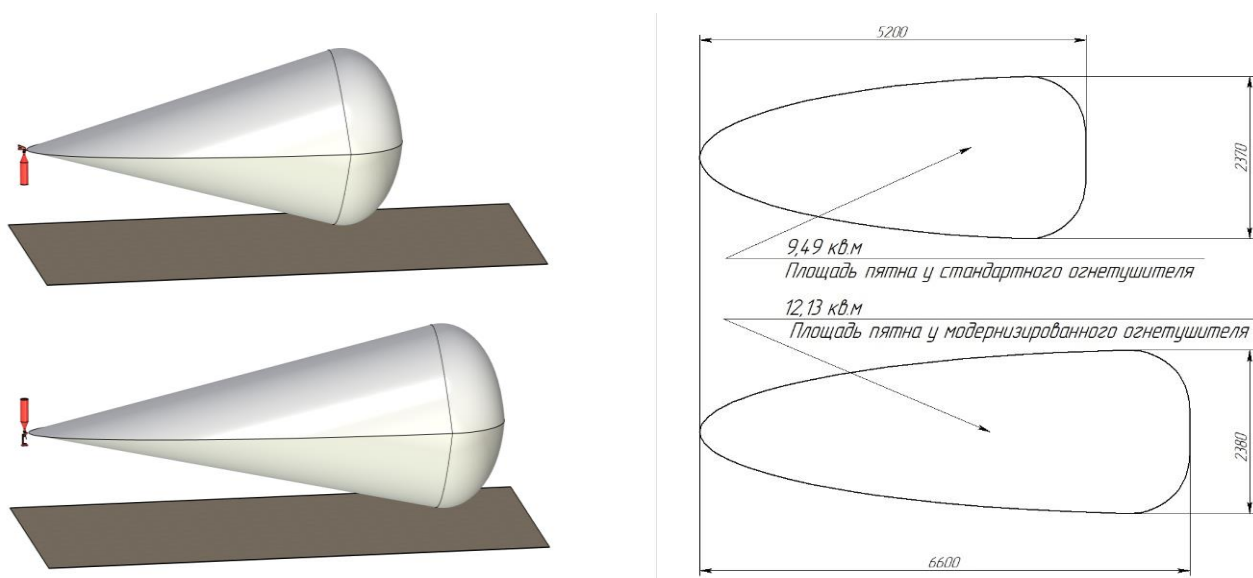


Рис. 3. Экспериментально установленные зоны распыления огнетушащего порошка исходным и модернизированным огнетушителем

Проведенные испытания показали, что дальность порошковой струи у модернизированного огнетушителя на 27 % больше, чем у стандартного. Следовательно, можно сделать вывод, что предлагаемая конструкция порошкового огнетушителя позволяет улучшить дальность струи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абдурагимов И. М., Говоров В. Ю., Макаров В. Е.* Физико-химические основы развития и тушения пожаров: учебное пособие / Абдурагимов И.М., Говоров В.Ю., Макаров В.Е. – Москва, 1980. – 255 с.
2. *Брушлинский Н. Н., Корольченко А. Я.* Моделирование пожаров и взрывов. / Брушлинский Н.Н., Корольченко А.Я. – М.: Пожнаука, 2000. 482 с.
3. Система стандартов пожарной безопасности. Порошки огнетушащие общего назначения. Общие техниче-ские требования и методы испытаний: СТБ 11.12.01-2009. Введ. 01.07.2009 (с отменой на территории РБ НПБ 13-2000). – Минск: НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси, 2009. – 24 с.
4. Система стандартов пожарной безопасности. Пожарная техника. Огнетушители переносные. Общие техни-ческие условия: СТБ 11.13.04-2009. – Введ. 01.09.2009 (с отменой на территории РБ НПБ 1-2005). – М.: НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси, 2009. – 46 с.
5. *Журов М. М., Бобрышева С. Н., Короткевич С. Г., Черный Ю. С.* Оптимизация конструкции порошкового огнетушителя и исследование параметров подачи огнетушащего порошка/ Журов М.М., Бобрышева С. Н., Короткевич С.Г., Черный Ю.С. // Вестн. Университета гражд. защиты МЧС Беларуси. – 2019 – Т. 3., № 4. – С. 391–399.

УДК 614.842.615

И. Ю. Иванов, Я. А. Кондакова, О. Д. Навроцкий
Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

ОБЗОР ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛЕНКООБРАЗУЮЩИХ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ И СПОСОБЫ ИХ КОНТРОЛЯ

Водные пленкообразующие пенообразователи (АFFF) предназначены для пенного тушения пожаров с участием нефтепродуктов и других легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Приведена обобщенная информация о испытаниях фторсодержащих пенообразователей и механизме тушения.

Ключевые слова: фторированные ПАВ, пожаротушение, пенообразователи целевого назначения, пленкообразующая и изолирующая способность.

I. U. Ivanov, Y. A. Kondakova, O. D. Navrotsky

OVERVIEW OF THE MAIN CHARACTERISTICS OF FILM FORMING FOAMING AGENTS AND METHODS OF THEIR CONTROL

Aqueous film-forming foams (AFFF) are designed for foam extinguishing fires involving petroleum products and other flammable liquids. Generalized information on fluorinated foaming agents and extinguishing mechanism is provided.

Key words: fluorinated surfactants, fire extinguishing, special purpose foaming agents, film-forming and insulating capacity.

Пена – наиболее эффективное и широко применяемое огнетушащее вещество изолирующего действия – представляет собой коллоидную систему из жидких пузырьков, наполненных газом. Область применения пенного пожаротушения затрагивает передовые отрасли промышленности: химическую, нефтехимическую, нефтегазовую, энергетическую, фармацевтическую, авиационную, оборонную, горнодобывающую и др. [1]. Наиболее широко применяется пена средней кратности, реже - низкой кратности. Пены высокой кратности находят ограничение применения в пожаротушении в основном при объемном тушении [2].

В автоматических установках пожаротушения пенные оросители применяются для промышленных объектов различного назначения, где требуется использование пены низкой кратности: для тушения проливов ЛВЖ, ванн и емкостей с ЛВЖ, тары с ЛВЖ, горючих синтетических и других материалов, локального тушения установок, машин и механизмов, содержащих горючесмазочные материалы, а также в любых других случаях, где рекомендовано водопенное пожаротушение, но применение пенных стволов или пеногенераторов большей производительности нецелесообразно.

Для тушения пожаров класса А применяются в основном водяные установки пожаротушения. Как огнетушащее вещество, вода плохо смачивает твердые материалы из-за высокого поверхностного натяжения ($72,8-130 \text{ Дж/м}^2$), что препятствует быстрому распределению ее по поверхности, прониканию в глубь горящих материалов и замедляет охлаждение. Применение растворов смачивателей позволяет уменьшить расход воды на 35-50 % и при использовании в установках пожаротушения раствора пенообразователя или воды со смачивателем интенсивность орошения может быть снижена в 1,5 раза [2], что достаточно ощутимо позволяет снизить стоимость системы пожаротушения по объекту в целом.

Основной характеристикой ПО является его огнетушащая эффективность. В используемых на данный момент методиках испытаний средств пожаротушения, зафиксированных в ТНПА разных стран, применяются различные оценки огнетушащей эффективности пенообразователей. Из приведенных в таблице

1 данных видно, что подход в проведении испытаний пенообразователей очень схож, а для генерации пены применяют ствол воздушно-пенный низкой кратности.

Таблица 1. Перечень международных стандартов с описанием основных показателей при проведении испытаний пен низкой кратности

Условия проведения испытания	ТНПА						
	ИКАО	ИМО	ISO 7203-1 EN 1568-3	LASTFIRE	MIL-F-24385F	UL 162	СТБ 2459-2016 ГОСТ Р 50588-2012
Температура и скорость ветра, м/с	данных нет	15±5°C <3 м/с	5±5°C <3 м/с	5-20°C <3 м/с	<4.5 м/с	данных нет	10 °С – 22 °С, <1.5 м/с
Типа насадка	пеногенератор низкой кратности типа UNI86	пеногенератор низкой кратности типа UNI86	пеногенератор низкой кратности типа UNI86	пеногенератор низкой кратности типа UNI86	данных нет	оросители	пеногенератор низкой кратности типа UNI86
Рабочее давление, МПа	0,7	0,6±0,3	0,6±0,3	0,6-1	0,68	данных нет	0,58±0,2
Интенсивность, л/мин*м ²	2.5 или 4.1	2.53	2.52	2.5 или 3.2	1.65 или 2.91	4 (2.4 для спиртов)	3,54
Расход, л/мин	11,4	11,4	11,4	11,3 или 14,4	7,57	18,6 (или 11,16)	1,66
Время подачи, с	120	300±2	300±2	420	90	180	120 ± 2
Размер противня, м ²	2,8 или 4,5, круглый, без щита, на земле	4,5, квадратный, со щитом, на земле	4,51, круглый, со щитом, на земле	4,5, круглый, с перегородками, без щита, над землей	2,6 или 4,65, круглый, без щита, на земле	4,65, квадратный, без щита, на или над землей	2,83, круглый, без щита, на земле
Вид топлива, время свободного горения, с	Керосин, 60с	60±5с	60±5с	Гептан, 180с	Неэтилированный бензин, 10	Гептан или полярный растворитель, 60с	н-гептан, нефрас, 120 ± 5с
Время тушения, с	≤60	≤300	Зависит от класса	≤420	Зависит от противня, <30 или <50	≤180	60 ± 2
Наличие факела	нет	нет	нет	да, 120 и 780с	нет	да	да
Тест на повторное воспламенение, не более, с	да (не более 25%); 120 с	да (25% за 900 с); 300±10 с	да (зависит от уровня); 300±10 с	да (25% за 240 с); 900 с	да (25% за 360 с); 60 с	да (20% за 300 с); 540 с	да (100%); 120 с

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ:
V МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

Условия проведения испытания	ТНПА						
	ICAO	IMO	ISO 7203-1 EN 1568-3	LASTFIRE	MIL-F-24385F	UL 162	СТБ 2459-2016 ГОСТ Р 50588-2012
Совместимость с морской водой	данных нет	морская вода	морская вода, если совместима	нет	морская вода, порошок	морская вода	данных нет

Сущность метода заключается в определении времени тушения горючей жидкости в противне пеной низкой кратности при установленной интенсивности подачи рабочего раствора пенообразователя и определении времени повторного воспламенения поверхности горючего от внесенного в потушенный пеной модельный очаг горящего тигля. Метод определения времени тушения горючей жидкости пеной низкой кратности и времени повторного воспламенения установлен в [3]. В методе используется пожарный ствол пены низкой кратности с распылителем с объемным расходом раствора ($0,166 \pm 0,001$) $\text{дм}^3/\text{с}$ при давлении на стволе ($0,58 \pm 0,02$) МПа, что не применительно для стационарных автоматических установок пожаротушения, в которых для распределения ОТВ применяются оросители.

По [4] оросители по виду используемого огнетушащего вещества подразделяются на водяные и для водных растворов (в том числе пенные) и конструктивно проверяются на защищаемую площадь, равномерность и интенсивности орошения для водяных оросителей и кратность пены, защищаемую площадь, равномерность и интенсивность орошения для пенных оросителей. Другими словами, ключевым значением для оросителей является соблюдение регламентированных расходов на единицу площади. Таким образом, надежно сказать о эффективности огнетушащей способности пенообразующего пенообразователя в автоматических установках пожаротушения невозможно в силу отличной технологии тушения, заключенной в условиях образования паронепроницаемой водной пленки на зеркале горючей жидкости розеточными оросителями, формирующими на выходе тонкодисперсную фазу.

По [5] при проведении натурных испытаний применяют схему из 4 оросителей. Расстояние при взаимном расположении оросителей нормировано и зависит от применяемого типа по табл. 2.

К основным критериям, кроме времени тушения горючей жидкости, относятся кратность и устойчивость пены, поверхностное натяжение рабочего раствора и межфазное натяжение рабочего раствора на границе с горючей жидкостью.

Таблица 2. Тип и параметры оросителей

Тип оросителя	Расстояние между оросителями, м	Номинальное испытательное давление при возгорании углеводородного топлива, МПа	Интенсивность орошения, л / с · м ²
1. Пенные спринклеры	3,04 на 3,04	0,2	0,1
2. Стандартный, номинальный 1/2 дюйма	3,65 на 3,65	0,48	0,06
3. Большие, номинальные 17/32 дюйма, спринклеры с отверстиями	3,65 на 3,65	0,48	0,06

Поверхностное натяжение водных растворов фторсодержащих пленкообразующих пенообразователей значительно ниже поверхностного натяжения бензина и других нефтепродуктов, в результате чего при контакте пены с горючей жидкостью образуется водная паронепроницаемая пленка, самопроизвольно растекающаяся по поверхности горючей жидкости. Образование пленки на поверхности горючей жидкости происходит при соблюдении следующего неравенства:

$$\sigma_w + \sigma_{wo} < \sigma_o,$$

где σ_w – поверхностное натяжение раствора пенообразователя, Н·м⁻¹;

σ_{wo} – межфазное натяжение между раствором пенообразователя и горючей жидкостью, Н·м⁻¹;

σ_o – поверхностное натяжение горючей жидкости, Н·м⁻¹.

В отдельный вид в классификации пенообразователей [3] выделяются синтетические фторсодержащие плёнообразующие пенообразователи целевого назначения типа AFFF для тушения горючих жидкостей. Принцип действия таких пенообразователей заключается в том, что при попадании на горящую жидкость раствор, выделяющийся из пены, образует пленку на поверхности горючей жидкости, которая препятствует поступлению горючих паров в зону горения и предохраняет пену от разрушения, вследствие чего достигается достаточно высокий огнетушащий эффект. В 60-х годах американской фирмой 3М (Minnesota Mining and Manufacturing Company) на основе фторированных ПАВ был создан пленкообразующий пенообразователь «Легкая вода». В настоящее время известно большое количество аналогов пенообразователей такого типа, например выпускающийся в Беларуси «Барьер-пленкообразующий». В послед-

нее время начали появляться аналоги пенообразователя «Легкая вода» без фторированных ПАВ в составе, например биоразлагаемый пенообразователь «RE-HEALING RF3» компании Solberg.

Для эффективности тушения пленкообразующие пенообразователи должны сочетать в себе определенные физические характеристики:

- Скорость растекания – это время, необходимое для того, чтобы пенное одеяло распространилось по поверхности топлива до полного тушения.
- Термостойкость – пена должна быть способна противостоять воздействию теплового потока от пламени или нагретых предметов.
- Устойчивость к топливу – эффективная пена сводит к минимуму всасывание топлива, поэтому пена не насыщается и не сгорает.
- Подавление паров – паронепроницаемое одеяло должно подавлять воспламеняющиеся пары и сводить к минимуму повышения предельно допустимой концентрации паров горючей жидкости.

В зарубежной литературе и ТНПА можно встретить 2 способа оценки образования водной пленки. По [6] в химический стакан наливают искусственную воду и циклогексан, а поверх циклогексана помещают свежую пену. Через 30 секунд в стакан вставляют сито конусной формы (рисунок). Пена, которая проникла через сито, удаляется, так что большая часть поверхности не имеет пены. Спустя 60 с испытательное пламя перемещается по свободной поверхности жидкости в ситовой воронке таким образом, чтобы пламя находилось на расстоянии 15 мм от поверхности жидкости и никогда не касалось ее. При наличии водной пленки на поверхности циклогексана его пары не воспламеняются.

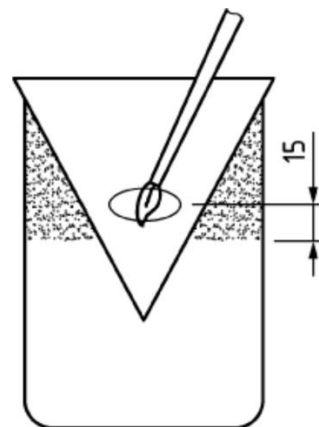


Рисунок. Способ оценки образования водной пленки при помощи химического стакана и конусной ситовой воронки

Вторая методика имеет хорошую воспроизводимость результатов и использовалась специалистами фирмы ЗМ при разработке пенообразователя «Легкая вода». Данная методика позволяет быстро, с использованием малого количества реактивов определить наличие водной пленки на поверхности любой горючей жидкости. В центр металлического противня диаметром 200-300 мм, с высотой борта 25-40 мм, служащего для предотвращения случайного разлива жидкости, помещается чашка Петри диаметром 100 мм. В центр чашки Петри вертикально на плоскую шляпку устанавливается шуруп диаметром 2-3 мм с резьбой по всей длине, без следов деформации и механической коррозии. В чашку Петри аккуратно заливается 30 мл н-гептана (или любой другой горючей жидкости) не нарушая положения шурупа, причем шляпка шурупа и часть резьбы должны находиться в погруженном состоянии. Пипет-дозатор (0,1–1,0

мл) устанавливается на объем 0,75 мл и наполняется пенообразующим раствором. Включается секундомер и на острие шпателя с помощью пипет-дозатора по одной капле выливается пенообразующий раствор в течение 30-60 секунд (предпочтительно 45 секунд). Через 120 секунд после помещения первой капли исследуемого раствора к поверхности н-гептана подносят горящую горелку на расстояние 15 мм от поверхности зеркала жидкости, при этом не должно наблюдаться воспламенение гептана. Допускается небольшая вспышка, однако устойчивое горение наблюдаться не должно.

Вывод: При применении в качестве огнетушащего вещества синтетического фторсодержащего плёнообразующего пенообразователя типа AFFF огнетушащая эффективность зависит от свойств паронепроницаемой пленки на поверхности горючей жидкости. В настоящее время методики для проведения исследований скорости образования и устойчивости паронепроницаемой пленки, которые и влияют на огнетушащую эффективность, отсутствуют, что не позволяет строго нормировать применение данных плёнообразующих пенообразователей в автоматических установках пожаротушения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарная автоматика зданий и сооружений: СН 2.02.03-2019. – Введ. впервые (с отменой на территории Респ. Беларусь: ТКП 45-4.02-317-2019). – Минск: М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2019. – 81 с.
2. А. Я. Корольченко, Д. А. Корольченко. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов и средств их тушения. Справочник: в 2-х ч. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Асс. «Пожнаука», 2004. – Ч. I. – 713 с.
3. Система стандартов пожарной безопасности. Вещества огнетушащие. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования. Методы испытаний : СТБ 2459-2016. Введ. 12.08.16. – Минск : Госстандарт Республики Беларусь, 2016. – 47 с.
4. Государственный стандарт Республики Беларусь. Система стандартов пожарной безопасности. Установки водяного и пенного пожаротушения автоматические. Оросители. Общие технические требования. Методы испытаний : СТБ 11.16.06-2011/ГОСТ Р 51043-2002. – Введ. 01.01.2012. – Мн. : Госстандарт, 2011. – 38 с.
5. Standard for Foam Equipment and Liquid Concentrates : UL 162. – 23.02.2018. – Underwriters Laboratories Inc. – 50 p.
6. European Standard. Fire extinguishing media. Foam concentrates. Specification for low expansion foam concentrates for surface application to water-immiscible liquids : BS EN 1568-3:2018. – 18.04.2018. – Comite Europeen de Normalisation, 2018. – 62 p.

УДК 699.812

И. Ш. Исмаилов, М. В. Акулова, С. Н. Ульева

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

О ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ИСКУССТВЕННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье рассматривается применения искусственных композиционные материалы в строительстве, их пожарная опасность. Приведены пути снижения пожарной опасности рассматриваемых материалов и предложения руководителю объекта защиты по применению материалов для отделки помещений объекта .

Ключевые слова: пожарная опасность, искусственные композиционные материалы, защита.

I. Sh. Ismailov, M. V. Akulova, S. N. Ulyeva

ON FIRE DANGER OF ARTIFICIAL COMPOSITE MATERIALS

The article deals with the application and use of composite materials in construction, their fire hazard. The paper puts forward fire hazard reduction of the materials under consideration and proposals to the head of the object of protection on the use of materials for finishing the premises of the object are given.

Keywords: fire hazard, artificial composite materials, protection.

Композитом является материал, выполненный из более чем одной составляющей, современные композитные материалы, как правило, состоят из двух компонентов: волокна и матрицы. В качестве волокна используются высокопрочные стеклянные, углеродные, органические, борные и другие волокна, матрицей же являются как термореактивные смолы (фенольные, эпоксидные, полиэфирные и т.д.), так и термопластичные полимеры (полиамиды, полиэтилен, полистирол и др.). Эти материалы обладают достаточно высокой прочностью, низкой теплопроводностью, высокими электроизоляционными свойствами, а также они прозрачны для радиоволн.

Матрица в композиционных материалах обеспечивает монолитность материала, передачу и распределение напряжения в наполнителе, определяет тепло-, влаго-, огне- и химическую стойкость. Армирующие наполнители в виде тонких волокон, нитей, жгутов или тканей воспринимают основную долю нагрузки композитов и обеспечивают физико-механические характеристики материала, в частности, высокую прочность и жесткость в направлении ориентации волокон. В композицию могут также входить загустители, пигменты и др.

Искусственные композиционные материалы (далее-ИКМ) зачастую являются удачной альтернативой металлам и железобетону. Их применение при изготовлении различных конструкций в строительстве, на транспорте, при создании изделий военной техники и других сферах растет во всем мире. Конструкции из ИКМ (стеклопластиков, базальтопластиков, углепластиков и др.) изготавливаются методами формования, намотки, экструзии.

Одним из важнейших факторов, сдерживающих применение данных конструкций, являются высокая способность к воспламенению и горению ИКМ, относительно низкая термо- и огнестойкость элементов из них.

В работе [1] отмечено, что одним из наиболее эффективных путей снижения пожарной опасности рассматриваемых материалов и конструкций из них является применение вспучивающихся огнезащитных покрытий. Одновременно со снижением горючести, воспламеняемости и распространения пламени, указанные покрытия могут обеспечить требуемые показатели пожарной безопасности конструкций из полимерных композитов, главным из которых является огнестойкость.

Вспучивающиеся покрытия, используемые для защиты от пожара конструкций из ИКМ, должны иметь высокую адгезию к полимерным композитам, что не характерно для подавляющего большинства созданных до настоящего времени огнезащитных покрытий. Покрытия должны обладать высокой долговечностью и стойкостью к воздействию окружающей среды, поскольку, такими свойствами обладают сами конструкции из ИКМ и, во многих случаях, это предопределяет необходимость их применения. Учитывая относительно низкую термостойкость полимерных композитов, огнезащитные покрытия должны иметь как можно более низкую температуру начала вспучивания.

В наибольшей степени совокупности предъявляемых требований соответствует вспучивающееся покрытие СГК-2. Его основой является хлорсульфированный полиэтилен и терморасширяющийся графит, обеспечивающий 25-кратное вспучивание при нагреве покрытия. Вспучивание покрытия начинается при 165 °С, т. е. при более низкой температуре, чем у наиболее распространенных огнезащитных покрытий. Рассматриваемое покрытие обладает наиболее высокой адгезионной прочностью, эксплуатационной стойкостью и долговечностью в сравнении с большинством других вспучивающихся огнезащитных покрытий. Следует отметить, в настоящее время покрытие СГК-2 используется для защиты от пожаров различных элементов из ИКМ в военной технике и в строительстве.

Например, на объекте, исходя из информации, имеющейся в контрольно-наблюдательном деле, сформированном сотрудниками органа ГПН, имеются нарушения требований пожарной безопасности, заключающиеся в отделке помещений объекта горючими композиционными материалами. При этом у руководства объекта отсутствует документ, подтверждающий безопасность использованных материалов. С целью определения реальной опасности использованных при отделке помещений материалов предлагается проведение соответ-

ствующих испытаний и подготовка рекомендаций для руководителя организации о возможности применения выбранного материала или необходимости замены на другой менее опасный материал из представленных на рынке.

Решение данной проблемы предполагается за счет проведения соответствующих исследований в данной области в ходе подготовки магистерской диссертации.

Цель данного исследования – разработка предложений руководителю объекта защиты по применению материалов для отделки помещений объекта.

Задачи, которые необходимо решить для достижения поставленной цели [2-6]:

- 1) Определение показателей пожарной опасности материалов, использованных при отделке помещений объекта.
- 2) Подбор материалов, предназначенных для отделки помещений, имеющих на рынке в зависимости от аспекта цена-качество.
- 3) Определение показателей пожарной опасности выбранных материалов.
- 4) Сравнение ранее использованного при отделке помещений материалов с выбранными по показателям пожарной опасности.
- 5) Разработка перечня предложений руководителю объекта по отделке помещения, с обоснованием экономической эффективности.

Практическая значимость: полученные в ходе исследования результаты могут быть рекомендованы к внедрению в деятельность объекта защиты. Результаты данного исследования могут представлять интерес для дальнейших теоретических исследований, для практических работников, осуществляющих деятельность по обеспечению пожарной безопасности. Статья подготовлена в рамках выполнения магистерской диссертации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Сабирзянова Р. Н., Красина И. В.* Применение вспучивающего антипирена для придания материалам огнестойкости/ Вестник казанского технологического университета. № 8, 2014. С.140-142.
2. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ.
3. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».
4. ГОСТ 12.1.044-89 (группы трудногорючих и горючих твёрдых веществ и материалов, коэффициента дымообразования, показателя токсичности продуктов горения и индекса распространения пламени).
5. ГОСТ 30244-94 Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть. - М.: Госстрой РФ, ГУП ЦПП, 1998.
6. ГОСТ 30402-96 Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость. - М.: Минстрой России, ГУП ЦПП, 1996.
7. ГОСТ Р 51032-97 Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени. - М.: Минстрой России, ГУП ЦПП, 1997.

УДК 544.45

М. М. Казантинова, А. Н. Шушпанов, А. Я. Васин, Е. Б. Аносова
Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМОЛИЗА ГИДРОХЛОРИДА 5-АМИНОЛЕВУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ

В работе проведен термический анализ гидрохлорида 5-аминолевулиновой кислоты (5-АЛК) в окислительной атмосфере (воздух) при разных скоростях нагрева, а также определены кинетические параметры начального этапа термической деструкции вещества по методу Озава-Флинна-Уолла. Получено значение энергии активации 208 кДж/моль.

Ключевые слова: 5-АЛК, дифференциальная сканирующая калориметрия, термический анализ, пожаровзрывоопасность лекарственных препаратов, кинетические параметры, Озава-Флинн-Уолл.

M. M. Kazantinova, A. N. Shushpanov, A. Ya. Vasin, E. B. Anosova

DETERMINATION OF THE KINETIC PARAMETERS OF THERMOLYSIS OF 5-AMINOLEVULINIC ACID HYDROCHLORIDE

This work is dedicated to thermal analysis of 5-aminolevulinic acid hydrochloride (5-ALA) in an oxidizing atmosphere (air) at different heating rates and determination of the kinetic parameters of the initial stage of thermal destruction of a substance by the Ozawa-Flynn-Wall method. The obtained activation energy value is 208 kJ/mol.

Key words: 5-ALK, differential scanning calorimetry, thermal analysis, fire and explosion hazard of pharmaceuticals, kinetic parameters, Ozawa-Flynn-Wall.

Препарат 5-аминолевулиновой кислоты гидрохлорид (5-АЛК гидрохлорид) находит широкое применение в различных областях – в основном, как лекарственный препарат. В медицине препарат используют не только при флуоресцентной диагностике опухолей для их визуализации, но и при их лечении. В косметологии 5-АЛК гидрохлорид применяют для лечения различных дефектов кожи, таких как угревая сыпь и пигментные пятна. И даже в сельском хозяйстве препарат находит применение как удобрение и гербицид. Столь универсально и активно применяемое в разных сферах вещество нуждается в наиболее полном анализе его свойств, чтобы предотвратить и снизить риск возникновения пожароопасных ситуаций на производстве и при хранении. Термический анализ и последующий расчет кинетических параметров процесса термического разложения вещества может дать широкий диапазон сведений – от температур нача-

ла интенсивного экзотермического разложения, критичных для производственных процессов, до ряда кинетических параметров процесса разложения, при помощи которых в дальнейшем можно оценить не только общую стабильность вещества, но и сделать выводы о сроках и условиях хранения.

5-АЛК гидрохлорид (гидрохлорид 5-аминолевулиновой или 5-амино-4-оксопентановой кислоты) представляет собой белый кристаллический порошок (средний размер частицы < 100 мкм). Вещество не имеет запаха, обладает хорошей растворимостью в воде и этиловом спирте, но почти не растворимо в ацетоне. Молекулярная масса 5-АЛК гидрохлорида составляет 168 г/моль. Эмпирическая формула $C_5H_9NO_3$. Структурная формула вещества представлена на рис. 1. Хлороводород в указанной структуре присоединяется к аминогруппе, увеличивая растворимость препарата при употреблении и стабильность при хранении.

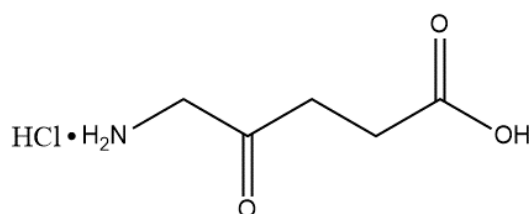


Рис. 1. Структурная формула 5-АЛК гидрохлорида

Структура исследуемого вещества было проверена и подтверждена методом ИК-спектроскопии. На рис. 2 приведены полученные в результате анализа спектры. Обнаружены характерные волновые числа для функциональных групп, подтверждающих строение вещества, а именно: аминогруппа (3450 см^{-1}), карбонильная (1743 см^{-1}), гидроксильная (950 см^{-1}) и карбоксильная (1740 см^{-1}) группы.

Для термического анализа исследуемого образца был применен метод TG/DSC, реализованный на приборе синхронного анализа NETZSCH STA 449 F3 Jupiter. Эксперименты были проведены в окислительной атмосфере (воздух) при скоростях нагрева 2, 5, 10 и 20 °С/мин. Характерные TG-DSC кривые представлены на рис. 3 (скорость нагрева 10 °С/мин). Предел нагревания установили в 600 °С, наиболее интересующая область эксперимента – 100–300 °С, именно в ней наблюдался эндотермический эффект, указывающий на плавление образца – данный эффект имеет максимум при 157 °С, но не сопровождается потерей массы. Далее, при температуре 160 °С, плавление стимулирует разложение, и по кривой TG наблюдается потеря массы, а эндо-эффект на кривой DSC прекращает монотонное возрастание в направлении базовой линии, указывая на возникновение второго, перекрывающегося эффекта. Потеря массы по окончании процесса – 40 %. На основании полученных данных можно сделать предположение о механизме первичного акта термолиза в форме отрыва хлороводорода, как показано, например, в работе [1].

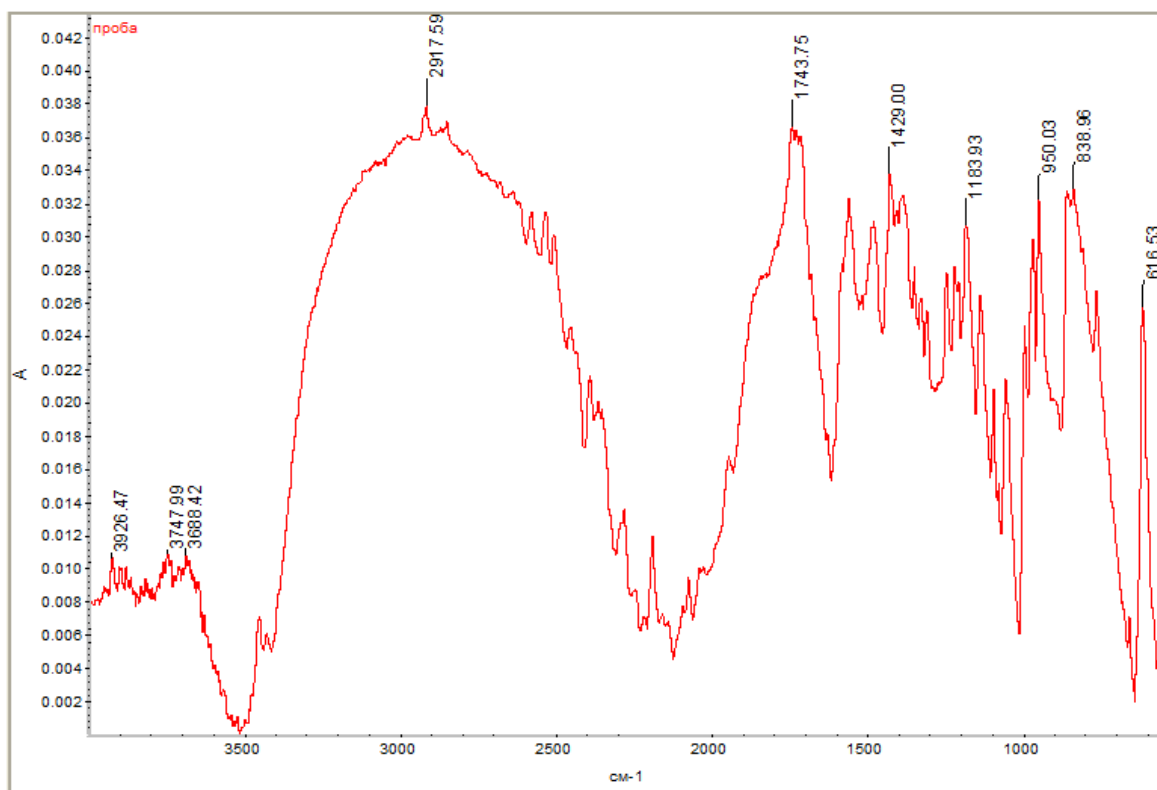


Рис. 2. ИК-спектры чистого 5-АЛК гидрохлорида

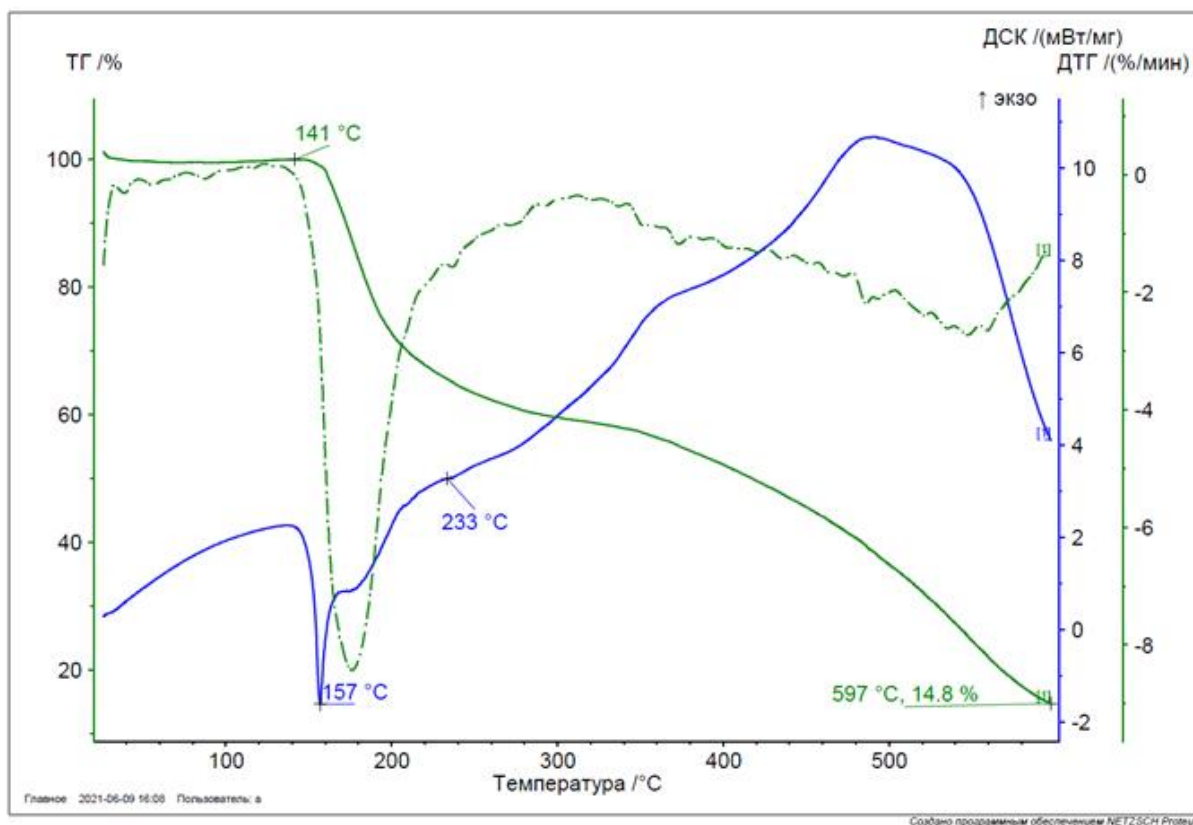


Рис. 3. TG-DSC кривые 5-АЛК гидрохлорида
в окислительной атмосфере (воздух), скорость нагрева 10 °С/мин

Существует большое количество способов получения кинетических параметров процессов из результатов экспериментов по термическому анализу, однако не всегда полученный набор данных позволяет применять тот или другой из них. Так, применение метода Киссинджера, показывающего хорошие результаты для веществ сходного строения (например, метиловый эфир 5-нитролевулиновой кислоты, 5-НЛК [2]), невозможно при отсутствии выраженного экзотермического эффекта на кривой DSC. В этом случае возможно применение метода Озава-Флинна-Уолла, который ранее успешно применялся авторами в аналогичных условиях для получения кинетических параметров фармацевтических препаратов (баклофена и его полупродуктов синтеза – в работе [3], 5-НЛК – в работе [4]).

Данные для выполнения построения в координатах Аррениуса по Озава-Флинну-Уоллу, извлеченные из результатов термического анализа, сгруппированы в таблицу. Само построение приведено на рис. 4.

Таблица. Экспериментальные данные термического анализа

Степень превращения, β %	0,01	0,02	0,05	0,09	Расчитанные параметры				
	Абсолютные температуры								
Скорость нагрева, °C/мин	T1	T2	T3	T4	log(β)	1/T1	1/T2	1/T3	1/T4
2	150,1	152,6	155,1	157,6	0,30103	6,66E-03	6,56E-03	6,45E-03	6,35E-03
5	163,6	166,1	168,6	173,6	0,69897	6,11E-03	6,02E-03	5,93E-03	5,76E-03
10	166,0	169,0	167,0	174,0	1	6,02E-03	5,92E-03	5,99E-03	5,75E-03
20	170,0	173,0	176,0	183,0	1,30103	0,005882	0,00578	0,005682	0,005464

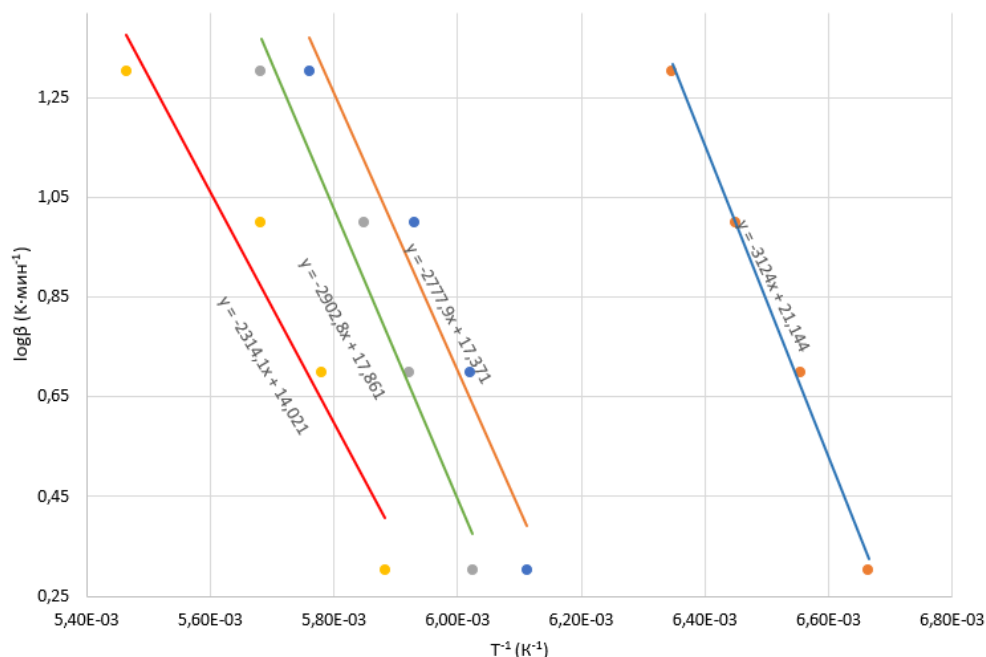


Рис. 4. Построение по Озава-Флину-Уоллу для расчета кинетических параметров начального этапа термического разложения 5-АЛК гидрохлорида

Из угловых коэффициентов прямых рис. 4 были найдены значения энергии активации E_A для каждой степени превращения. После усреднения был получен результат в **208 кДж/моль** (49 ккал/моль), указывающий на относительную стабильность вещества и сопоставимый с результатами, ранее полученными для гидрохлоридов лекарственных препаратов в работе [5].

Полученные данные могут быть применены в ряде расчетных методик и использованы для дальнейшего изучения пожаровзрывоопасных свойств 5-АЛК гидрохлорида.

Авторы благодарны ЦКП РХТУ им. Д. И. Менделеева за оперативную и точную аналитическую работу в области ИК-спектроскопии и АГЗ МЧС России за помощь с термическим анализом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аносова Е. Б., Васин А. Я.* Изучение термического разложения некоторых гидрохлоридов замещенных аминов // *Материалы научно-практического семинара Безопасность-жизнедеятельности: проблемы и пути решения, образование.* — РХТУ им. Д.И. Менделеева Москва, 2007. — С. 66–72.
2. *Vasin A. J.* Combustion and explosion characteristics of 5-aminolevulinic acid hydrochloride and its intermediate product / *Vasin A.J., Shushpanov A.N., Anosova E.B., Raikova V.M., Gadzhiev G.G., Platonova S.A.* // *Proc. 21st Seminar of the New Trends in Research of Energetic Materials – 2018.* – С. 1126–1131.

3. *Шушпанов А. Н.* Термическое разложение и пожаровзрывоопасные свойства полупродуктов синтеза баклофена / Шушпанов А.Н., Васин А.Я., Аносова Е.Б., Гаджиев Г.Г. // Исторический опыт, современные проблемы и перспективы образовательной и научной деятельности в области обеспечения пожарной безопасности: сборник тезисов докладов международной научно-практической конференции – 2018. – С. 834–839.

4. *Васин А. Я.* Пожаровзрывоопасность и термический анализ 5- аминолевулиновой кислоты и её полупродукта синтеза / Васин А.Я., Шушпанов А.Н., Гаджиев Г.Г. // Технологии техносферной безопасности – 2019. – Т. 4 – № 86 – С. 13–27.

5. *Аносова Е. Б.* Пожаровзрывоопасность новых фармацевтических препаратов и полупродуктов их синтеза: дис. кандидата технических наук: 05.26.03 / Е. Б. Аносова – Москва, 2009.– 17с.

УДК 614.841.12

Б. А. Клементьев

ООО «Арктик СПГ 2»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБУЕМЫХ ПРЕДЕЛОВ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СТОХАСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

На практике реализован подход определения требуемых пределов огнестойкости, основанный на стохастическом методе – на сравнении расчетного времени эвакуации / времени спасения персонала при пожаре на объекте топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и предела огнестойкости строительных конструкций, а также на праве собственника опасного производственного объекта рисковать своим имуществом при обязательном соблюдении требований части 3 статьи 93 Федерального закона от 22.07.2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Ключевые слова: стохастический метод, предел огнестойкости, время эвакуации, пассивная противопожарная защита, время спасения, огнестойкость, требования пожарной безопасности, строительные конструкции.

B. A. Klementev

DETERMINATION OF THE REQUIRED LIMITS OF FIRE RESISTANCE OF BUILDING STRUCTURES BY THE STOCHASTIC METHOD

In practice, an approach has been implemented for determining the required fire resistance limits, based on the stochastic approach – on comparing the estimated time of evacuation / rescue time for personnel in case of a fire at a fuel and energy complex (FEC) facility and the fire resistance limit of building structures, as well as on the right of the own-

er of a hazardous production facility to risk their own property subject to mandatory compliance with the requirements of part 3 of article 93 of the Federal Law № 123-FZ dated July 22, 2008 «Technical Regulations on Fire Safety Requirements».

Keywords: stochastic method, fire resistance rating, evacuation time, passive fire protection, rescue time, fire-resistance, fire safety regulations, building structural.

В Российской Федерации требования к определению пределов огнестойкости реализованы на основании детерминированных значений, указанных в нормативных документах по пожарной безопасности, таких как [2-6] и других документах. При этом для подтверждения принимаемых пределов огнестойкости в случае отсутствия нормативных требований к объектам проектирования, а именно, при разработке специальных технических условий по пожарной безопасности допускается руководствоваться методикой вероятностного подхода, реализованной в ГОСТ Р 12.3.047-2012. В работе [7] вероятностный подход основан на сравнении распределений случайных величин эквивалентной продолжительности пожара и значений пределов огнестойкости. Указанная методика не нашла широкого практического применения инженерами по пожарной безопасности при проектировании, в связи с отсутствием крупномасштабных исследований и достаточности исходных данных для проведения расчетов.

В работе [9] авторы проводят сравнительный анализ требований России и США к огнестойкости строительных конструкций нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов и предлагают реализовать комплексный подход к пассивной противопожарной защите – от разработки философии огнезащиты объекта и определения мест нанесения огнезащитных составов до требуемых пределов огнестойкости конструкций. Для реализации данного подхода необходимо внесения изменений в действующие своды правил или/и разработка новых документов учитывая, что в настоящее время в российских нормативных документах по пожарной безопасности [2-6] философия огнестойкости основывается на детерминированных значениях.

Предложенный в работе Шебеко Ю.Н., Шебеко А.Ю., Гилетич А.Н. [13] новый метод вероятностного определения огнестойкости строительных конструкций объектов нефтяной и газовой промышленности, основанный на концепции, реализованной в работе и статье [11, 12] достаточно перспективный подход, в котором сравниваются распределения таких случайных величин, как времени эвакуации/спасения и пределов огнестойкости. Условие безопасности вероятностного подхода в работе [13] предлагается принять в виде соотношения параметров x_1 и x_2 :

$$x_1 < x_2, \quad (1)$$

где x_1 – расчетное время эвакуации или время спасения;

x_2 – предел огнестойкости.

Качественная интерпретация условий (1) представлена на рис. 1.

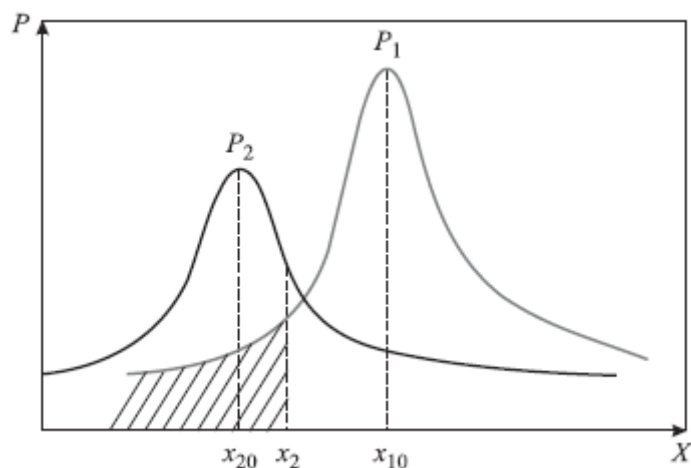


Рис. 1. Качественная интерпретация условий безопасности эвакуации:
 P_1, P_2 – графики функций плотности вероятностей для рассматриваемых распределений, x_{10}, x_{20} – центры распределений. Площадь заштрихованной области численно равна вероятности выполнения условий (1) при заданном значении x_2

При этом авторами работы отмечается, что применение методики расчёта требуемых пределов огнестойкости, основанной на вероятностном подходе исходя из условий безопасной эвакуации или безопасного спасения невозможно, в следствие отсутствия крупномасштабных испытаний по определению дисперсий времени спасения и эвакуации.

В связи с чем, с целью получения исходных данных, для возможности реализации стохастического метода по заданию ООО «Арктик СПГ 2» автором статьи было организовано и проведено, с привлечением ФГБУ ВНИИПО МЧС России и ФГБОУ ВПО Академия ГПС МЧС России, натурное экспериментальное исследование процессов эвакуации и спасения с производственных моделей технологических линий действующего завода по сжижению природного газа (завод СПГ), расположенного на Крайнем Севере. По результатам исследований были определены скорости движения эвакуирующихся и спасателей с условными пострадавшими (немобильными) с технологической линии Завода СПГ, которые изложены в работе [10].

Полученные данные полномасштабного эксперимента были применены в рамках разработки проектной документации для определения пределов огнестойкости конструкций производственных модулей технологических линий завода СПГ с использованием стохастического метода. Необходимо отметить, что для определения огнестойкости конструкций было использовано время спасения, которое существенно превышает расчетное время эвакуации персонала с технологической линии завода СПГ.

Результаты соответствующих расчетов по определению требуемых пределов огнестойкости конструкций представлены ниже в табл. 1 с учетом времени спасения (личным составом пожарного подразделения) персонала при пожаре равным 1924 с.

Таблица 1. Результаты пределов огнестойкости рассматриваемого объекта, в зависимости от заданной величины надежности строительных конструкций при пожаре и величины r – отношения средние квадратичные отклонения требуемого предела огнестойкости к величине требуемого предела огнестойкости

r	Q_0				
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
0,05	37	42	46	49	52
0,1	39	46	52	58	64
0,15	41	52	64	77	95
0,2	44	62	87	128	221

Требуемые пределы огнестойкости были определены без учета влияния автоматических установок пожаротушения, при этом в работе [9] отмечается, что с целью обеспечения огнестойкости и устойчивости строительных конструкций при пожаре возможно использование систем водяного орошения, что успешно реализуется на международных нефтегазовых проектах во всем мире.

Принимая заданную надежность строительных конструкций Q_0 равным 10^{-4} в соответствии с таблицей Р1 ГОСТ Р 12.3.047-2012, а отношение отклонения предела огнестойкости к его целевой номинальной величине не превышающей 0,1 ($r = 0,1$) исходя из рекомендаций производителей огнезащитных покрытий по табл. 1 находим, что требуемый предел огнестойкости составляет 58 мин. Используя классификацию п.1 статьи 35 Федерального закона [1] принимаем требуемый предел огнестойкости конструкций равным 60 мин. Данный вывод справедлив и в случае, если пределы огнестойкости некоторых конструкций превышают величину требуемого предела, увеличенного на 10 % (т.е. 66 мин).

Полученные результаты были использованы в рамках разработки специальных технических условий по пожарной безопасности при проектировании Завода СПГ в части определения требуемых пределов огнестойкости для несущих конструкций технологических этажей и конструкций, для определения требуемых пределов огнестойкости несущих конструкций, обеспечивающих устойчивость и геометрическую неизменяемость сооружений, расположенных на расстоянии по горизонтали менее 30 м от стенов отгрузки СПГ, противопожарных преград, разделяющих открытые трансформаторы, противопожарных экранов, разделяющих на эстакадах технологические трубопроводы, преград, разделяющих кабели и трубопроводы противопожарного водоснабжения, кабелей систем противоаварийной и противопожарной защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространение пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям (ред. от 14.08.2020).
3. СП 231.1311500.2015. Обустройство нефтяных и газовых месторождений. Требования пожарной безопасности (ред. от 01.07.2015).
4. СП 240.1311500.2015. Хранилища сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности (ред. от 31.08.2015).
5. СП 326.1311500.2017. Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности (ред. от 01.01.2018).
6. ВУПП-88. Ведомственные указания по противопожарному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.
7. ГОСТ Р 12.3.047–2012. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.
8. RD 7874-7:2003. Application of fire safety engineering principles to the design of buildings. Probabilistic risk assessment. London, BSI, 2003.
9. Клементьев Б. А., Калач А. В., Порхачев М. Ю. Сравнительный анализ нормативных требований к огнестойкости строительных конструкций предприятий нефтегазового комплекса в России и США // Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации. Сборник материалов Дней науки с международным участием. 2021. С. 106-112.
10. Лагозин А. Ю., Шебеко Ю. Н., Леончук П. А., Клементьев Б. А., Самошин Д. А. Экспериментальное исследование процессов эвакуации и спасения людей при пожаре с этажерки технологической линии газоперерабатывающего завода // Безопасность труда в промышленности. — 2021. — № 6. — С. 69–74.
11. Присадков В. И. Надежность строительных конструкций при пожаре // Огнестойкость строительных конструкций: сб. тр. – М.: ВНИИПО, 1986. – С. 70-73.
12. Присадков В. И. Разработка методов выбора рациональных систем противопожарной защиты промышленных зданий: дис. ... д-ра техн. Наук. М., 1990. 290 с.
13. Шебеко Ю. Н., Шебеко А. Ю., Гилетич А. Н. Методы определения требуемых пределов огнестойкости строительных конструкций производственных объектов // Пожаровзрывобезопасность. 2018. Т.22, № 11. С. 51-57.

УДК 621.691

*М. А. Колбашов, О. А. Давиденко, Д. В. Филлипов, Е. Е. Елисеева,
А. В. Фетисов, В. А. Комельков*

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ С ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫМИ ПРИСАДКАМИ

Изучено влияние экологически чистых присадок на реологические свойства стандартных смазочных масел. Получены зависимости свойств масел от скорости сдвига и температурных условий.

Ключевые слова: смазочные масла, присадки, скорость сдвига.

*M. A. Kolbashov, O. A. Davidenko, D. V. Phillipov, E. E. Eliseeva,
A. V. Phetisov, V. A. Komelkov*

INVESTIGATION OF RHEOLOGICAL PROPERTIES OF LUBRICATING OILS WITH ENVIRONMENTALLY FRIENDLY ADDITIVES

The influence of environmentally friendly additives on the rheological properties of standard lubricating oils is studied. The dependences of the properties of oils on the shear rate and temperature conditions are obtained.

Key words: lubricating oils, additives, shear rate

Жидкие кристаллы обладают эффективным смазочным действием, которое объясняется адсорбцией молекул жидкого кристалла на поверхности трения и существованием упорядоченного расположения молекул. Применение чистых жидких кристаллов в качестве смазок затруднено, так как большинство жидких кристаллов при комнатной температуре находятся в твердофазном состоянии и имеют высокую стоимость. Поэтому они чаще применяют в качестве присадок к базовым смазочным маслам. Добавки жидких кристаллов в смазки различной природы в парах трения, образованных разными материалами, приводят к расширению диапазона нагрузок эксплуатации этих смазок, снижению коэффициента трения, повышению износостойкости пар трения, стойкости металлорежущего инструмента [1-4].

Важную информацию о трибологических свойствах масел могут дать реологические исследования. Изучение реологических характеристик позволяет расширить теоретические знания о возможности практического применения жидких кристаллов. Исследования кривых течения могут служить в качестве

средства выявления внутренней структуры анизотропной жидкости, выявления и регистрации изменений этой структуры при изменении внешних условия [2].

Из-за большого разнообразия возможных соединений холестерических жидких кристаллов исследования их влияния на свойства масел далеки от завершения. Перспективным может быть исследование присадок жидких кристаллов с высокими температурами фазового перехода в изотропное состояние. В настоящей работе приведены данные по изучению влияния концентрации некоторых трибологически перспективных присадок холестерических жидких кристаллов на реологические свойства стандартных смазочных масел.

Таблица 1. Физико-химические свойства исследуемых присадок [5]

Промышленное наименование	Название соединения	Химическая формула	Температура плавления °С	Температура превращений в мезоморфной фазе, °С	Превращения в изотропную жидкость, °С	Молекулярный вес, а.е.м.
X-16	Холестерилловый эфир олеиновой кислоты	$C_{45}H_{78}O_2$	50,5	47,5 (I→Ch) 42 (Ch→S)	–	650
X-18	Холестерилловый эфир ундециловой кислоты	$C_{38}H_{66}O_2$	92,5	90 (I→Ch) 81,9 (Ch→S)	91,5	554
X-25	Холестерилловый эфир п-хлорбензойной кислоты	$C_{34}H_{49}ClO_2$	165,0	–	199,5	524
X-26	Холестерил хлористый	$C_{27}H_{45}Cl$	97 (C→Ch)	–	62	404
X-37	Холестерилловый эфир п-(октилокси)-бензойной кислоты	$C_{42}H_{66}O_3$	138 (C→S)	171,5 (S→Ch)	200,5	618
X-68	Холестерилловый эфир п-(додецилокси)-бензойной кислоты	$C_{46}H_{74}O_3$	128,5 (C→S)	179,5 (S→Ch)	195,5	674

Экспериментальная часть

На основе анализа физико-химических свойств известных, выпускаемых промышленностью жидких кристаллов в качестве высокотемпературных присадок для исследования были выбраны три присадки холестерилловых эфиров бензойной кислоты с различными заместителями:

- холестерилловый эфир п-(октилокси)-бензойной кислоты (X-37),
- холестерилловый эфир п-(додецилокси)-бензойной кислоты (X-68),
- холестерилловый эфир п-хлорбензойной кислоты (X-25).

Данные соединения обладают повышенными температурами перехода в мезофазу и в изотропную жидкость по сравнению с другими кристаллами. Свойства представлены в табл.1.

Кроме выбранных трех веществ для исследования были взяты также еще три эфира, интересные с точки зрения их трибологических свойств. Присадка холестерил хлористого (X-26), как и присадка (X-25) может быть интересна как противозадирная присадка, поскольку молекула содержит активный атом хлора. Холестерилловый эфир олеиновой кислоты (X-16), как производная олеиновой кислоты должна обладать сильными поверхностно активными свойствами и, следовательно, быть хорошей противоизносной присадкой [1,3]. Холестерилловый эфир ундециловой кислоты (X-18) выбран в качестве сравнительной присадки. Подробное исследование присадок холестерилловых эфиров некоторых карбоновых кислот приведено в работе [1].

В качестве базовых смазочных масел были выбраны по два типа наиболее распространенных масел из каждой группы [1, 4]: индустриальные масла И-20А, И-40А и моторные М-8В, М-10Г2К, трансмиссионные ТМ-4-18, ТМ-5-18, режущие СП-4, ГСВ-1.

Для исследования растворимости присадок в базовом масле применена следующая методика. Путем растворения присадки в нагретом на водяной бане базовом масле при температуре 95...100 °С приготавливались растворы с концентрациями 1.0, 2.0 и 3.0 масс. %. На стадии охлаждения растворов до 0 °С со скоростью 1...2 град/мин фиксировали температуру начала выпадения осадка. По результатам исследований строилась фазовая диаграмма «температура-концентрация присадки», позволяющая прогнозировать концентрацию раствора при температурах ниже нуля.

Исследование реологических свойств смазочных композиций с присадками холестерилловых эфиров: скоростной и температурной зависимости вязкости проводилось при помощи программируемого вискозиметра Брукфилда DV-II+PRO с циркуляционной жидкостной баней модели Brookfield TC-102D. Каждый реологический эксперимент на ротационном вискозиметре приводили со свежеприготовленным образцом. Систему первоначально выдерживали на протяжении 10 минут при постоянной скорости сдвига. Измерения начинали при максимальной скорости сдвига и продолжали, ступенчато снижая её. В основном начинали с 200 с⁻¹ и ступенчато снижали скорость как задано на приборе. Температурные режимы выбрали при 20 °С, 40 °С, 60 °С и в некоторых случаях при 80 °С. При каждом значении скорости сдвига регистрировали величины крутящего момента, вязкости, напряжения сдвига и температуры. Исходными экспериментальными данными для анализа реологического поведения исследуемых масел с присадками стали данные по скоростной зависимости вязкости образцов. Также производили измерения температурной зависимости вязкости.

Результаты исследований растворимости присадок в базовых маслах приведены в табл. 2. Оказалось, что два холестероловых эфира Х-16, Х-26 хорошо растворяются в базовых маслах во всем исследуемом температурном диапазоне. Холестероловые эфиры бензойных кислот Х-25, Х-37, Х-68 напротив, имеют ограниченную растворимость. Присадка Х-18 ограниченно растворима только в трансмиссионных маслах. На основании анализа фазовых диаграмм были установлены предельные концентрации присадки при температурах.

Таблица 2. Предельные концентрации исследуемых присадок в базовых маслах при температуре застывания и 20 °С

Базовое масло	Температура застывания, °С	Оценка предельной концентрации присадки при температуре застывания, масс. %				Оценка предельной концентрации присадки при 20 °С, масс. %			
		Х-18	Х-25	Х-37	Х-68	Х-18	Х-25	Х-37	Х-68
И-20А	– 15	Р	0,6	0,5	0,6	Р	1,5	1,5	1,25
И-40А	– 15	Р	0,1	0,25	0,5	Р	2	1,75	1,5
М-8В	– 25	Р	Н	0	0,3	Р	1,8	2,1	1,5
М-10Г2К	– 18	Р	Н	0,25	0,2	Р	1,9	1,75	1,6
ТМ-4-18	– 20	Н	Р	Н	Н	2,1	Р	2,25	2
ТМ-5-18	– 25	Н	Р	Н	Н	2,2	Р	2,25	2
СП-4	нет данных	Р	Р	Р	Р	Р	2,25	2,5	2,1
ГСВ-1	нет данных	Р	Р	Р	Р	Р	1,6	1,75	1,5

Р – присадка растворима в области исследованных концентраций до 3 масс. %

Н – присадка нерастворима при указанных температурах

В результате исследования вязкости масел с присадками были установлены следующие закономерности. Введение присадок холестеролов в маловязкие индустриальные, режущие и моторные масла изменяет вязкость масел. Степень влияния тем больше, чем меньше других присадок в исходном масле. Показано, что для более вязких трансмиссионных масел введение новых присадок практически не оказывает влияния на реологические свойства. Это связано с тем, что данные масла уже содержат определенный пакет базовых присадок, который и формирует их реологические свойства. Установлено, что влияние присадок проявляется только в области низких температур – 20 и 40 °С. При 60 °С добавление присадок практически не изменяет величину вязкости и характера течения масла. Для индустриальных и режущих масел при содержании присадок до 1...2 масс.% вязкость жидкости растет пропорционально содержанию

присадки. Так при температуре 40 °С содержание присадки около 1 масс.% приводит к увеличению вязкости промышленных масел на 10...15%. Присадки с большим молекулярным весом и размером молекулы, как правило, более сильно увеличивают вязкость по сравнению с присадками меньшего размера и веса.

Анализ влияния присадок на зависимость напряжения сдвига от скорости сдвига (рис. 1) показывает, что при введении присадки характер течения также существенно не изменяется. Отмечается незначительное увеличение степени псевдопластичности, что подтверждается данными литературы [2].

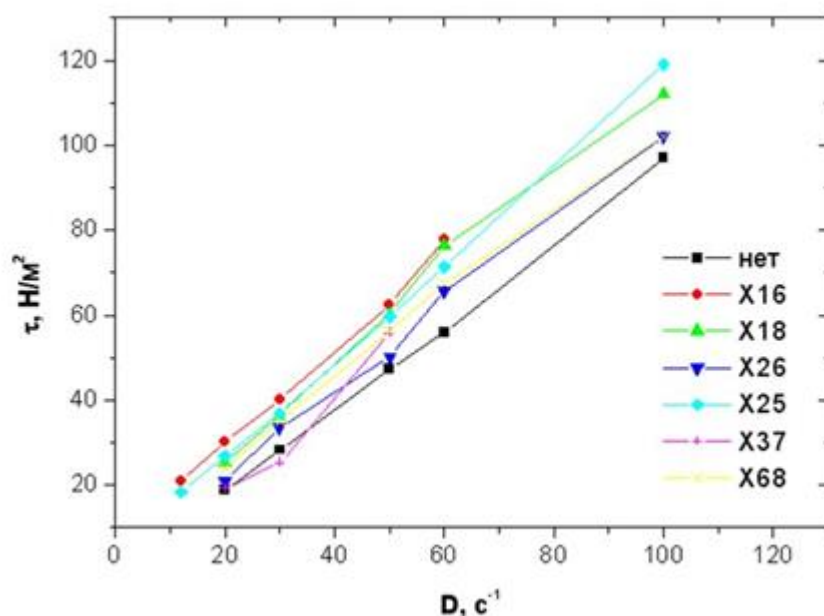


Рис. 1. Влияние присадок на зависимость напряжения сдвига от скорости сдвига в масле И-40А при температуре 40 °С

Выводы

Холестерилловые эфиры бензойной кислоты с различными заместителями – X-25, X-37 и X-68 являются частично растворимыми в смазочных маслах – до 1...2 масс.% при комнатной температуре. Поэтому их применение в качестве трибологических присадок является проблематичным.

В тоже время присадки других холестериков – X-16, X-18 и X-25 являются полностью совместимыми с базовыми маслами, что подтверждает их перспективу для успешного применения в составе смазочных материалов на нефтяной основе.

Введение присадок в маловязкие промышленные и режущие масла незначительно на величину 10 % увеличивает вязкость, не меняя характер реологии жидкости. Для более вязких трансмиссионных масел влияние присадок незначительное.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по триботехнике. Под общ. ред. М. Хебды и А.В. Чичинадзе. М.: Машиностроение. Т.2.1990. 420с.
2. Ермаков С. Ф. , Родненков В.Г., Белоенко Е.Д., Купчинов Б.И. Жидкие кристаллы в технике и медицине. Мн.: ООО «Асар», М.: ООО «ЧеРо», 2002. 412с
3. А.с. 601304 (СССР) Смазочно-охлаждающая жидкость для механической обработки металлов / Р.И. Карабанов, В.Н. Латышев, И.Г. Чистякова, В.М. Чайковский. Опубл. в Б.И.1978. № 13.
4. Топлива, смазочные материалы и технические жидкости. Ассортимент и применение: Справочник под ред. В.М. Школьников. М.: Издательский центр «Техинформ», 1999. 596с.
5. Demus D., Demus H., Zschke H. Flussige kristalle in tabellen. Leipzig. VEB Deut. Verlag, 1974. 356 s.

УДК (083.7)614.84:631.842.4

Е. Г. Коробейникова

ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЗРЫВНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

Термическое разложение нитрата аммония может протекать по нескольким механизмам. Рассчитаны энергетические характеристики этих процессов, проведено сравнение этих показателей с другими взрывчатыми веществами.

Ключевые слова: аммиачная селитра, термическое разложение, энергетические характеристики

E. G. Korobeinikova

ENERGY CHARACTERISTICS OF EXPLOSIVE DECOMPOSITION OF AMMONIUM NITRATE

Thermal decomposition of ammonium nitrate can proceed by several mechanisms. The energy characteristics of these processes are calculated, and these indicators are compared with other explosives.

Keywords: ammonium nitrate, thermal decomposition, energy characteristics

Аммиачная селитра (нитрат аммония NH_4NO_3) – одно из самых распространенных минеральных удобрений, мировое производство которого превы-

шает 40 млн т в год [1]. Не менее важной областью использования этого вещества является производство промышленных взрывчатых веществ. В зависимости от назначения селитру выпускают двух марок: А - для промышленности; Б - для сельского хозяйства.

Чистая аммиачная селитра – негорючее вещество, относительно мало чувствительна к трению, ударам, сохраняет устойчивость при попадании искр различной интенсивности. Несмотря на то, что нитрат аммония не способен к самораспространяющемуся горению на воздухе, вещество относят к негорючим, представляющим пожарную опасность как окислитель. Являясь окислителем, нитрат аммония может способствовать возникновению пожара и усиливать возгорание горючих материалов. Аммиачная селитра способна взрываться только под действием сильного детонатора или при термическом разложении в определенных условиях, поэтому вещество может быть отнесено к классу взрывчатых веществ (ВВ), обладающих определенными энергетическими характеристиками.

Термическое разложение нитрата аммония может протекать по нескольким механизмам.

При длительном нагревании до температуры 110⁰С нитрат аммония разлагается с образованием аммиака и азотной кислоты.

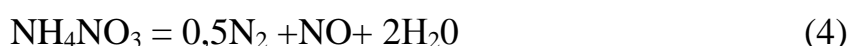
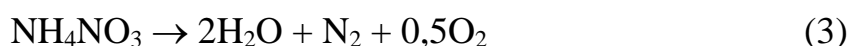


Дальнейшее нагревание приводит к разложению аммиачной селитры с образованием оксида азота (I) и воды:

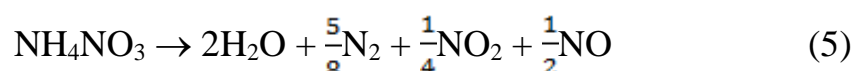


Нагрев аммиачной селитры в замкнутом объеме или в объеме с ограниченным выходом газов чрезвычайно опасен, поскольку при термическом разложении селитры образуются горючие газы и возможно образование газа, поддерживающего горение – кислорода.

В этих случаях разложение аммиачной селитры может протекать по нескольким механизмам:

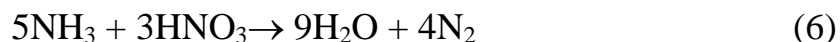


Разложение при взрыве преимущественно описывается реакцией [2]:



Аммиак, который образуется в начальный период термического разложения селитры, участвует во вторичных реакциях окисления до молекулярного азота.

Так, при температуре 260⁰С и выше возможна реакция



В результате вторичных реакций резко увеличивается давление газовой смеси в замкнутом объеме за счет образования газообразных веществ, и процесс разложения может закончиться взрывом.

При интенсивном нагревании аммиачной селитры до 220-240 °С ее распад может сопровождаться вспышками расплавленной массы.

Таким образом, при сильном нагревании аммиачная селитра разлагается, выделяя при этом токсичные газы, горючие газы и кислород, который поддерживает горение.

Взрывчатые вещества могут быть описаны рядом расчетных параметров.

Энергетическими характеристиками взрывчатых веществ называются физические величины, характеризующие работу продуктов взрывчатого превращения [3]. К энергетическим характеристикам ВВ относятся:

- кислородный баланс (K_B);
- кислородный коэффициент (KK);
- потенциал взрывчатого вещества (Π);
- температура взрывчатого превращения (t);
- сила взрывчатого вещества (f);
- параметр расширения (Θ);

Кислородный баланс K_B , % – отношение избытка или недостатка кислорода в составе ВВ, необходимого для полного окисления всех горючих элементов (водорода, углерода, металлов и т.п.), к массе данного ВВ.

Кислородный баланс аммиачной селитры является положительным и составляет $K_B(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 20$ %.

Даже незначительная добавка горючих веществ снижает кислородный баланс в сторону нулевого значения, что существенно увеличивает опасность аммиачной селитры, поскольку максимальное количество энергии при разложении и взрыве характерно для взрывчатых веществ с нулевым кислородным балансом. Так, для смеси а 98 % аммиачной селитры и 2 % солярового масла значение кислородного баланса составит

$$K_B(\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{C}_{16}\text{H}_{34}) = 12,7 \text{ \%}.$$

Кислородный коэффициент отражает истинное соотношение горючего и окислителя в молекуле и характеризует *степень насыщенности молекулы* кислородом. Аммиачная селитра относится к взрывчатым веществам с количеством кислорода, достаточным для полного окисления горючих элементов, ее кислородный коэффициент $KK = 1,5 > 1$.

Теплота, объем, температура и давление газов при взрыве ВВ зависят от состава образующихся продуктов взрыва и их количества.

Состав продуктов взрыва и реакции превращения промышленных ВВ в значительной степени определяются их кислородным балансом и кислородным индексом.

Расчет теплового эффекта реакций взрывного разложения (Q_p , кДж/моль) и низшей теплоты разложения (Q_n , кДж/кг) позволяет выявить наиболее вероятный путь термического разложения (табл.1).

Таблица 1. Тепловой эффект реакций разложения аммиачной селитры

Реакции	Q_p , кДж/моль	Q_n , кДж/кг
(1) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow \text{NH}_3 + \text{HNO}_3$	- 185,5	- 2320,0
(2) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}$	36,3	453,8
(3) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 + 0,5\text{O}_2$	117,9	1473,8
(4) $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 0,5\text{N}_2 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	27,7	346,3
(5) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \frac{5}{8}\text{N}_2 + \frac{1}{4}\text{NO}_2 + \frac{1}{2}\text{NO}$	64,3	803,8

Расчет показывает, что наибольшую опасность представляет взрывное разложение аммиачной селитры по механизмам (3) из-за выделения свободного кислорода и (5).

Тепловые эффекты реакций термического разложения нитрата аммония определяют значение параметров теплоты взрыва (Q_v , кДж/кг), потенциала ВВ (Π , кДж/кг) (табл. 2).

Таблица 2. Теплота взрыва и потенциал ВВ

Реакции	Q_v , кДж/моль	Π , кДж/кг
(2) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}$	38,1	476,3
(3) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 + 0,5\text{O}_2$	120,0	1500,0
(4) $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 0,5\text{N}_2 + \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$	29,8	372,5
(5) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \frac{5}{8}\text{N}_2 + \frac{1}{4}\text{NO}_2 + \frac{1}{2}\text{NO}$	66,4	830,0

Для преимущественно протекающих реакций (3) и (5) рассчитаны температура взрыва ($T_{\text{взр}}$), сила взрывчатого вещества (f) (табл. 3), удельный объем газообразных веществ (ω) и параметр расширения (Θ) (табл. 4).

Таблица 3. Температура взрыва и силы ВВ

Реакции	$T_{\text{взр}}$, К	f , кДж/кг
(3) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 + 0,5\text{O}_2$	1590	578,3
(5) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \frac{5}{8}\text{N}_2 + \frac{1}{4}\text{NO}_2 + \frac{1}{2}\text{NO}$	1117	421,4

Таблица 4. Удельный объем газообразных веществ и параметр расширения

Реакции	ω , м ³ /кг	f , кДж/кг
(3) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2 + 0,5\text{O}_2$	0,98	0,319
(5) $\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \frac{5}{8}\text{N}_2 + \frac{1}{4}\text{NO}_2 + \frac{1}{2}\text{NO}$	1,02	0,363

Сравнение энергетических характеристик нитрата аммония (для реакции 3) и других взрывчатых веществ показывает, что по большинству показателей аммиачная селитра уступает и тротилу, и тринитроглицерину (табл.5). Однако сочетание различных факторов, а именно таких как положительный кислородный баланс, большой объем образующихся газообразных продуктов разложения с другими параметрами позволяет объяснить чрезвычайную опасность нагрева аммиачной селитры в замкнутом объеме или в объеме с ограниченным выходом газов, которые образуются при ее термическом разложении.

Таблица 5. Энергетические характеристики некоторых ВВ

Характеристики ВВ	Взрывчатые вещества		
	Нитрат аммония	Тротил	Тринитроглицерин
Кислородный баланс КБ, %	20	-74	3,5
Кислородный коэффициент КК	1,5	0,36	1,06
Теплота взрыва Q_v , кДж/кг	1473,8	4022,4	6207,3
Температура взрыва, К	1590	3300	2770
Удельный объем газообразных продуктов, м ³ /кг	0,98	0,69	0,76
Сила ВВ (f), кДж/кг	578,3	819	932
Параметр расширения θ	0,319	0,220	0,200

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мировой рынок минеральных удобрений [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=2247 (дата обращения: 14.09.2021).
2. *Вогман Л. П.* и др. Особенности пожаровзрывоопасных свойств аммиачной селитры, способы ее тушения и особенности хранения. Актуальные вопросы пожарной безопасности, 2020, № 2(4), с. 5-16.
3. *Шевцов Н. Р., Таранов П. Я., Левит В. В., Гудзь А. Г.* Разрушение горных пород взрывом: Учебник для вузов. – 4-е издание переработанное и дополненное – Донецк:, 2003. – 253 с.

УДК 544.2:544-971; 544.344; 669

*А. С. Криворогова^{1,2,3}, С. А. Ильиных², Б. Р. Гельчинский²,
В. А. Крашанинин², Н. О. Девяткин³*

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение Судебно-экспертное учреждение Федеральной противопожарной службы Испытательная пожарная лаборатория по Свердловской области

²Институт металлургии Уральского отделения РАН

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Уральский институт Государственной противопожарной службы

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМОНАПЫЛЕННЫХ КОМБИНИРОВАННЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОКРЫТИЙ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ И АГРЕССИВНЫХ СРЕДАХ

Предложенный способ плазмохимической обработки стальных поверхностей может использоваться для защиты металлического оборудования и трубопроводов, которые подвергаются высокотемпературному воздействию, а также находятся в химически агрессивных средах.

Ключевые слова: пирофорные отложения, сернистые нефти, коррозия, плазменное напыление, комбинированное многокомпонентное покрытие, соляной туман, трибологические характеристики.

*A. S. Krivorogova, S. A. Ilinykh, B. R. Gelchinskiy,
V. A. Krashaninin, N. O. Devyatkin*

APPLICATION OF PLASMA-DUSTED COMBINED MULTICOMPONENT COATINGS IN EXTREME CONDITIONS AND AGGRESSIVE ENVIRONMENTS

The proposed method of plasma-chemical treatment of steel surfaces can be used to protect metal equipment and pipelines that are exposed to high-temperature exposure, as well as are located in chemically aggressive environments.

Keywords: pyrophoric deposits, sulfurous oils, corrosion, plasma spraying, combined multicomponent coating, salt mist, tribological characteristics.

Во всех нефтегазодобывающих предприятиях практически невозможно полностью защитить трубопроводы, арматуру и различные металлические поверхности от контакта с элементарной серой и сернистым водородом.

На поверхности оборудования, трубопроводов при добыче и транспортировке сернистой нефти образуются пирофорные отложения, так как сернистый водород в парах нефти, в нефтяном газе, а так же элементарная сера, растворенная в нефти, приводят к коррозии металла. Пирофорные отложения представляют собой смесь сернисто-водородной коррозии, механических примесей и органических смолистых веществ, которые покрывают поверхность металлических изделий в виде черного осадка. При взаимодействии с кислородом сульфиды железа окисляются, в результате чего выделяется тепло и в следствии происходит нагрев до критических температур. Что влияет на самовозгорание пирофорных отложений и может в последствии привести к взрыву.

Проводимых комплексов мер по очистке от коррозии недостаточно для защиты оборудования от образования пирофорных отложений.

Для того, чтобы предотвратить образование пирофорных отложений при добыче сернистой нефти применяются насосно-компрессорные трубы, которые изготавливают из материалов, стойких к сернистому водороду.

Что бы предотвратить самовозгорание пирофорных отложений необходимо внутренние поверхности трубопроводов защитить антикоррозионным материалом, стойким к износу [1-5].

Создан способ получения комбинированного многокомпонентного покрытия на стальные изделия, эксплуатируемые в агрессивных условиях [6].

Данное плазмонапыленное покрытие предназначено для защиты металлических конструкций и оборудования, подвергающихся воздействию агрессивных сред и экстремальному внешнему воздействию, такому как твердые частицы в потоках газов или жидкости.

В качестве образца для лабораторных испытаний использовали стальные пластинки марки 08пс (ГОСТ 16523) размером 75x150x1 мм., предварительно подготовленные с помощью метода струйно-абразивной очистки, в начале обезжиренным растворителем по ГОСТ 8832.

Покрытие состоит из трех слоев:

1. Методом дозвукового плазменного напыления наносится механическая смесь металлического порошка 40% ПТ-НА-0.1, 30% Al, 30% Zn.

2. Для усиления антикоррозионной защиты основного металла изделия и уменьшения пористости первого слоя покрытия методом пневматического распыления сжатым воздухом наносится цинконаполненная композиция на эпоксидной основе лакокрасочного материала (ЛКМ) – ЦИНЭП. Перед нанесением второго слоя образцы прогревались до 50-70°C.

3. Для защиты первых двух слоев от механических воздействий, кавитации, высоких температур методом сверхзвукового плазменного напыления наносится самофлюсующийся порошок марки ПР-Н70Х17С4Р4.

Толщина покрытия составляет 120-150 мкм. Толщину определяли магнитным толщиномером Mini Test 600 В по ГОСТ Р 51694.

После нанесения покрытия ((40% никель-алюминий ПТ-НА-0.1, 30% алюминий Al, 30% цинк Zn) + ЦИНЭП + порошок ПР-Н70Х17С4Р4) (Рис. 1) были проведены лабораторные испытания.

Для определения защитных свойств покрытий использовали камеру соляного тумана Q-FOG/SSP/600. Испытания проводились по стандартному испытательному тесту ASTM В117. Для формирования солевого тумана использовали 5% водный раствор NaCl, с рН 6,5-7,2. Испытания проводились при температуре 35⁰С. Время испытаний – до появления видимых повреждений покрытий. В качестве критерия качества покрытий принимался внешний вид покрытий, который характеризовал защитные свойства. Внешний вид покрытий, в ходе испытаний, оценивали и контролировали по ГОСТ 9.407-84. Результаты испытаний защитных свойств покрытия приведены в табл. 1.



Рис. 1. Комбинированное многокомпонентное покрытие (40% ПТ-НА-0.1-30% Al-30% Zn) +ЦИНЭП+ ПР-Н70Х17С4Р4

Таблица 1. Защитные свойства покрытий при испытании в камере соляного тумана

№ обр.	Вид оценки	7303 672 ч	7631 1000 ч	7790 1159 ч	7921 1290 ч	8194 1563 ч	8337 1706 ч	8947 2316 ч	9105 2474 ч	9154 2523 ч	9498 2867 ч
1	Вид и степень разрушения ¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	A3 ²⁾ , балл	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	A3 количеств.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

¹⁾ по ГОСТ 9.407-84 обозначение оценки каждого вида разрушения состоит из условного вида разрушения (П-пузыри, К-коррозия и т.д.) и дроби;

²⁾ АЗ – обобщенная оценка внешнего вида покрытий по комплексу изменений защитных свойств (вид разрушения, площадь разрушения, размер разрушения).

Комбинированное покрытие (40% ПТ-НА-0.1, 30% Al, 30% Zn) + (ЦИНЭП) + ПР-Н70Х17С4Р4 обладает высокими защитными свойствами и обеспечивает наименьшую интенсивность протекания коррозионного процесса. Покрытие образца 1 сохраняло защитные свойства без изменений в камере соляного тумана в течение 2867 часов.

Покрытие обладает хорошей адгезией и высокими антикоррозионными свойствами по результатам испытаний. Они имеют хорошие протекторные

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ:
V МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

свойства: в царапине - дефекте отсутствует ржавчина, значит они осуществляют защиту стали по катодному механизму.

В табл. 2, 3 приведены результаты исследований механических свойств стали марки 08пс с комбинированным многокомпонентным покрытием (40% ПТ-НА-0.1, 30% Al, 30% Zn) + (ЦИНЭП) + ПР-Н70Х17С4Р4 (таблица 2, 3), которые подтверждают высокие трибологические характеристики, полученного покрытия.

Таблица 2.

№	Покрытие	Толщина, мм	Мощность, кВт	Пористость, %	Твердость, НРС
1	(40% ПТ-НА-0.1, 30% Al, 30% Zn) + (ЦИНЭП) + ПР-Н70Х17С4Р4	120-150	45-50	2-3	65

Таблица 3.

№	Покрытие	D контргрела, м	Время истирания, мин.	Вес образца, г.	Потеря веса, г.	Нагрузка на образец, Н	Момент трения, Н*м	Скорость вращения, об/мин.	Коэф. трения
1	(40% ПТ-НА-0.1, 30% Al, 30% Zn) + (ЦИНЭП) + ПР-Н70Х17С4Р4	0,049	0	83,570	-	-	1,650	-	0,339
			15	83,555	0,015	200		850	
			30	83,550	0,005	200		850	
			45	83,540	0,010	200		850	
			60	83,535	0,005	200		850	

Опробование полученных комбинированных многокомпонентных покрытий проведено на деталях трубопроводов и дорожных ограждениях.

Выводы:

Полученное комбинированное многокомпонентное покрытие (40% ПТ-НА-0.1, 30% Al, 30% Zn) + (ЦИНЭП) + ПР-Н70Х17С4Р4 позволяет в разы улучшить физико-механические и защитные свойства металлического оборудования, нефтепроводов, увеличить коррозионную стойкость металла, уменьшить повреждаемость и окисление покрытия и при этом сохранять протекторные свойства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Элияшевский И. В. Технология добычи нефти и газа. – М.: Недра, 1976. 256 с.

2. *Ионин А. А.* Газоснабжение: учебник / под ред. А.А. Широковой. – М.: Транспортная компания, 2016. – Репринтное воспроизведение издания 1989 г. – 4-е изд., перераб и доп. – 440 с.

3. *Борисов Ю. С., Харламов Ю. А., Сидоренко С. Л., Ардамовская Е. Н.* Газотермические покрытия из порошковых материалов. Киев: Наукова думка. 1987. 543 с.

4. *Krivorogova A. S., Ilinykh N. I., Ilinykh S. A. and Gel'chinskii B. R.* Theoretical and Experimental Study of Nickel-Based Self-Fluxing Materials // Russian Metallurgy (Metally), Vol. 2020, No. 8, pp. 853–858.

5. *Криворогова А. С., Ильиных Н. И., Ильиных С. А., Гельчинский Б. Р.* Исследование поведения самофлюсующихся сплавов Ni-C-Cr-Si-B в экстремальных условиях системы // Многофазные системы, 2020, № 1–2, с.56.

6. *Гельчинский Б. Р., Ильиных С. А., Крашанинин В. А., Криворогова А. С.* ПАТЕНТ на изобретение № 2741040 от 22.01.2021 «Способ получения защитного покрытия».

УДК 546.36

С. И. Ксенофонов¹, О. В. Васильева², А. Н. Лепяев³

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 САЖИ В ИЗЛУЧЕНИИ ПЛАМЕНИ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ СОСТАВОВ

Изучена структура пламени пиротехнического состава, содержащего сажу. Показано, что образовавшаяся в пламени сажа увеличивает силу излучения пламени в ближнем инфракрасном диапазоне спектра в несколько раз.

Ключевые слова: пиротехнический состав, пламя, температура, сила излучения, углеродные наноструктуры, труба.

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

THE ROLE OF SOOT IN THE FLAME EMISSION OF PYROTECHNIC COMPOSITIONS

The structure of the flame of a pyrotechnic composition containing soot has been studied. It is shown that the soot formed in the flame increases the intensity of the flame emission in the near infrared range of the spectrum by several times.

Keywords: pyrotechnic composition, flame, temperature, intensity of emission, carbon nanostructures, tube.

При горении конденсированных систем различают химические реакции на поверхности горения, в дымогазовой и газовой зонах. Протяженность каждой зоны зависит от природы горючего вещества и окислителя, внешних условий – давления, начальной температуры. Пиротехнические составы обладают отрицательным кислородным балансом и полнота превращения исходных продуктов горения в конечные всегда меньше единицы. Углеводородные горючие, как правило, выделяют сажу и доля излучения коптящего пламени увеличивается. При химических реакциях, происходящих в пламени, имеет место, как равновесное, так и неравновесное излучение. Равновесное излучение, определяемое законом излучения Планка, простирается в широком частотном диапазоне.

Величину энергии излучения рассчитывают по закону Стефана-Больцмана. Приборный измерительный парк охватывает ограниченный частотный диапазон. По этому признаку различают приборы полного излучения, неполного излучения, двухцветные и монохроматические. Приборы измеряют энергию, мощность излучения или температуру. Основная методическая погрешность при измерениях заключается в незнании степени черноты объекта измерения. Неравновесное излучение является селективным и проявляется при определенных частотах или же охватывает узкий частотный диапазон спектра, образуя полосы излучения.

Целью исследований является изучение влияния сажи на излучение пламени.

Объектом исследования является пламя пиротехнического состава на основе порошков магния, неорганического окислителя и ароматических веществ.

Методы исследования:

- 1) метод фотопирометрии с применением информационно коммуникационных технологий для определения распределения температуры в пламени;
- 2) метод пробоотбора конденсированных дисперсных частиц продуктов горения;
- 3) методы анализа проб продуктов горения: эллипсометрия, ИК–Фурье спектроскопия, оптическая и электронная сканирующая микроскопия.

Экспериментальная установка и методика проведения исследований.

Модельные пиротехнические составы изготавливались путем тщательного перемешивания порошков магния, неорганического окислителя и ароматических веществ, взятые в определенных пропорциях, запрессовывались в картонную оболочку диаметром 20 мм под удельным давлением 1000 кГ/см². Образцы сжигались при комнатных условиях. Процесс горения регистрировался на видеокамеру со скоростью съемки 25 кадр/с.

Фотопирометрический метод исследования структуры пламени реализован на анализе изображения пламени с помощью разработанных программных средств [1]. Перед объективом видеокамеры устанавливались комбинированные светофильтры НС-12 и ИКС-1. ПЗС-матрица видеокамеры регистрировало изображение пламени в узком диапазоне длин волн 0,9 – 1,1 мкм. Яркость изображения пламени сравнивалось яркостью изображения нити накала галогенных ламп, помещенных в кадр изображения. Программные средства позволяли находить распределение температуры по поверхности пламени и получить распределение температуры по высоте пламени.

Пробоотбор конденсированных продуктов горения производился методом проноса стеклянных подложек через пламя. При скорости проноса 20 см/с подложки не успевали нагреться, а продукты горения «замораживались». Поверхности пробоотборника в дальнейшем изучались на оптическом и электронном сканирующем микроскопах.

Пробы также изучались на эллипсометре Smart SE для получения оптических постоянных продуктов горения. Эллипсометр позволяет определять действительную и мнимую части показателя преломления в отраженных лучах в широком диапазоне спектра. Инфракрасный Фурье-спектрометр ФСМ-1201 позволяет выделять органические соединения в объеме пробы путем поглощения лучей в широком частотном диапазоне от 4000 до 500 см⁻¹.

С помощью оптического микроскопа в сочетании с программными средствами можно изучить дисперсные частицы в пробе – получить функцию распределения частиц по размерам, оценить форму частиц [2]. Предельное разрешение микроскопа определяется длиной волны света и составляет 0,4 мкм. Электронный сканирующий микроскоп имеет большее пространственное разрешение. С помощью него можно увидеть морфологию частиц, изучить элементный состав пробы и получить распределение элементов в пробе.

Экспериментальные результаты и их обсуждение.

Изображения пламени в видимом и инфракрасном диапазонах спектра приведены на рис. 1. Яркость изображения пламени сильно зависит от спектрального диапазона и его ширины.

Программные средства позволяют получить распределение температуры по высоте пламени (рис. 2). Максимальная температура, равная 2206 К, достигается на высоте 20 мм над поверхностью горения.

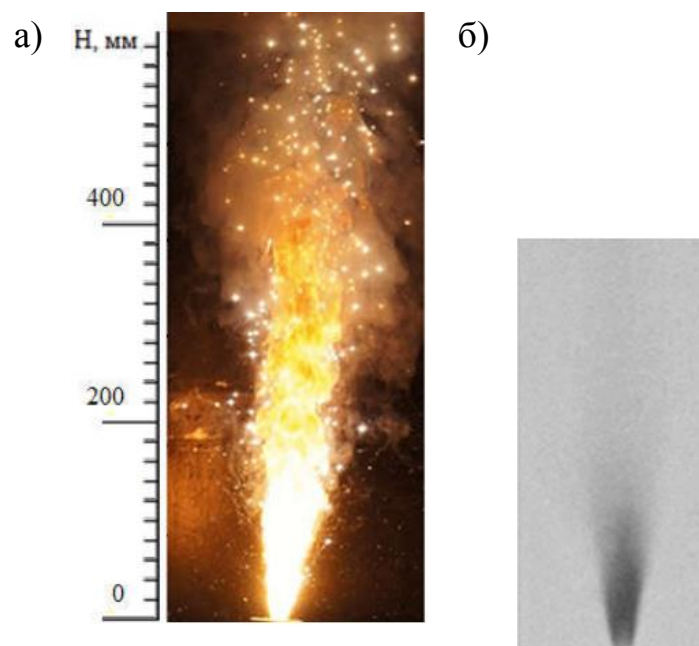


Рис. 1. Изображения пламени:

а) – прямая съемка; б) – съемка через инфракрасный светофильтр

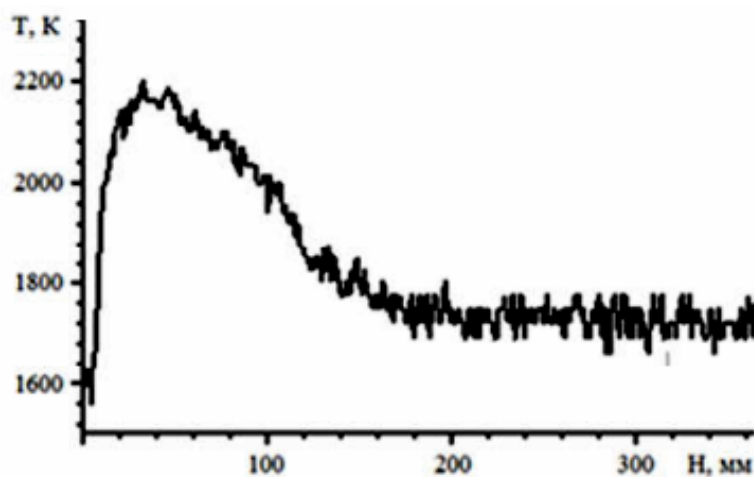


Рис. 2. Распределение температуры по высоте пламени

С увеличением высоты температура пламени уменьшается до 1750 К и сохраняется до значительных высот. В высокотемпературной протяженной зоне продолжается горение металла. Сила излучения, определяемая произведением яркости на площадь излучения, достигает до 2570 Вт/ср в диапазоне длин волн 0,8 – 1,3 мкм. Пламя модельного состава, состоящего из порошков магния и неорганического окислителя, имеет силу излучения, равную 370 Вт/ср. Добавки сажи (ПМ-15) в состав до 30 % увеличивают силу излучения пламени до

525 Вт/ср. Сильное излучение пламени в ближнем инфракрасном диапазоне спектра говорит о существовании других излучателей, содержащих сажу.

Оптические постоянные продуктов горения описываются уравнением:

$$m = 2,00 + i \cdot 1,869.$$

Графики изменения действительной и мнимой составляющей показателя преломления в зависимости от длины волны приведены на рис. 3. Значение мнимой составляющей, равной 1,869, говорит о сильной поглощающей способности пробы. Аналогичные значения получены для продуктов горения топлив в работах Блоха [3], Теснера [4]. В обзорной работе Борена и Хафмена обсуждаются свойства прозрачных частиц с включениями углерода [5].

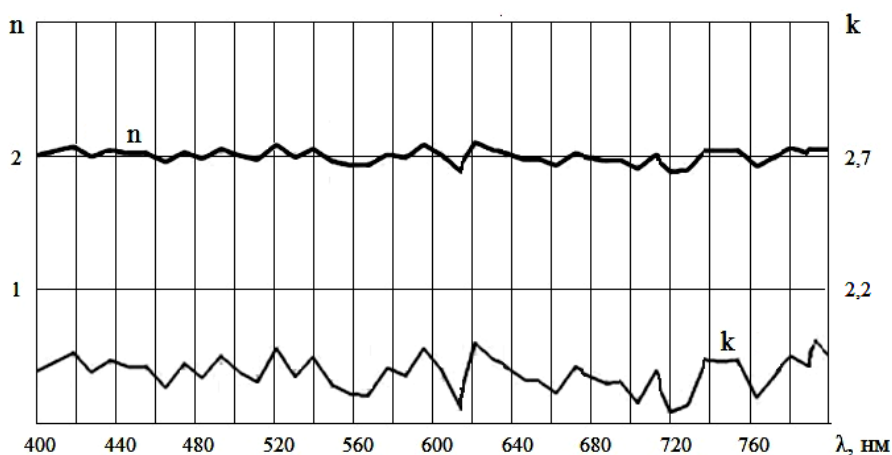


Рис. 3. Оптические постоянные продуктов горения

Органические соединения, обнаруженные в продуктах горения методами инфракрасной Фурье-спектроскопии и идентифицированные по справочникам, приведены на рисунке 4. Наличие осколков молекул ароматических соединений говорит о значительных превращениях в пламени. В инфракрасном спектре можно выделить гидроксильные группы $-OH$, проявляющие на частотах $3500-3300 \text{ см}^{-1}$ в виде широкой интенсивной полосы поглощения. Полосы поглощения, относящиеся к валентным колебаниям $-CH_2$ и $-CH_3$ групп, наблюдаются в области частот $2980-2820 \text{ см}^{-1}$ и $2985-2850 \text{ см}^{-1}$ соответственно, деформационные колебания $-CH=CH_2$ групп $-1410-1420 \text{ см}^{-1}$ проявляются в виде пиков на фоне интенсивного поглощения. Все эти полосы поглощения наблюдаются в диапазоне длин волн от 2,5 до 20 мкм.

Микроскопические исследования показали, что в центральной зоне пламени существуют сложные частицы, покрытые сажей. Среди них выделяются длинные ветвистые волокна неправильной формы (рис. 5).

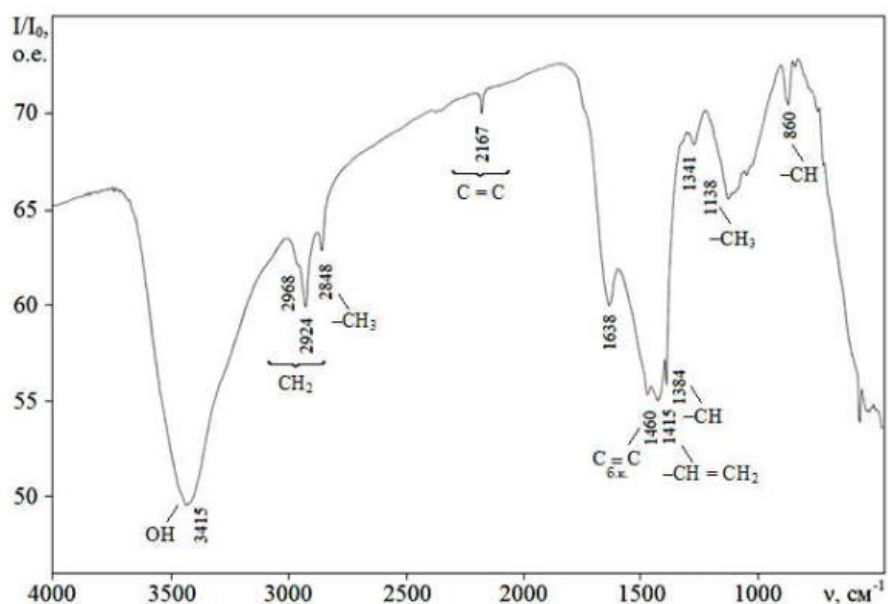


Рис. 4. ИК–спектр поглощения продуктами горения.
Высота проноса пробоотборника над поверхностью горения $h = 140$ мм

Рождение и рост этих частиц происходит, начиная с поверхности горения состава. На больших высотах $h \geq 400$ мм прозрачность пламени увеличивается (рис. 1а), число осевших частиц на пробоотборнике уменьшается. Сажа на поверхности частиц выгорает, остается только белый остов, совпадающий по форме с прежней частицей (рис. 5б).

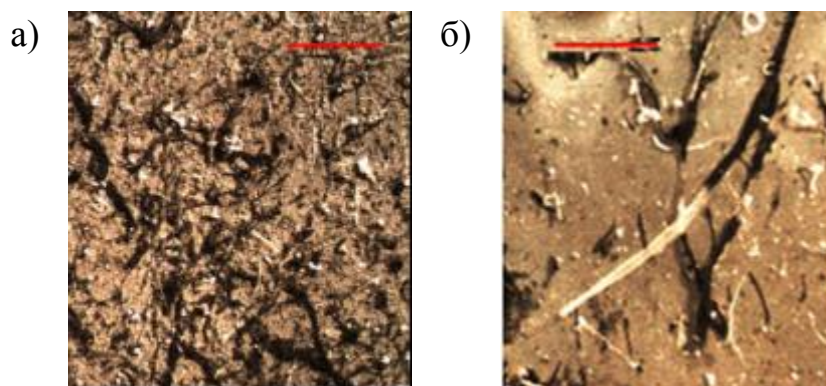


Рис. 5. Микрофотографии частиц сажи. Длина репера 1 мм

Исследования, проведенные с помощью сканирующего электронного микроскопа, показали, что в пламени образуются сложные частицы. Например, на поверхности одних частиц вырастают игловидные углеродные нити (рис. 6а), поверхность других частиц покрыта переплетенными углеродными нитями (рис. 6б).

Особому виду частиц принадлежат макроскопические тубы размером в поперечнике до нескольких десятков микрон и длиной до нескольких миллиметров (рис. 7). Поверхность тубы представляет собой переплетение углеродных нанотрубок. Туба берет начало с поверхности реагирующей частицы металла и соответствует ей по размерам. Внутри тубы происходит транспорт продуктов горения. Это крупные осколки исходной частицы размером в несколько десятки микрон, которые деформируют поверхность тубы, газовая составляющая продуктов горения и дисперсные частицы микронных размеров.

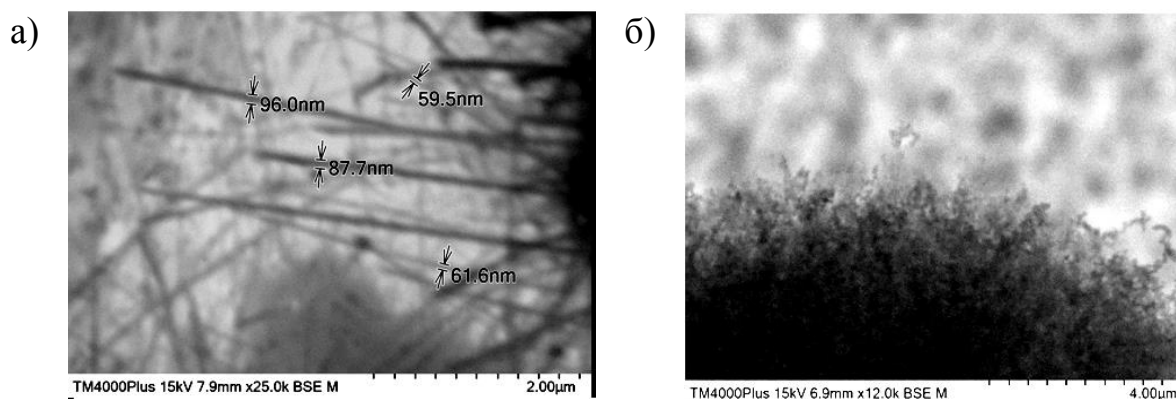


Рис. 6. Углеродные наноструктуры

По мере движения продуктов горения внутри тубы происходит фильтрация газовой составляющей через ячейки тубы. Дисперсные частицы субмикронных размеров также могут пройти через ячейки тубы. Большинство дисперсных частиц оседает внутри тубы, закупоривая ячейки. При этом гидродинамическое сопротивление возрастает, и приводит к росту тубы в длину.

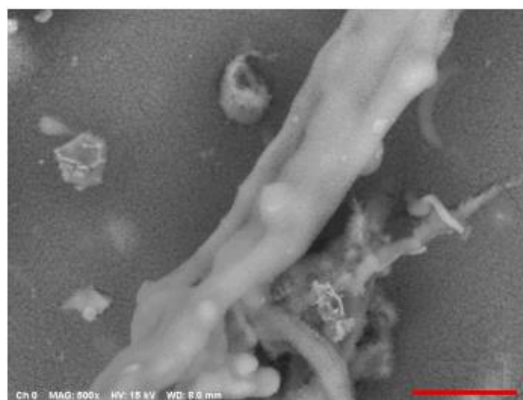


Рис. 7. Углеродная туба. Длина репера 1 мм

Для реагирующей частицы, обладающей запасом энергии, можно написать теорему Остроградского-Гаусса:

$$\oint_S W dS = \int_V q dV,$$

где W – плотность потока энергии, пронизывающая через поверхность контура, охватывающего данную частицу, q – объемная тепловая мощность внутри контура.

Частицы, состоящие из чистого углерода, не являются источником тепловой энергии. Для них теорема записывается без правой части:

$$\oint_S W dS = 0.$$

В этом случае, число линий потока энергии, входящих и выходящих сквозь контур, одинакова.

Таким образом, углерод в виде наноструктур, образующийся в ходе горения в пламени, является основным излучателем. Селективное излучение, сопровождающее горение металла, преобразуется углеродной сеткой в равновесное излучение.

ВЫВОДЫ

1. В пламени пиротехнических составов, содержащих ароматические углеводороды, образуются углеродные наноструктуры, берущие начало с поверхности горящей частицы.
2. Реагирующие частицы металла, покрытые слоем углеродных наноструктур, являются излучателями инфракрасного диапазона спектра.
3. Добавление сажи в пиротехнический состав не приводит к значительному увеличению силы излучения пламени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Порфирьев А. М., Ксенофонтов С. И. Программа определения поля температур пламен «Flame – temperature» [Электронный ресурс] // Наука и образование. – 2010. – № 8. – URL: <http://ofernio.ru/portal/newspaper/ofernio/2010/8.doc> (дата обращения: 10.09.2021).
2. Порфирьев А. М., Ксенофонтов С. И., Ленаев А. Н. Частица [Электронный ресурс] // Наука и образование. – 2010. – № 6. – URL: <http://ofernio.ru/portal/newspaper/ofernio/2010/6.doc> (дата обращения: 10.09.2021).
3. Блох А. Г. Теплообмен в топках паровых котлов. Л. : Энергоатомиздат, 1984. 240 с.
4. Теснер П. А. Образование углерода из углеводородной газовой фазы. М. : Химия, 1972. 136 с.
5. Борен К. Поглощение и рассеяние света малыми частицами. М. : Мир, 1986. 664 с.
6. Vasilyeva O., Ksenofontov S., Kokshina A. Self-organization of nanocarbon particles in the flame by a heterophase mechanism // Journal of Physics: Conference Series 1410 (2019) 012232. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1410/1/012232/pdf> (дата обращения: 20.09.2021).

7. *Vasilyeva O. V., Ksenofontov S. I., Lepaev A. N.* Formation of carbon nanostructures in a high-temperature flame // *Journal of Physics: Conference Series* 1695 (2020) 012185. URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1695/1/012185/pdf> (дата обращения: 20.09.2021).

УДК 614.841

Т. А. Мочалова¹, А. А. Кочетова², О. Е. Сторонкина¹

¹Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²ФГБУ «СЭУ ФПС ИПЛ по Ивановской области»

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕНСИФИКАТОРОВ ГОРЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ИХ ВЫГОРАНИЯ С РАЗЛИЧНЫХ НАПОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

В данной статье представлены результаты исследования по применению методики газожидкостной хроматографии с целью выявления интенсификаторов горения на пожаре при их выгорании на различных напольных покрытиях.

Ключевые слова: газожидкостная хроматография, интенсификаторы горения, напольные покрытия.

Т. А. Mochalova, A. A. Vorontsova, O. E. Storonkina

CHROMATOGRAPHIC STUDY OF COMBUSTION INTENSIFIERS IN THE PROCESS OF THEIR BURN OUT FROM VARIOUS FLOOR COVERINGS

This article presents the results of a study on the application of the gas-liquid chromatography technique in order to identify combustion intensifiers in a fire when they burn out on various floor coverings.

Key words: gas-liquid chromatography, combustion intensifiers, floor coverings.

Необходимость идентификации легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, обнаруженных на месте пожара, является актуальной задачей.

В качестве объектов исследования использовали бензин неэтилированный марки АИ-92-К5 по ГОСТ 32513-2013 (автомобильный бензин экологического класса К5 марки АИ-92-К5).

В качестве объекта-носителя использовалось напольное поливинилхлоридное покрытие фирмы Tarkett Sprint Pro Pablo 4 [2], предназначенное для устройства полов в зданиях и сооружениях типа А: жилых домах, детских до-

школьных учреждениях, лечебно-профилактических учреждениях [4]. Покрытие изготавливается контактно-промазным способом из пластической массы на основе поливинилхлорида, пластификаторов, стабилизаторов и различных добавок, которая наносится на подоснову, а именно стеклохолст с каландрованными ПВХ пленками.

Согласно проведенным испытаниям токсиколого-гигиенических исследований с использованием водяных вытяжек, на присутствие специальных веществ, удалось предположить, что в состав напольных покрытий входят такие химические вещества как: бензол, ксиол, винилацетат, толуол, изопропилбензол, дихлорметан, метанол, этилацетат, изопропанол, трихлорэтилен, тетрахлорметан, хлороформ, гексан 1-ол(гексиловый спирт), ацетальдегид, метилэтилкетон, бутанол, гексен-1, циклогексанол, диоктилфат, дибутилфталат.

Исследование проводили на газовом хроматографе «Хроматэк-Кристалл 5000.2», снабженным пламенно-ионизационными детекторами (ПИД). Пробоподготовка осуществлялась методом, описанным в работе [1].

Первоначально отбор пробы осуществляли с предварительно выжженного напольного покрытия. Для этого на напольном покрытии размерами 40 на 20 см, в течении 4 минут, с помощью газовой горелки происходило выжигание.

Результаты исследования представлены на хроматограммах (рис. 1 и 2).

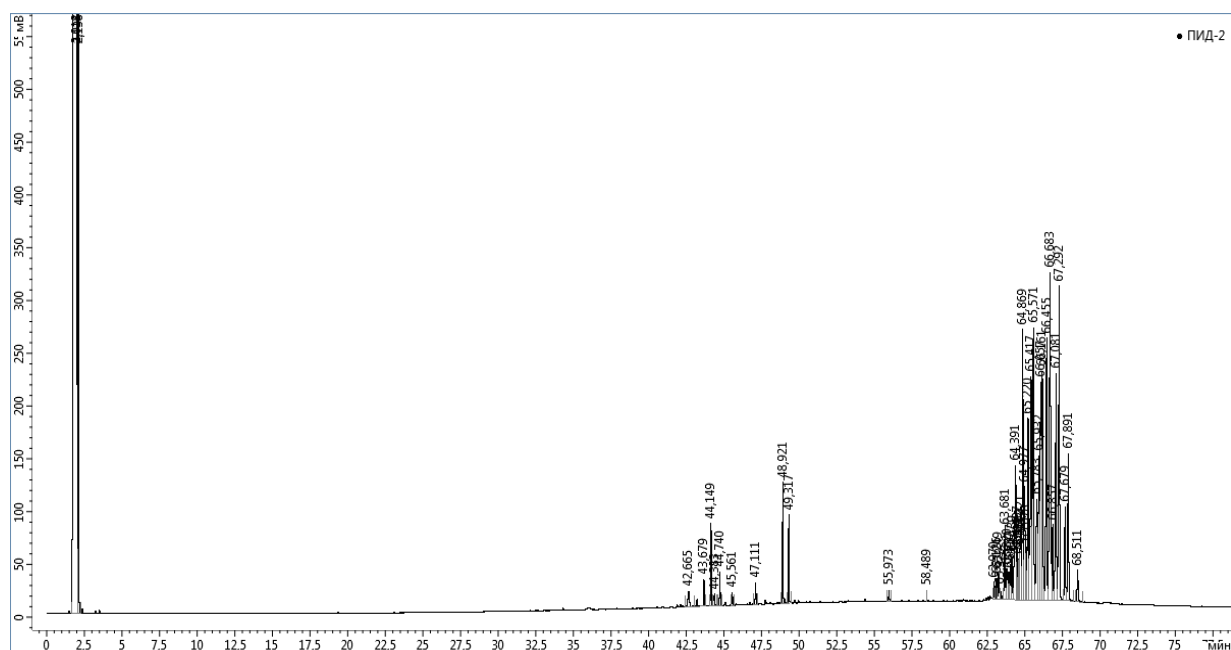


Рис. 1. Хроматограмма сожженного напольного покрытия марки Tarket Sprint Pro 4
время удержания до 80 минут

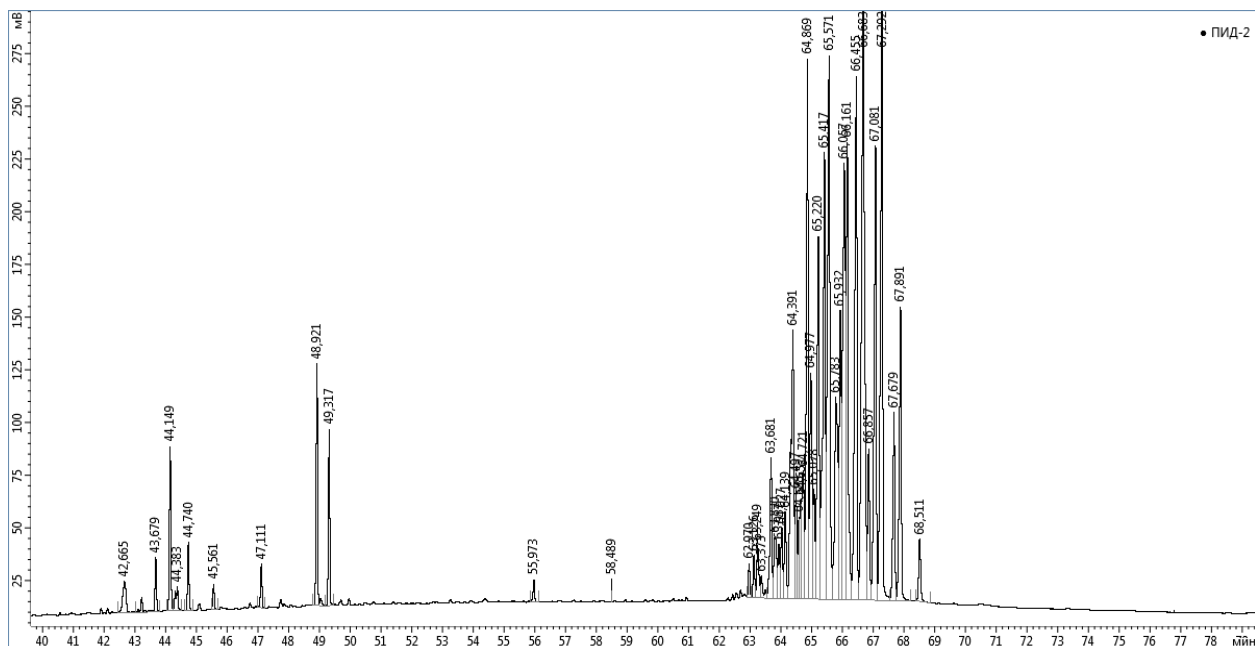


Рис. 2. Хроматограмма сожженного напольного покрытия марки Tarket Sprint Pro 4 время удержания от 40 до 80 минут

На представленной хроматограмме видим пики между 42-51 мин., соответствующие продуктам для средней фракции нефти с $T_{\text{кип}} = 150-360^{\circ}\text{C}$, далее, начиная с 62-69 мин. наблюдается тяжелая фракция с $T_{\text{кип}} = 300-600^{\circ}\text{C}$. Таким образом, в состав данного напольного покрытия входят множество органических соединений с различными температурами кипения.

В своей практической деятельности, исследуя многие образцы с пожаров, эксперт нередко встречается с подобными хроматограммами. Ввиду того, что восстановить исходный образец невозможно, так как он был сильно поврежден при пожаре, возникает трудность определения, что именно это за образец, и какой горючей жидкостью был совершен поджог.

На рисунке 3 представлена хроматограмма бензина неэтилированного марки АИ-92-К5 (степень выгорания 50 %).

Из хроматограммы видно, что после потери первоначальной массы бензина до 50%, в образце сохраняются ароматические углеводороды, а именно толуол, о-ксилол и триметилзамещенный бензол. Поэтому пики на хроматограммах, относящиеся к этим аренам, характеризуют как нативные, так и подвергнутые термическому воздействию бензины и растворители [3].

На втором этапе исследования проведено выжигание бензина АИ-92-К5 объемом 5 мл, на протяжении 5 минут на напольном покрытие марки Tarket Sprint Pro Pablo 4. Данные эксперимента представлены на рисунке 4.

Как видно из рис. 4 с 12,5-30 мин. мы наблюдаем пики веществ, характерных для бензина марки АИ-92-К5, а именно отмечается присутствие пиков тетраметилбензола, что свидетельствует о присутствии в исследуемом образце автомобильного бензина. Также наблюдаем пики триметилбензола. В промежутке с 40-57,5 мин присутствуют пики веществ входящих в состав исследованного напольного покрытия.

В промежутке с 62,5-72,5 мин. наблюдается пики, указывающие на наличие в составе напольного покрытия каких-то более сложных органических веществ, возможно содержащие длинные алкильные вещества с высокой температурой кипения свойственной именно этим веществам.

В результате проведенного исследования получены хроматографические и спектральные данные потенциального средства поджога – бензина неэтилированного АИ-92-К5, а также напольного покрытия Tarkett Sprint Pro 4; дополнена база спектральных и хроматографических данных о нефтепродуктах, которая используется судебными экспертными учреждениями Федеральной противопожарной службы МЧС России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чешко И. Д., Галишев М. А., Шаранов С.В., Кривых Н. Н. Техническое обеспечение расследования поджогов, совершенных с применением инициаторов горения. /Под ред. д.в.н., профессора В.С.Артамонова, СПб.: Санкт-Петербургский университет МВД России, 2000. –103 с.
2. http://complect-com.ru/files/certification/sprint_pro_expert2.pdf (дата обращения 21.05.2019)
3. Чешко И. Д., Принцева М. Ю., Яценко Л. А., Обнаружение и установление состава легковоспламеняющихся и горючих жидкостей при поджогах: ВНИИПО. 2010. 90 с.
4. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 29.07.2017) Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

УДК 614.841.411

С. Н. Наконечный, А. Г. Азовцев, В. Н. Михалин
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ЕЛИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

Целью данной работы является изучение процесса воспламенения образцов древесины ели с использованием установки по определению групп воспламеняемости

строительных материалов. Полученные результаты содержат данные по значениям времени воспламенения и критической поверхностной плотности теплового потока.

Ключевые слова: древесина, ель, процесс воспламенения, тепловой поток; время воспламенения.

S. N. Nakonechnyy, A. G. Azovtsev, V. N. Mikhailin

STUDY OF THE BEHAVIOR OF SPRUCE WOOD UNDER EXPOSURE TO HIGH TEMPERATURES

The purpose of this work is to study the process of ignition of spruce wood samples using an installation for determining the flammability groups of building materials. The results obtained contain data on the values of the ignition time and the critical surface density of the heat flux.

Key words: wood, spruce, ignition process; heat flow; ignition time.

Сегодня древесина является довольно распространенным строительным конструкционным материалом, что определяется ее относительно невысокой стоимостью, значительной прочностью и высокими звуко- и теплоизоляционными свойствами.

Хотя, несмотря на все достоинства, древесина также имеет ряд существенных недостатков – высокую пожарную опасность (группа В3) и низкую биостойкость, связанные с органической природой материала.

Пожарная опасность строительных материалов и изделий на основе древесины активно изучается в настоящее время. Согласно проведенным исследованиям, древесина при нагревании свыше температуры пиролиза (250 °С) представляет собой горючую среду, состоящую из горючих паров предельных и непредельных углеводородов и газов, образующихся при терморазложении основных компонентов – органических соединений целлюлозы и лигнина. Разрабатываемые огнезащитные составы (пропиточные составы, лаки, краски, пасты, обмазки) представляют собой средства различной природы и химического состава, имеющие своей целью затруднение поступления кислорода (окислителя в классическом треугольнике горения) в зону горения за счет его вытеснения сопутствующими выделяющимися веществами. Таким образом, система «горючее вещество-окислитель (кислород)-источник зажигания» должна быть разрушена удалением из состава одного компонента (кислорода).

Горение древесины представляет собой сложный физико-химический процесс, который в зависимости от условий может протекать по различным механизмам. При горении древесины обычно происходят такие физико-химические процессы как:

- кинетический режим горения – скорость процесса определяется скоростью образования угольного слоя;

- диффузионный режим горения;
- режим разрушения горящего дерева.

Процесс горения древесины определяется закономерностями воспламенения и горения твёрдых органических материалов, ведь именно органические вещества составляют основную часть древесины.

Прежде всего, это углеводы (целлюлоза) и ароматические соединения (лигнин). Древесина представляет собой горючую среду, которой называется среда, способная воспламениться при воздействии источника зажигания.

Анализ свойств древесины различных пород показал, что по химическому составу, физическим и механическим свойствам они достаточно близки между собой [1]. В продолжение испытаний образцов древесины лиственных и хвойных пород [2] была выбрана древесина хвойной породы – ель. Данная работа является продолжением исследований в области оценки огнезащитной эффективности средств огнезащиты древесины.

В экспериментах использовались образцы древесины ели. В качестве образца на рис. 3.1 представлен образец древесины ели, использовавшийся при испытаниях. Испытания проводились по методике ГОСТ 30402-96 [3].

Первоначально мы провели градуировку испытательного оборудования – установки «ВСМ» с помощью измерителя плотности теплового потока ИПП-2. Градуировка проводилась от 20 до 500 °С (в целях снижения погрешности измерений при более высоких температурах из-за чувствительности измерителя ИПП-2). По полученным данным был построен график зависимости значений плотности теплового потока от температуры $q_{ППП}, \text{кВт/м}^2 = f(t^{\circ}\text{C})$, определен полиномиальный закон третьего порядка распределения полученной зависимости и проведена экстраполяция графика данных до значений 1420°С. Зависимость значений плотности теплового потока от температуры ППП, $\text{кВт/м}^2 = f(t^{\circ}\text{C})$ описывается полиномиальным законом распределения третьего порядка (ППП = 25,62496 + 0,3297 · T + 0,01078 · T² + 2,10984E-5 · T³).

Затем мы исследовали процесс воспламенения необработанных образцов древесины ели (табл. 1).

Таблица 1. Результаты испытаний на воспламеняемость необработанной древесины ели

№, п/п	Порода древесины	$t_{п}^{\circ}\text{C}$	$t_{п}^{\circ}\text{C}$ среднее	$q_{в}, \text{кВт/м}^2$	$q_{в}, \text{кВт/м}^2$ среднее	$\tau_{в}, \text{сек}$	$\tau_{вср}, \text{сек}$ среднее
1	ель	740	740	15,0	15,0	51	49
2		740		15,0		49	
3		741		15,0		48	
4		830	830	20,0	20,0	28	28
5		831		20,0		32	
6		830		20,0		25	

Проведя испытания по изучению процесса воспламенения образцов древесины ели, следующим этапом нашей работы было исследование влияние огнебиозащитного состава на поведение образцов древесины. Более подробно компоненты огнебиозащитного состава рассмотрены в предыдущих работах [4].

В качестве образцов были взяты обработанные образцы древесины ели с расходом разработанного огнебиозащитного состава 600 г/м^2 . До обработки средняя масса образцов находилась в пределах 920 грамм, после обработки – в пределах 980 грамм. Для более полной оценки влияния огнезащитного состава на поведение древесины, мы также провели серию испытаний образцов на воспламеняемость при тепловых потоках $q = 15$ и $q = 20 \text{ кВт/м}^2$. Температура окружающей среды $t_{oc} = 22 \text{ }^\circ\text{C}$. Результаты свели в табл. 2 и рис. 1.

Таблица 2. Результаты испытаний на воспламеняемость образцов древесины ели, обработанных огнебиозащитным составом (расход 600 г/м^2)

№, п/п	Порода древесины	$t_{п}^0$, С	$t_{п}^0$ С среднее	$q_{в}$, кВт/м ²	$q_{в}$, кВт/м ² среднее	$\tau_{в}$, сек	$\tau_{вср}$, сек среднее
1	ель	740	740	15,0	15,0	248	245
2		741		15,0		233	
3		740		15,0		253	
4		830	830	20,0	20,0	108	121
5		831		20,0		129	
6		830		20,0		126	

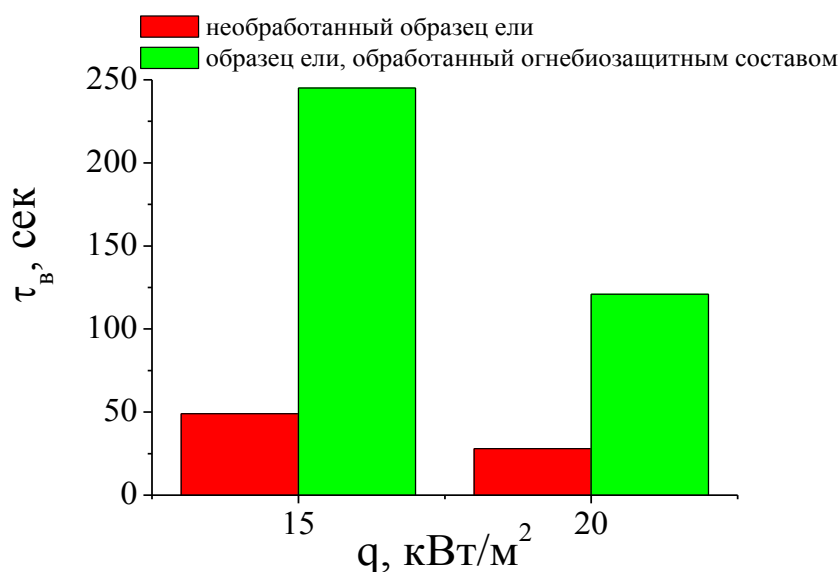


Рис. 1. Результаты испытаний на воспламеняемость необработанных и обработанных огнебиозащитным составом образцов древесины ель

$$\tau_{\text{вс}}, \text{сек} = f(q, \text{кВт/м}^2)$$

Исходя из полученных результатов видно, что обработка древесины огнезащитными составами препятствует возникновению пламенного горения и увеличивает диапазон горения в режиме тления. Применение огнезащитных составов, как показали исследования, способствует увеличению времени огневого воздействия до начала воспламенения, при этом толщины обугленного слоя образцов, обработанных огнезащитным составом, практически не отличались по значениям от толщин необработанных образцов (рис. 2).



Рис. 2. Образец древесины ели после проведенных испытаний

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Корольченко А. Я.* Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения / *А. Я. Корольченко, Д. А. Корольченко*// Справочник: в 2-х ч. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Асс. "Пожнаука", 2004. – Ч. I. – 713 с, ISBN 5-901283-02-3.
2. *Наконечный С. Н., Дерябкина Е. С., Сулейманов Ф. Р.* Изучение процесса воспламенения образцов древесины осины. Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны, Иваново, 29–30 ноября 2018 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018.
3. ГОСТ 30402-96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость. – Введ. 1996-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1996, 33 с.
4. *Порядочнова К. А., Наконечный С. Н., Трунцов Д. А.* Изучение влияния компонентов огнезащитного состава на параметры процесса воспламенения древесины // Проблемы экологии и экологической безопасности. Создание новых полимерных материалов: сб. материалов VII Международной заочной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню охраны окружающей среды. – Минск: УГЗ, 2020. – 356 с. ISBN 978-985-590-097-0.

УДК: 677.027.652

А. А. Никольская, Е. А. Павлычева, О. В. Козлова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ПУТЕМ ХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ

Разработана технология получения текстильных материалов с прогнозируемыми фильтрующими свойствами путем химической модификации фторкарбоновыми кислотами полиэфирных тканей высокой плотности, предназначенных для использования в химическом производстве для фильтрования химически агрессивных сред.

Ключевые слова: полиэфирные ткани, фторкарбоновые кислоты, водонепроницаемость, фильтрующие материалы.

A. A. Nikolskaya, E. A. Pavlycheva, O. V. Kozlova

Ivanovo State University of Chemical Technology

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR OBTAINING FILTERING MATERIALS BY CHEMICAL MODIFICATION

A technology has been developed for obtaining textile materials with predictable filtering properties by chemical modification of high-density polyester fabrics with fluorocarboxylic acids, intended for use in chemical production for filtering chemically aggressive media.

Key words: polyester fabrics, fluorocarboxylic acids, water resistance, filter materials.

Работа была направлена на создание технологии получения полиэфирной ткани с заданным уровнем водонепроницаемости. А именно, нужно было получить ткани с показателями водонепроницаемости в диапазоне от 60 до 90 $\text{дм}^3/\text{м}^2$ при исходных показателях ок. 340 $\text{дм}^3/\text{м}^2$. Также готовый материал должен иметь необходимый уровень кислотостойкости для использования его в качестве фильтрующего материала в условиях агрессивной (кислой) среды.

На первом этапе проводили выбор наиболее эффективного препарата и композиции на его основе, обеспечивающих получение устойчивого эффекта отделки тканей, а также оценивали эффективность полученного эффекта до и после обработки в агрессивной (кислой) среде. Объектом исследования являлась 100 % полиэфирная ткань с поверхностной плотностью 600 $\text{г}/\text{м}^2$.

Критериями оценки эффективности отделки тканей были показатели водонепроницаемости, разрывной прочности и усадки.

Технология отделки основывалась на традиционно проводимых режимах заключительной грязе-, масло-, водоотталкивающей, кислотостойкой и др., отделок для полиэфирных и полиэфирсодержащих тканей, предназначенных для эксплуатации в специальных производствах и цехах, предполагающих использование агрессивных сред. Технология отделки ткани заключается в использовании водных дисперсий полимеров и дополнительных реагентов и включает: пропитку ткани составом, включающим, в г/л: препарат на основе фторсодержащих веществ (фторкарбонной смолы группы SF Guard C8 или фторсодержащий полимер) - 40-80 г/л, катализатор – до pH =5-6. Отжим составлял 100 %, температура пропитки – 25-28°C. Далее следовала сушка, T=80°C; термофиксация, горячий воздух, T=160°C, τ=2,5 мин.

Испытания проводились на четырех препаратах различных фирм, предназначенных для МВО отделки текстильных материалов: Репеллан KFC, Rucostar EEE, SFGuard c8, NUVA HPU.

Параллельно испытывались ткани как исходные (не промытые), так и промытые с использованием неионогенного ПАВ (феноксола БВ-9/10) в концентрации 2 г/л при температуре 60–70°C.

В табл. 1 и на рис. 1 и 2 приведены показатели прочности ткани (с отделкой и без отделки) по двум составам, которые показали наилучшие результаты по предварительным испытаниям по показателям водопроницаемости.

Таблица 1. Показатели прочности ткани (с отделкой и без отделки)

№ поз	Наименование связующего	Показатели усадки, % после отделки		Разрывная прочность, Н до химической обработки		Разрывная прочность, Н после химической обработки	
		основа	уток	по основе	по утку	по основе	по утку
1	Состав 1(на основе Nuva HPU)	3,1	1,9	1009	1566	1333	1294
2	Состав 1 на промытой ткани			980	1441	1205	1234
3	Состав 2 (на основе SFguard C8)	2,96	1,82	1156	1313	1264	1335
4	Состав 2 на промытой ткани			989	1490	1274	1460
5	Исходная ткань	3,88	7,85	1117	1441	902	1039
6	Исходная ткань промытая			1186	1314	1215	1412

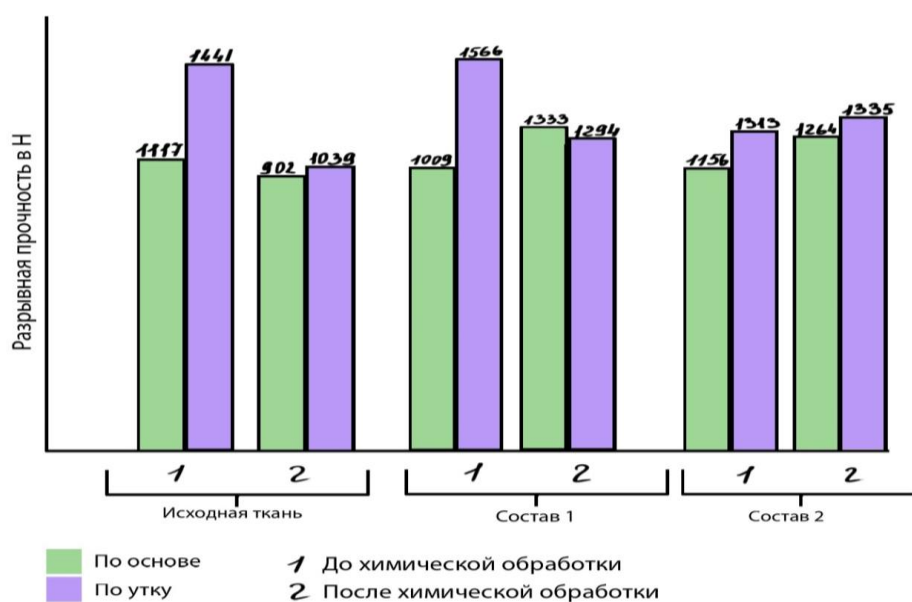


Рис. 1. Показатели разрывной прочности для непромытой полиэфирной ткани до и после химической обработки при использовании различных составов

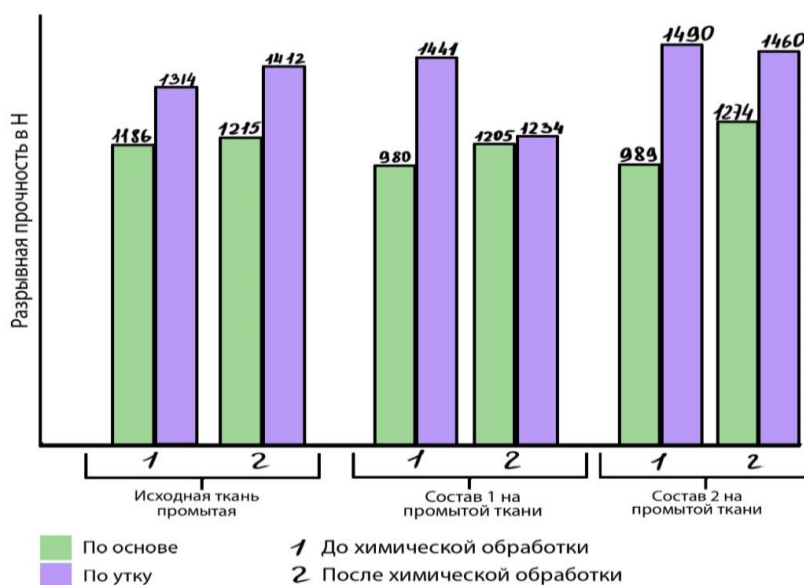


Рис. 2. Показатели разрывной прочности для промытой полиэфирной ткани до и после химической обработки при использовании различных составов

Как можно видеть:

- прочность материала после промывки исходной ткани увеличивается в результате значительной усадки (поз.5 и 6);
- после обработки ткани составами 1 или 2 значительно снижается усадка ткани после мокрых обработок, особенно по утку (поз.1 и 3 в сравнении с поз.5);

- прочностные характеристики после обработки аппретами практически мало меняются до и после воздействия химически-агрессивной среды, тогда как прочность не аппретированной ткани (поз.5) снижается значительно, что свидетельствует о стабилизации структуры полиэфирного волокна при химической модификации выбранными препаратами. В качестве агрессивной среды использовали смесь пероксида водорода (30%-ного), воды и соляной кислоты (до характерного запаха хлора). Экспресс-обработку проводили при pH=0 в течение 1 часа.

Показатели водопроницаемости тканей, оцененные с помощью дождевальной установки в условиях двух действующих предприятий (ООО «БТК Текстиль» и ООО «Покрытия»), показали положительные результаты по измеряемым показателям. Причем при сравнении показателей водопроницаемости на тканях, обработанных составом 2 с разной концентрацией основного вещества – от 40 до 80 г/л, показано, что значительного влияния на результаты не наблюдается и нет необходимости увеличивать концентрацию препарата до максимально рекомендуемой.

Полученные данные имеют практическое значение и явятся основой для разработки технологических регламентов получения фильтрующих материалов с заданными показателями водопроницаемости.

УДК: 677.027.652

Е. А. Павлычева, А. А. Никольская, О. В. Козлова

ФГБОУ ВО Ивановский государственный химико-технологический университет

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ТКАНЕЙ СО СВЕТОНЕПРОНИЦАЕМЫМИ СВОЙСТВАМИ

Разработана технология получения текстильных материалов со светонепроницаемыми свойствами, предусматривающая использование полимерно-клеевой композиции, включающей акриловый терморезактивный полимер, минеральный наполнитель и ахроматический пигмент.

Ключевые слова: светонепроницаемые текстильные материалы, каолин, пигмент черный, пигмент белый, акриловая полимерно-клеевая композиция.

E. A. Pavlycheva, A. A. Nikolskaya, O. V. Kozlova
Ivanovo State University of Chemical Technology

ESTIMATION OF THE POSSIBILITY OF CREATING TISSUE WITH LIGHT PERMANENT PROPERTIES

A technology has been developed for obtaining textile materials with opaque properties, which provides for the use of a polymer-adhesive composition including an acrylic thermosetting polymer, a mineral filler and an achromatic pigment.

Key words: opaque textile materials, kaolin, black pigment, white pigment, acrylic polymer-adhesive composition.

Современные технологии создания элитных светонепроницаемых штор и занавесей типа Blackout – трудоёмкий и дорогостоящий процесс: наружный слой представляет собой декоративную ткань с сатиновым переплетением нитей, а внутри пропущена черная полиэфирная нить, которая поглощает свет. Для получения максимальной светонепроницаемости на слою ткани наносится акриловая пена [1-4]. Данный процесс является трудо- и энергозатратным и, соответственно, ткань становится дорогой.

В связи со сказанным нами принято решение использовать принцип создания ДВМ на основе отечественных наполненных полимеров, разработанный в первых разделах диссертационной работы, для разработки более дешевой технологии создания светонепроницаемых материалов, ничем не уступающей по качеству технологии создания штор Blackout.

В качестве объектов исследования для создания дублированных текстильных материалов со светонепроницаемыми свойствами выбраны материалы:

1) Изнаночная сторона (подложка) – облегченный полиэфир 100% с однотонным окрашиванием;

2) Лицевая сторона (внешняя) – льняная ткань с декоративным печатным рисунком. Такими материалами могут быть легкие трикотажные полотна, хлопчатобумажные и синтетические материалы с фактурной поверхностью. Оба текстильных материала из-за разреженной структуры являются светопроницаемыми.

Вид материалов для дублирования представлен нами в виде фотографии на фоне люминесцентной лампы (рисунок 1), готовый сдвоенный материал также является светопроницаемыми.

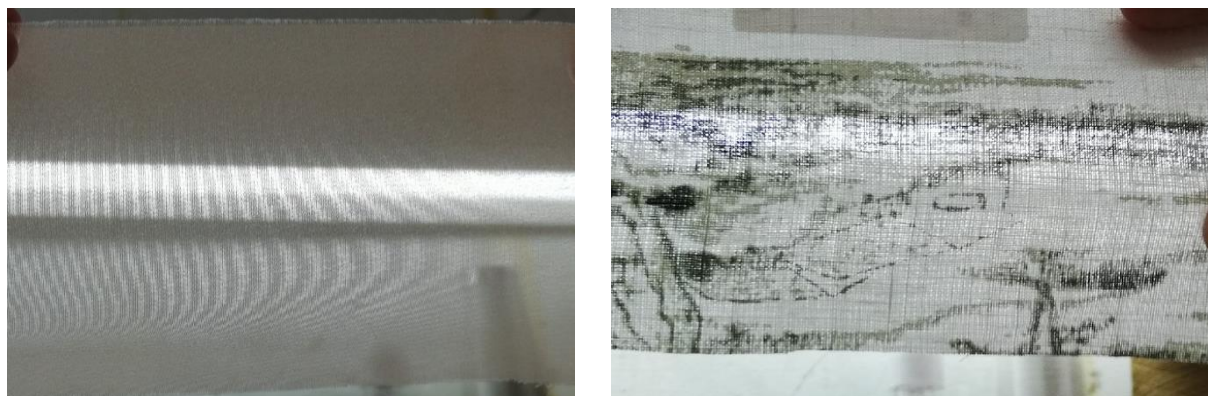


Рис. 1. Фото полиэфирной ткани (слева) и льняной ткани (справа)
на фоне люминесцентной лампы

Для заполнения межволоконного пространства нами предложено использовать пигменты минеральной природы, которые классически используют в качестве грунтов: белый и черный пигмент.

При необходимости затемнения ткани лучше применять черный пигмент, а для создания изделий декоративного назначения, не ухудшая их колористических свойств окрасок и рисунков, целесообразнее использовать белый пигмент.

Найдены оптимальные концентрации белого пигмента, вводимого в полимерно-клеевую композицию, и оценена эффективность его применения.

*Таблица 1. Составы полимерно-клеевой композиции
на основе Рузина-33 и белого пигмента*

Рецепт композиции	Состав 1, г/кг	Состав 2, г/кг	Состав 3, г/кг
Принтекс белый	50	120	200
Рузин-33	200	200	200
Загуститель акриловый	17	17	17

Композицию по рецептам, приведенным в таблице, наносили на полиэфирную ткань в один слой ракельным способом. Далее после сушки на воздухе или при 80°C оценивали как визуально, так и с помощью спектрофотометра светопрозрачность через материал. Косвенной оценкой этого показателя явилась светлота L образцов, которую определяли по специально разработанному экспресс-методу. Для большей чувствительности метода, оценивающего минимальные различия светопропускания в зависимости от размера межниточных и межволоконных пространств в ткани, образцы помещались последовательно на белую и затем на черную подложку. Разница между показателями должна быть минимальной или отсутствовать вообще.

На рис. 2 отображена зависимость показателя светлоты L от концентрации пигмента. Измерения колористических свойств проводили с помощью спектрофотометра YX 3010.

Визуальный анализ полученных образцов показал, что наилучшее заполнение межволоконного пространства достигается при концентрации пигмента в полимерной композиции 200 г/кг. Однако такая высокая концентрация приведет к удорожанию композиции и, в конечном итоге, самого материала.

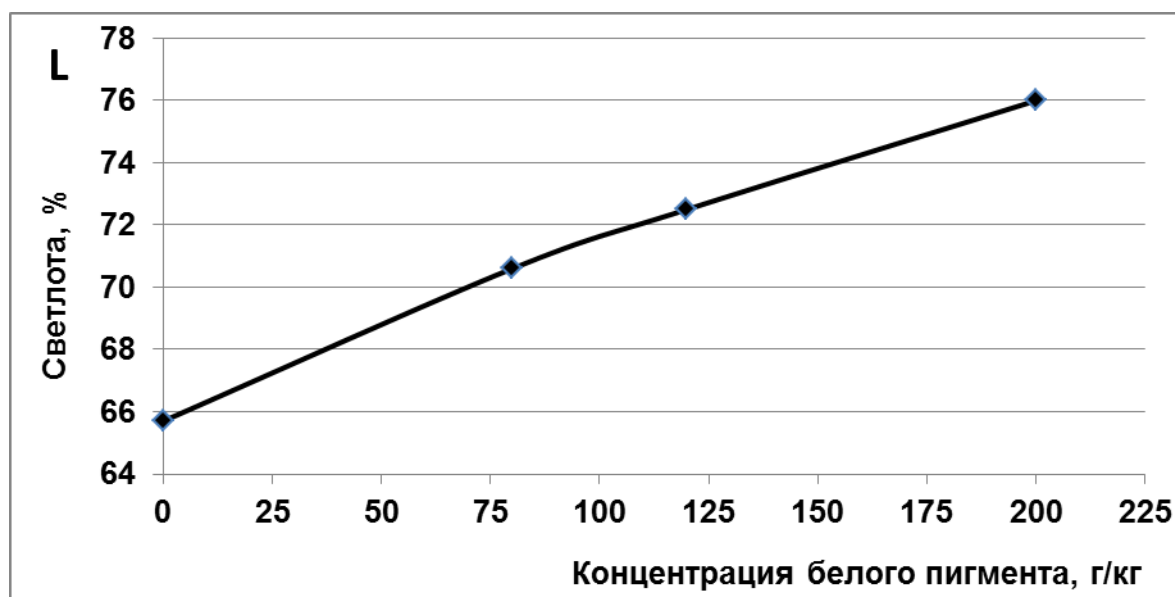


Рис. 2. Зависимость показателя светлоты L от концентрации пигмента

Из литературы известно, что введение в полимерно-красочные системы минеральных наполнителей способствует более равномерному нанесению красок за счет лучшей грунтованности поверхности. Поэтому на следующем этапе работы нами оценены свойства светопроницаемости ткани с применением наряду с пигментом различных минеральных наполнителей (каолин, доломит, диатомит, маршалит и др.) в различных концентрациях. Наилучшим наполнителем по комплексу показателей (наполненность, мягкость грифа, белизна, грунтованность, пластичность) проявил себя каолин.

Применение полимерной композиции только с каолином хотя и дает положительный результат по заполнению межволоконных пространств полимерной композицией, однако ткань остается светопроницаемой даже при увеличении количества нанесений от 1 до 3 слоев.

Совместное присутствие белого пигмента и каолина в полимерно-клеевой композиции положительно решает задачу получения эффекта светонепроницаемости текстильного материала. Эффект прозрачности (светопроницаемости) образца оценивали по показателю светлоты L . Для этого образцы с нанесенной

на них полимерной композицией, включающей и каолин, и пигмент белый после сушки сканировали спектрофотометром на черном и белом фонах.

Полученные цветовые характеристики представлены в таблице 2

Таблица 2. Цветовые характеристики образцов

Состав композиции	Кол-во слоев	a	b	L _{черн}	L _{бел}	ΔL
Эталон без нанесения композиции		2,6	4,72	59,0	65,7	
Рузин-33	1	2,4	5,0	70,6	84,6	14
Загуститель	2	2,44	5,17	76,4	88,6	12,2
Пигмент белый	3	1,58	2,68	78,4	89,0	10,6
Рузин-33	1	2,6	5,1	72,5	78,8	6,3
Загуститель	2	1,58	2,93	82,6	87,6	5,0
Пигмент белый	3	1,49	3,68	86,7	87,9	1,2
Каолин						

Полученные результаты свидетельствуют, что образец с композицией, содержащей и белый пигмент и каолин, дает наилучшие результаты, особенно при трехкратном нанесении. Межволоконное пространство заполняется плотно, грунтованность равномерная, и при соединении полиэфирного материала с льняной декоративной тканью воспроизводится светонепроницаемость и неизменно сохраняются колористические свойства рисунка. При этом гриф получаемого материала мягок, остается возможность легкой драпируемости.

Определены оптимальные концентрации белого пигмента в полимерно-клеевой композиции и необходимое количество слоев для получения максимальной светозащиты материала. Учитывая, что количество минеральных наполнителей в полимерной композиции не должно превышать 15 %, а также рассматривая фактор цена-качество, предложено белый пигмент и каолин взять в соотношении 5:1 и общее количество наполнителей – 150 г/кг. В этом случае получен материал, полностью не пропускающий свет.

Таким образом, показана реальная возможность создания дублированных волокнистых материалов со светонепроницаемыми свойствами. Причем технология проста, реализуется с помощью действующего оборудования и легкодоступных и недорогих отечественных реагентов и материалов.

Полученные дублированные материалы были проанализированы по основным показателям, требуемым по ГОСТ и ИСО для тканей различного назначения в лабораториях ведущих крупнейших предприятий России – ОАО «Адвентум Технолоджис», г. Узловая Тульской области; ПК «БТК Текстиль», г. Шахты Ростовской области; ОАО «Экотекс», г. Тейково, Ивановской области), выпускающих, в том числе, и дублированные материалы. Полученные ре-

зультаты подтвердили высокое качество ДВМ по показателям паропроницаемости, водостойкости и воздухопроницаемости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наполнители для полимерных композиционных материалов: Справочник / Под ред. Д. В. Милевски, Г. С. Каца; Пер. с англ. – М.: Химия, 1981. – 736 с.
2. Добавки к полимерам: Справочник / Под ред. Х., Цвайфель, Р.Д., Маер, М. Шиллер – СПб: ЦОП «Профессия», 2010. – 1144 с.
3. *Липатов, Ю.С.* Физическая химия наполненных полимеров/ Ю.С., Липатов.– М.: Химия, 1977. – 304 с
4. *Притыкин, Л.М.* Мономерные клеи / Л.М. Притыкин, Д.А. Кардашов, В.Л. Вакула. – М. : Химия, 1988. – 176 с.

УДК 621

А. М. Перепусков, В. Е. Иванов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЗОР КЛЕЕВЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАДИАТОРОВ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

В работе проведены аналитические исследования клеевых составов, применяемых для ремонта металлических поверхностей, подверженных нагреву. Изучены конструкции радиаторов, используемых в пожарной технике. Рассмотрены основные виды ремонтов радиаторов пожарных автомобилей.

Ключевые слова: ремонт, пожарный автомобиль, радиатор, клей, прочность, надежность.

A. M. Perepuskov, V. E. Ivanov

OVERVIEW OF ADHESIVE COMPOSITIONS FOR THE RESTORATION OF FIRE TRUCK RADIATORS

Analytical studies of adhesive compositions used for the repair of metal surfaces exposed to heat are carried out in the work. The designs of radiators used in fire equipment are studied. The main types of repairs of radiators of fire trucks are considered.

Key words: repair, fire truck, radiator, glue, strength, reliability.

Пожарная техника без сомнения подвергается большим нагрузкам и работает в экстремальных условиях при тушении пожаров, проведении аварийно-спасательных работ и ликвидации последствий стихийных бедствий. В услови-

ях новых экономических отношений возникают трудности с приобретением новой пожарной техники и поэтому возраст и величины пробега находящихся в эксплуатации машин все более увеличиваются. В процессе эксплуатации в результате коррозии и механических повреждений, нарушается герметичность сердцевины радиатора. Проведенные исследования в области неисправности пожарной техники позволили выявить, что доля такого дефекта как нарушение герметичности сердцевины радиатора занимает 18 %. Поэтому поиск наиболее эффективного способа ремонта радиатора является актуальной задачей.

Восстановление работоспособности машин, имеющих течь охлаждающей жидкости в радиаторе, в настоящее время осуществляется либо заменой всего радиатора, либо пайкой трубок в месте течи, либо заглушкой трубок, имеющих дефекты. Трубки могут быть круглого или овального сечения, которые расположены в шахматном или последовательном порядке. Для повышения теплопроводности и жесткости радиатора ленту и пластины припаивают к трубкам. При изготовлении трубчато-пластинчатых радиаторов охлаждения некоторых двигателей из алюминиевых сплавов не применяется пайка пластин к трубкам. В этом случае крепление осуществляется сваркой в среде аргона.

Трубчато – ленточные радиаторы имеют высокую механическую прочность сердцевины, поэтому применяются в автомобилях КАМАЗ, УРАЛ. Так, например, на АЦ-5.5-40(5557) и АЦ-6,0-40(43118) стоит трубчато-ленточный радиатор, сердцевина которого состоит из трех секций, соединенных между собой лентами. Каждая секция состоит из плоскоовальных цельнотянутых латунных трубок, расположенных вертикально в три ряда в шахматном порядке. В таблице приведены типы материалов, применяемых при изготовлении радиаторов пожарных автомобилей.

Таблица. Материал изготовления радиаторов автомобилей

Марка автомобиля,	Марка двигателя	Мощность двигателя, КВт	Тип поверхности охлаждения радиатора	Материал трубки	Материал пластины (ленты)	Материал бачков
КамАЗ-4310	740.10-20	154,4	Трубчато-ленточная	Латунь	Медь	Латунь
КАМАЗ 43118	740.30-260	180	Трубчато-ленточная	Латунь	Латунь	Латунь
КАМАЗ 43253	Cummins 6 ISBe 210	155	Трубчато-ленточная	Латунь	Латунь	Латунь
УРАЛ 5557	ЯМЗ-236HE2	220,6	Трубчато-ленточная	Латунь	Медь	Латунь
Урал- 43202	ЯМЗ-236HE2	185	Трубчато-пластинчатая	Латунь	Латунь	Латунь

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ:
V МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

Марка автомобиля,	Марка двигателя	Мощность двигателя, КВт	Тип поверхности охлаждения радиатора	Материал трубки	Материал пластины (ленты)	Материал бачков
ЗИЛ-131	ЗИЛ-131	110,2	Трубчато-ленточная	Латунь	Медь	Латунь
УРАЛ-43206	ЯМЗ-236НЕ2	185	Трубчато-ленточная	Латунь	Латунь	Латунь
ЗИЛ-130	130	110	Трубчато-ленточная	Медь	Медь	Латунь

Основным недостатком ремонта радиатора с применением пайки является то, что его можно использовать только в том случае, если точно определено место течи, и оно доступно для пайки. Заглушать трубки возможно только у разборных радиаторов. Устранение течи в трубках с помощью специальных препаратов, заливаемых в систему охлаждения, позволяет лишь временно восстановить работоспособность машин. Отсюда возникает потребность в универсальных и недорогих материалах и технологиях ремонта, не требующих специализированного оборудования и высококвалифицированного персонала.

Ремонт радиаторов пожарных автомобилей полимерными клеевыми составами является одним из наиболее простых и дешевых методов ремонта, отвечающих нынешним потребностям.

Технологии ремонта, основанные на использовании клеевых составов, позволяют не только заменить сварку, наплавку, но и восстанавливать работоспособность техники и пожарного оборудования, восстановление которых общепринятыми способами невозможно или опасно согласно требованиям охраны труда. Применение клеевых составов позволяет восстанавливать радиаторы охлаждения без применения специального оборудования, непосредственно в подразделениях на пунктах ТО, водительским составом. Широкий ассортимент клеевых составов усложняет выбор качественного материала, в связи с этим, необходимо провести прочностные исследования выбранных марок клеевых составов.

Выбор клеевых составов основывался на следующих характеристиках: максимальная рабочая температура не менее 100 °С, минимальная рабочая температура -30 °С.

Выбранные марки клеевых составов:

1. Эпоксидный клей «Контакт» (Россия).
2. Универсальный эпоксидный клей RUNWAY ХОЛОДНАЯ СВАРКА «EPOXY S1» (США).
3. Холодная сварка «РОХИРОЛ» (Россия).
4. Эпоксид-адгезив «Done Deal» (США).
5. Эпоксидный клей «Момент Супер ЭПОКСИ» (Россия).

На рисунке показано сравнение клеевых составов по рабочей температуре, которая указана в техническом паспорте данных составов.

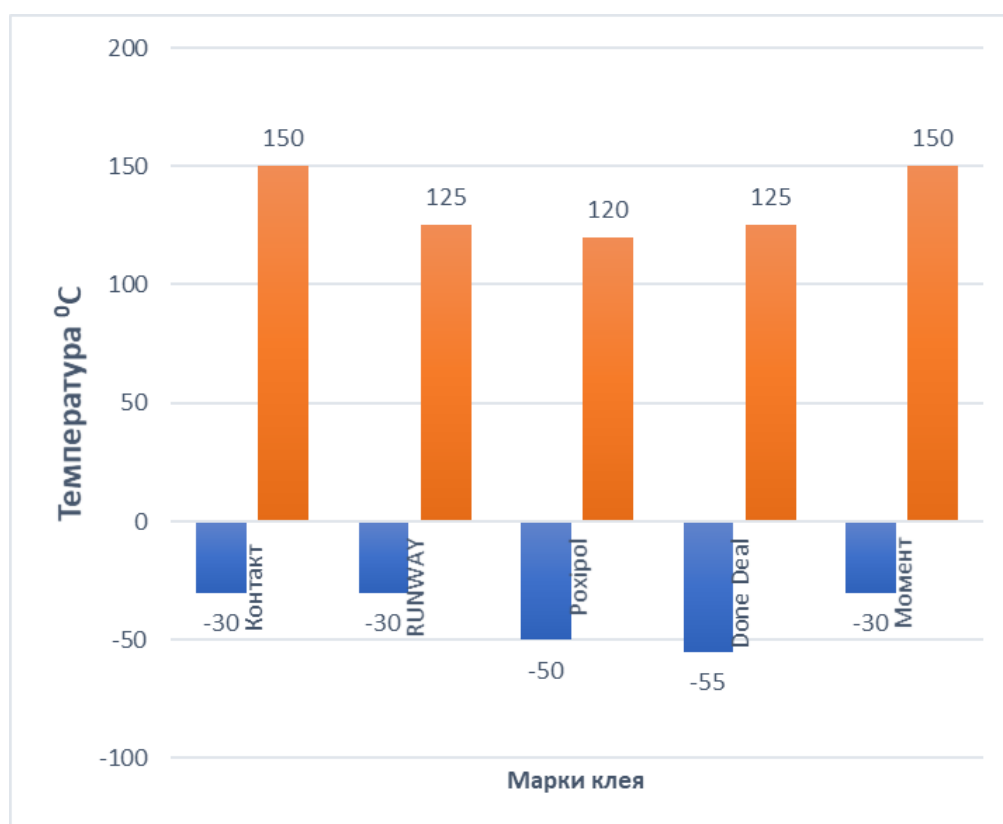


Рисунок. Рабочая температура клеевых составов

Как видно из диаграммы наибольшие плюсовые температуры до 150 °C выдерживают клея марки «Контакт» и «Момент», а наибольшие минусовые температуры до -55 °C выдерживает клей марки «Done Deal». Согласно технической документации к данным клеевым составам, в указанных диапазонах температур они могут сохранять свои свойства без какой-либо потери качества клеевого соединения.

К преимуществам рассмотренных марок клея относится то, что они работают с большим перечнем материалов: керамика, металлы, древесина, пластик, камень, бетон, мрамор, полистирол, пенопласт и многие другие материалы. Кроме этого, выбранные марки клея устойчивы к воздействию нефтепродуктов и растворителей, что расширяет фронт их применения.

При исследовании рынка клеевых составов как зарубежного, так и отечественного производства не удалось для каждой марки клея найти прочностные характеристики клеевых соединений, которые образуют данные составы. Поэтому необходимо провести прочностные исследования клеевых соединений с данными марками клея и определить клеевой состав с наилучшими характеристиками, которые в дальнейшем может быть рекомендован для применения при ремонте радиаторов пожарных автомобилей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Иванов В.Е., Шумнов Г.С., Щукин А.А., Скачко А.А.* Восстановление деталей пожарных автомобилей клеевыми составами / В.Е. Иванов, Г.С. Шумнов, А.А. Щукин, А.А. Скачко // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник IX Всероссийской научно-практической конференции. Иваново. 2018. С 277-279.
2. *Иванов В.Е.* Внедрение 3D технологий в учебный процесс / В.Е. Иванов, И.А. Легкова, А.А. Покровский, В.П. Зарубин, Н.А. Кропотова // Современное научное знание: теория, методология, практика. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции в 3-х частях. ООО «НОВАЛЕН-СО». Смоленск. 2016. С. 37-39.
3. *Иванов В.Е., Гаджаев Н.Н., Скачко А.А.* Восстановление работоспособности системы охлаждения пожарного автомобиля формообразующими клеевыми составами / В.Е. Иванов, Н.Н. Гаджаев, А.А. Скачко // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности. Часть I. - Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. С. 335.
4. *Иванов В.Е. Скачко А.А.* К вопросу о ремонте системы охлаждения двигателя внутреннего сгорания пожарных автомобилей / В.Е. Иванов, А.А. Скачко // Пожарная безопасность и защита в ЧС: сборник материалов XII Итоговой научно-практической конференции курсантов, слушателей и студентов, посвященной Году культуры безопасности. Иваново. ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. С 536-539.

УДК 608

Д. С. Плохов, В. В. Киселев

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Очевидно, что прочностные показатели конструкций из древесины зависят от условий эксплуатации. В данной работе приводятся результаты испытаний деревянных образцов различных пород, подвергнутых внешним воздействиям – повышенной температуры, повышенной влажности, механическим повреждениям. В качестве оценочного показателя был выбран предел прочности на сжатие. Сформулированы предложения по повышению эксплуатационных показателей деревянных конструкций.

Ключевые слова: древесина, конструкция, предел прочности, повышенная температура, нагрев, вымачивание.

D. S. Plohov, V. V. Kiselev

INFLUENCE OF VARIOUS EXTERNAL FACTORS ON THE STRENGTH OF WOOD STRUCTURES

Obviously, the strength indicators of timber structures depend on the operating conditions. This work presents the results of tests of wooden samples of various breeds, subjected to external influences - high temperature, high humidity, mechanical damage. Compressive strength was chosen as an estimate. Proposals are formulated to improve the performance of wooden structures.

Key words: wood, construction, tensile strength, high temperature, heating, soaking.

Один из наиболее распространенных конструкционных материалов, который находит свое применение в строительстве, является древесина. В зданиях и сооружениях данный конструкционный материал применяется для изготовления различных несущих элементов, например, перекрытий. Кроме этого древесина широко применяется и в других сферах деятельности человека. Безопасность эксплуатации деревянных конструкций зависит от многих механических показателей, но наиболее важным является показатель прочности [1]. Несмотря на то, что в современном строительстве более востребованными являются другие конструкционные материалы – стали, бетоны, другие высокопрочные материалы, тем не менее и деревянные конструкции по-прежнему имеют свою область использования [2].

Древесина является анизотропным материалом, на прочность которого влияют разнообразные внешние факторы, например, изменение показателей влажности, нагрев под воздействием солнечных лучей или других источников тепловой энергии. Эти факторы можно отнести к факторам объективного характера, относящимся к условиям эксплуатации деревянных конструкций. Кроме этого, часто деревянные конструкции подвергаются различного рода механическим воздействиям, например, забивание гвоздей, сверление отверстий и так далее. Вследствие этого в деревянной конструкции можем наблюдать появляющиеся пропилы, прорезы, проколы и другие следы механического воздействия, поскольку древесина не имеет высокой твердости. В данной работе сделана попытка смоделировать на практике разнообразные ситуации эксплуатации деревянных конструкций.

Для выполнения экспериментов в данной работе применялось типовое лабораторное оборудование. С целью определения предела прочности на сжатие использовали гидравлический пресс, модель ПСУ 10 [3]. Для нагревания и сушки экспериментальных образцов применялась муфельная печь с электронным терморегулятором и предельной температурой нагрева до 1000 °С.

Для проведения экспериментов были изготовлены образцы из древесины с размером 50x50x50 мм. Порода древесины – ель. Образцы изготавливались из профилированного бруса, реализуемого через объекты розничной торговли. Образцы устанавливались на тиски гидравлического пресса и нагружались до момента начала разрушения (рис. 1).



Рис. 1. Проведение испытания образца на сжатие

С целью моделирования механических повреждений деревянных образцов в данной работе применялся сверлильный станок (рис. 3), при помощи которого осуществлялось сверление образцов сверлами различных диаметров. Причем сверление осуществлялось как вдоль, так и поперек волокон (рис. 2). Увлажнение деревянных образцов выполнялось путем их погружения в емкость с водой.

Результаты проводимых экспериментов сравнивали с показателями прочности эталонного образца, в качестве которого был принят образец, не подвергавшийся ни каким внешним воздействиям. Образец был подобран таким образом, чтобы в нем отсутствовали механические повреждения в виде трещин и сучки. Другие образцы подвергались внешним воздействиям. В двух образцах были просверлены отверстия диаметром 6 мм в различных направлениях относительно расположения волокон. Третий экспериментальный образец подвергался увлажнению путем погружения в емкость с водой и выдержке в течении 24 часов. Четвертый и пятый образцы нагревались в муфельной печи до температур 100 °С и 200 °С. Продолжительность нагрева составляла 5 часов.



Рис. 2. Подготовка образцов к испытаниям

Таким образом, при проведении испытаний на прочность деревянных образцов мы постарались учесть различные ситуации, которые могут возникать при эксплуатации деревянных конструкций – нагреву, увлажнению вследствие осадков, наличию различных механических повреждений.

Экспериментальные образцы устанавливались в зажимное устройство гидравлического пресса. Нагрузка к образцам прикладывалась плавно до момента их разрушения, то есть такого предельного состояния, когда можно было услышать характерный треск и стрелка динамометра начинала движение к нулевой отметке.

Для каждого образца определялись значения предельных напряжений на сжатие и изучались характер их разрушений. Значения полученных результатов испытаний представлены в таблице.

Таблица. Результаты испытаний

Номер образца	Характер внешнего воздействия	Предельная нагрузка, кН	Предельная прочность на сжатие, МПа
1	Эталонный образец	35	14
2	Сверление отверстия вдоль волокон образца	28,75	11,5
3	Сверление отверстия поперек волокон образца	26	10,4
4	Вымачивание	20,5	8,2
5	Нагревание образца до 100 °С	34	13,6
6	Нагревание образца до 200 °С	32,25	12,9

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

1) Наличие в деревянных конструкциях механических повреждений в виде отверстий, пропилов, проколов, прорезов способствует снижению прочности на 22 % при сверлении древесины вдоль волокон и на 35 % при сверлении поперек волокон.

2) Прочность деревянных конструкций незначительно снизилась у образцов, подвергнутых нагреванию. Снижение данного показателя составило 3 % при нагревании образца до 100 °С и 8% при нагревании до 200 °С.

3) Эксплуатация деревянных конструкций в условиях повышенной влажности в конечном итоге приведет к существенной потере прочности.

Полученные данные свидетельствуют о том, что дерево, как строительный материал в определенной степени теряет прочностные показатели при воздействии различных внешних факторов. Для обеспечения безопасности эксплуатации деревянных строительных конструкций следует обращать особое внимание на деревянных конструкций от внешних воздействий, особенно от повышенной влажности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михалев И.Ю., Киселев В.В. Разработка огнестойких покрытий металлоконструкций для защиты от пожаров. / В книге: ЭНЕРГИЯ-2019. Материалы конференции: в 6 томах. 2019. С. 80.

2. Киселев В.В. Влияние механических повреждений деревянных конструкций на их стойкость в условиях пожара. / 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. 243-248.

3. Манин А.А., Киселев В.В. Разработка подъемных устройств для ремонта пожарной техники. / В сборнике: Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 122-125.

УДК 655.228.6:

А. А. Покровский

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСНОВНЫЕ СТАДИИ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ КОЖ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Показан механизм формирования пористо-фибрилярной структуры материала, которая является основой для создания синтетической кожи нового поколения. Образование пористой структуры основано на методе селективной экстракции органическим растворителем полиэтилена низкой плотности. Удаление органического растворителя из основы синтетической кожи описывается процессом конвективной сушки. Рассмотрено влияние параметров теплоносителя на кинетику процесса сушки.

Ключевые слова: синтетическая кожа, капиллярно-пористый материал, органический растворитель, температура, конвективная сушка.

A. A. Pokrovsky

MAIN STAGES OF PRODUCING NEW GENERATION SYNTHETIC SKIN

The mechanism of the formation of the porous-fibrillar structure of the material, which is the basis for the creation of a new generation of synthetic leather, is shown. The formation of a porous structure is based on the method of selective extraction with an organic solvent of low density polyethylene. The removal of organic solvent from the base of synthetic leather is described by a convective drying process. The influence of the parameters of the coolant on the kinetics of the drying process is considered.

Key words: synthetic leather, capillary-porous material, organic solvent, temperature, convective drying.

В конце прошлого века были получены технологии производства новых видов материалов, так называемых синтетических кож нового поколения. Их физико-механические и гигиенические свойства аналогичны свойствам натуральной кожи. Это было достигнуто полученной структурой капиллярно-пористого материала, которая является основой для создания синтетических кож нового поколения. Структура капиллярно-пористой основы практически аналогична структуре натуральной кожи. Она представляет собой пористую матрицу, которая содержит в 1 см³ около трех миллионов пор с уложенными пучками тончайших микрофибрилл. На рис. 1 показано сходство внутренней структуры синтетической кожи нового поколения и натуральной кожи.

В нашем случае, для получения основы для создания синтетической кожи нового поколения использовался капиллярно-пористый материал, состоящий из 70 масс. частей полиэтилена низкой плотности и 30 масс. частей полиэтилентерефталата. На начальном этапе материал пропитывался раствором полиэфируретана. Затем из материала методом селективной экстракции органическим растворителем удалялся полиэтилен низкой плотности, вследствие чего формировалась пористо-фибриллярная структура материала.

На рис. 2 представлена принципиальная физическая модель изменения структуры капиллярно-пористого материала в процессе экстракции полиэтилена низкой плотности. В процессе экстракции происходит изменение количества микро- и макропор. В экстрагированном материале можно выделить три вида пор: макропоры, заполняющиеся жидкостью практически мгновенно; поры среднего размера, заполняющиеся в течение незначительного промежутка времени с постоянно уменьшающейся скоростью; и микропоры, которые заполняются в течение длительного времени с постоянной скоростью.

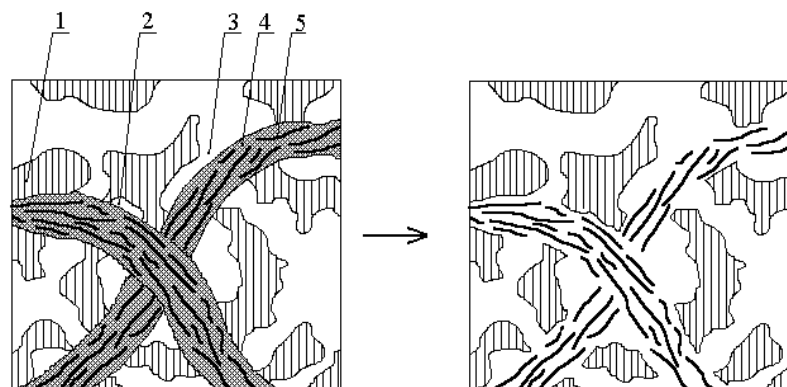


Рис. 2. Физическая модель изменения структуры синтетической кожи в процессе экстракции полиэтилена низкой плотности. 1 - полиэфируретановый каркас; 2 - пустоты на границе каркаса с бикомпонентным волокном; 3 - поры в каркасе; 4 - матрица бикомпонентного волокна; 5 - фибриллы

После экстракции в материале остается значительное количество органического растворителя. Влагосодержание составляет порядка трех килограмм растворителя на один килограмм сухого материала. Так как алкилбензолы и



Рис. 1. Внутренняя структура синтетической кожи нового поколения марки «Sofrina» и натуральной кожи

нормальные алканы, применяемые в качестве экстрагентов матричного полимера, оказывают негативное влияние на организм человека, то их остаточное содержание в материале должно быть нулевым. Удаление растворителя, оставшегося в материале после экстракции матричного полимера, является заключительной стадией процесса формирования капиллярно-пористой структуры основы для изготовления синтетической кожи нового поколения. Предварительные исследования показали, что данная стадия наиболее эффективно реализуется путем обработки материала насыщенным или перегретым водяным паром. Использование водяного пара в качестве теплоносителя обусловлено в первую очередь пожаробезопасностью процесса, так как в случае использования горячего воздуха возможно образование пожаро- и взрывоопасной смеси паров растворителя с воздухом, а также последующая сложность с извлечением дорогостоящего растворителя из данной смеси.

Стадию удаления органического растворителя из капиллярно-пористого материала можно рассматривать как процесс конвективной сушки от двух компонентов: органического растворителя и воды, так как при обработке материала перегретым паром, удаляемый из порового пространства растворитель, замещается водой сконденсировавшейся из водяного пара.

При проведении экспериментальных исследований по сушке образцов капиллярно-пористого материала были получены кинетические кривые изменения температуры и массы образца (рис. 3).

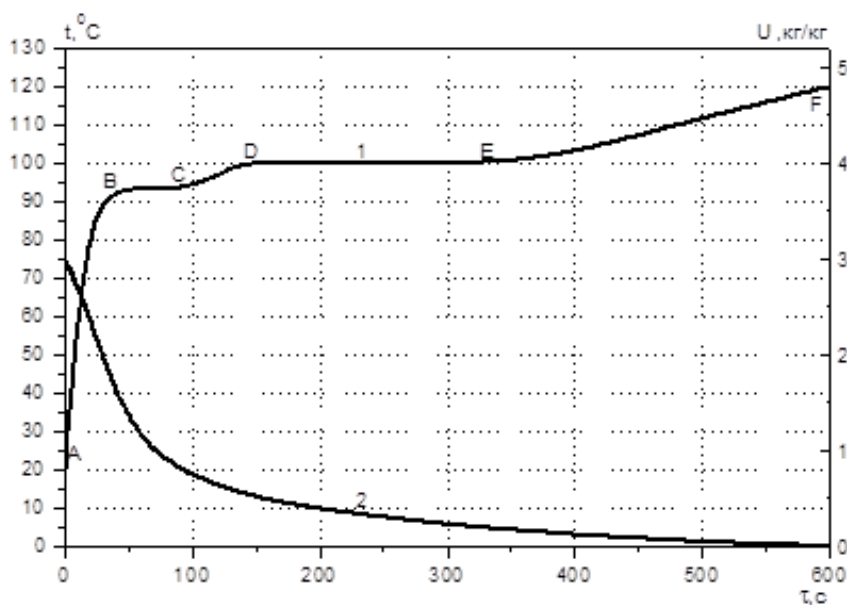


Рис. 3. Кинетические кривые изменения температуры (1) и массы (2) капиллярно-пористой основы в процессе её сушки от п-ксилола перегретым паром. Температура пара 120°C . Скорость пара $0,6 \cdot 10^{-3}$ м/с

Из полученных кривых видно, что при помещении материала, пропитанного растворителем, в паровую среду происходит его быстрый нагрев до температуры испарения смеси вода – п-ксилол (отрезок АВ), температура внутри образца равна 93°C. Период прогрева сопровождается интенсивным испарением растворителя с поверхности материала. Одновременно с этим конденсат из водяного пара проникает в поверхностные слои образца, так как температура материала на данном этапе не достигла 100°C.

Отрезок ВС на температурной кривой характеризует период постоянной скорости сушки от органического растворителя. Температура материала остается неизменной. Под действием перепада избыточного давления жидкость перемещается из внутренних слоев материала к поверхности. Парообразование происходит под действием тепла, которое передается материалу вследствие теплопроводности. С поверхности образца происходит испарение растворителя. При этом место влаги, удаленной с поверхности, занимает жидкость, движущаяся из внутренних слоев материала. Температура сушильного агента у поверхности материала равна температуре мокрого термометра, а его относительное влагосодержание равно единице. В ядре потока паровой фазы температура выше температуры мокрого термометра, а относительное влагосодержание меньше единицы.

Когда содержание растворителя в материале становится минимальным, то начинается период падающей скорости сушки от растворителя (отрезок CD). Движущей силой процесса на данном этапе является влажопроводность. Происходит резкий подъем температуры до 100°C, то есть до температуры испарения воды. С этого момента начинается период постоянной скорости сушки от воды, сконденсировавшейся в порах. Отрезок DE характеризует данный период на температурной кривой. В данном случае процесс сушки от воды аналогичен процессу сушки от органического растворителя. При падении влагосодержания материала до критического значения его температура скачкообразно возрастает до температуры теплоносителя (отрезок EF).

Проведенные исследования позволили сделать ряд выводов.

Стадию удаления растворителя из капиллярно-пористого материала наиболее целесообразно проводить перегретым водяным паром. При этом данная стадия может рассматриваться как процесс конвективной сушки от двух компонентов – растворителя и воды.

Исследования процесса сушки при различных температурах и скоростях теплоносителя показали, что повышение температуры перегретого пара приводит к значительному сокращению времени удаления обоих компонентов. Это повышает эффективность сушки и приводит к уменьшению удельного расхода водяного пара. Увеличение расхода водяного пара практически не влияет на скорость данного процесса.

Таким образом, процесс удаления растворителя из капиллярно-пористого материала целесообразно проводить в два этапа с различными параметрами водяного пара. На первом этапе при большом влагосодержании материала необ-

ходимо применить перегретый пар с максимально высокой температурой порядка 140°C. Сушка при данной температуре приводит к интенсивному удалению растворителя из порового пространства материала.

На втором этапе процесса сушки образца от воды, сконденсировавшейся из водяного пара, можно использовать теплоноситель с более низкой температурой порядка 110°C, чтобы избежать перегрева материала, когда его влагосодержание будет незначительным. Таким образом проведение процесса сушки капиллярно-пористого материала в два этапа позволит минимизировать затраты на теплоноситель, а также получить на выходе материал надлежащего качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Покровский А.А.* Пожаробезопасная технология удаления органического растворителя из полимерного материала // Материалы XXXII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы пожарной безопасности. – М.: ВНИИПО, 2020. – с. 682-686.

2. *Покровский А.А., Топоров А.В., Колобов М.Ю.* Удаление органического растворителя из основы синтетической кожи в токе водяного пара // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. - 2016. - № 4 (48). - с. 74-77.

УДК 608

Н. С. Полетаев, В. В. Киселев

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНОГО КИРПИЧА ПРИ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Проведены лабораторные испытания с целью определения показателя прочности строительного кирпича, нагретого до высоких температур. Температура повышалась ступенчато до 900 °С. Показателем прочности выступал предел прочности на сжатие. Испытания на сжатие проводились по стандартной методике. В статье представлены результаты проведенных испытаний.

Ключевые слова: кирпич, прочность, пресс гидравлический, муфельная печь, температура нагрева.

N. S. Poletaev, V. V. Kiselev

STUDY OF STRENGTH PROPERTIES OF BUILDING BRICK AT INCREASED TEMPERATURES

Laboratory tests were carried out to determine the strength index of building bricks heated at high temperatures. The temperature increased stepwise to 900 ° C. The strength indicator was the ultimate compressive strength. Compression tests were carried out according to the standard procedure. The article presents the results of the tests.

Key words: brick, strength, hydraulic press, muffle furnace, heating temperature.

Одним из наиболее часто используемых строительных материалов является кирпич. В некоторых строениях кирпичная кладка не выполняет роль несущих конструкций, например, в монолитно-каркасном строительстве, но чаще всего кирпичные стены или перегородки из кирпича несут нагрузку. Поэтому необходимо знать о влиянии разнообразных внешних факторов на прочностные свойства кирпича. Одним из таких внешних факторов является повышенная температура, возникающая при пожарах [1].

Пожары несут угрозу безопасности и здоровью граждан, наносят значительный материальный ущерб экономике страны. Часто виновником возникновения пожара является человек или его деятельность. Изучая статистику пожаров, мы можем заметить, что количество пожаров, возникающих именно в кирпичных зданиях, является весьма существенной составляющей. При реальном пожаре значения температур нагрева могут в значительной степени варьироваться. Температуры нагрева строительных конструкций может достигать высоких значений – свыше 1000 °C. В нашей работе интервал изменения температуры нагрева кирпича составлял от 0 до 900 °C [2].

Для проведения испытаний были подготовлены экспериментальные образцы строительного кирпича кубической формы размером 100x100x100 мм в количестве 11 образцов. Нагрев образцов производился в высокотемпературной электрической печи ПЛ-10/12,5, а испытания образцов на прочность выполнялись на гидравлическом прессе ПСУ-10 (рис. 1) [3].

Образцы предварительно нагревались до различных температур, после чего на гидравлическом прессе производились измерения максимального значения разрушающей силы. Время нагрева устанавливалось равным 20 минутам. При сжатии, силы, деформирующие образец, направлены вдоль его оси навстречу друг другу. Напряжения при сжатии распределяются по сечению равномерно, так как материал во всех точках поперечного сечения испытывает одинаковую деформацию (т.к. он однородный по строению). Затем, используя уравнение прочности на сжатие, высчитывали напряжение $\sigma_{в}$, при котором образец разрушался. В табл. 1 представлены результаты измерений и расчетов.



а)



б)

Рис. 1. Применяемое лабораторное оборудование:
1 – высокотемпературная электрическая печь, 2 – пресс гидравлический

Таблица 1. Протокол испытания исследуемых образцов

№ п/п	Площадь поперечного сечения образца, мм ²	Температура нагрева образца, °С	Значение предельной силы, кН	Значение напряжения σ , МПа
1	10070	20	82,98	8,24
2	10040	100	81,42	8,11
3	9960	200	79,58	7,99
4	9980	300	77,84	7,8
5	10010	400	69,07	6,9
6	10030	500	62,19	6,2
7	9970	600	55,83	5,6
8	10080	700	49,39	4,9
9	10010	800	44,04	4,4
10	9990	900	35,96	3,6

Для лучшей визуализации картины потери прочности строительного кирпича при нагреве данные табл. 1 представим в виде графика зависимости временного сопротивления кирпича при сжатия от температуры. Данный график представлен на рис. 2.

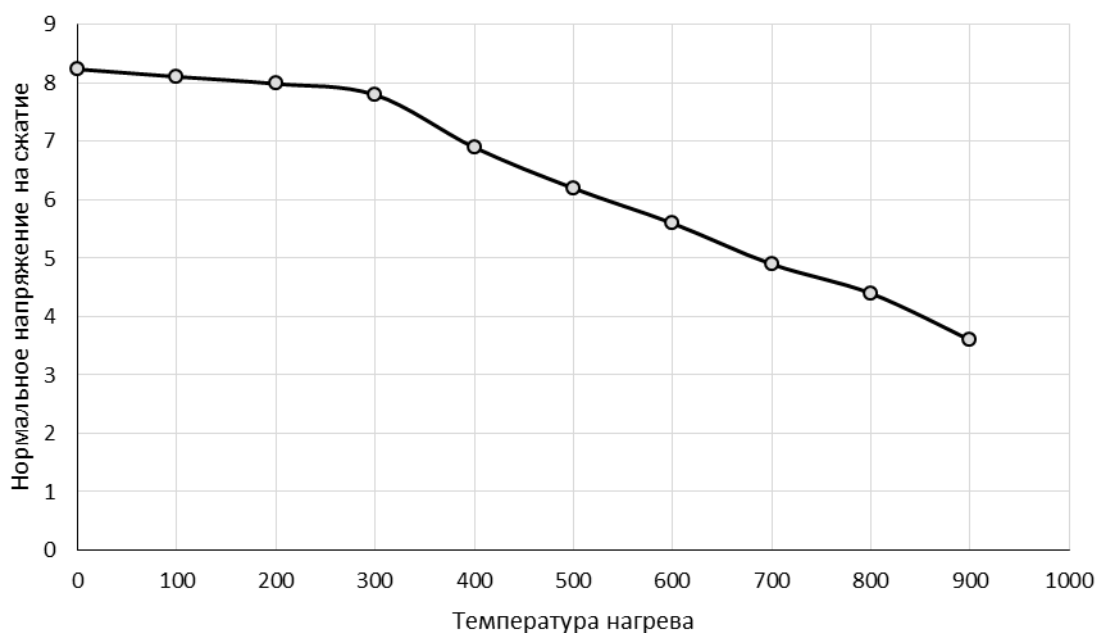


Рис. 2. Графическая зависимость показателя прочности образцов от температуры нагрева

На графике видно, что с ростом температуры происходит снижение величины временного сопротивления σ_B кирпича при сжатии. На наш взгляд опасным нагревом строительного кирпича являются температуры свыше 400 °С. Выше этих температур наблюдается существенное снижение прочности, что может привести к обрушению несущих кирпичных конструкций, находящихся под нагрузкой. При визуальном наблюдении характера разрушения строительного кирпича можем отметить характерное его хрупкое разрушение из-за отсутствия вязкости материала. Разрушение начинается с выкрашивания боковых граней под углом 45°, образец при этом принимает форму двух усеченных пирамид, соединенных вместе.

Характер хрупкого разрушения образцов представлен на рис. 3.



Рис. 3. Характер разрушения лабораторных образцов, предварительно нагретых до высоких температур

На основании результатов проведенных экспериментов можем сделать вывод, что при нагревании кирпича до 900°C его прочность снижается в 2,3 раза. Кроме потери прочности при нагреве кирпича наблюдается увеличение его хрупкости, что наглядно представлено на рисунке 3. Поэтому, в условиях затяжных пожаров в кирпичных строениях существует угроза их обрушений в следствии потери прочности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ермакова К.Н., Красильникова А.В., Киселев В.В.* Поиск причин снижения прочности и надежности элементов деревянных конструкций. / В сборнике: Надежность и долговечность машин и механизмов. Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции. 2018. С. 70-73.
2. *Киселев В.В.* Влияние механических повреждений деревянных конструкций на их стойкость в условиях пожара. / 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. 243-248.
3. *Михалев И.Ю., Киселев В.В.* Разработка огнестойких покрытий металлоконструкций для защиты от пожаров. / В книге: ЭНЕРГИЯ-2019. Материалы конференции: в 6 томах. 2019. С. 80.

УДК 614.842.612

И. А. Пустовалов

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ В СИСТЕМАХ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ЗАЩИТЫ

В статье рассмотрены виды наноструктурированных материалов, применяемых для модификации огнетушащих веществ, а также их влияние на физико-химические и теплофизические свойства наножидкостей.

Ключевые слова: углеродные наноструктуры, огнетушащее вещество, пожаротушение.

I. A. Pustovalov

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

FEATURES OF APPLICATION OF NANOSTRUCTURED MATERIALS IN FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS AT PROTECTED OBJECTS

The article discusses the types of nanostructured materials used for the modification of fire extinguishing agents, as well as their effect on the physicochemical and thermophysical properties of nanofluids.

Key words: carbon nanostructures, extinguishing agent, fire extinguishing.

Вопрос повышения эффективности тушения пожаров за счет применения присадок активно решается, как зарубежными, так и отечественными деятелями, такими, как Song В. Н., Kim А. К., Терехов В.И., Иванов А.В. и другие. Это связано со снижением необходимости создания новых огнетушащих веществ, за счет модифицирования уже имеющихся. В качестве модификаторов огнетушащих составов выступают поверхностно-активные вещества, органические растворители, наноразмерные оксиды металлов и углеродные наноструктуры.

На базе Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России проводятся исследования наножидкостей на основе углеродных наноструктур (УНС), предназначенных для ликвидации горения легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Среди УНС (рисунок) наибольшее распространение получили многостенные углеродные нанотрубки (MWCNTs), фуллерены (C_{60}), астралены (Astr.)

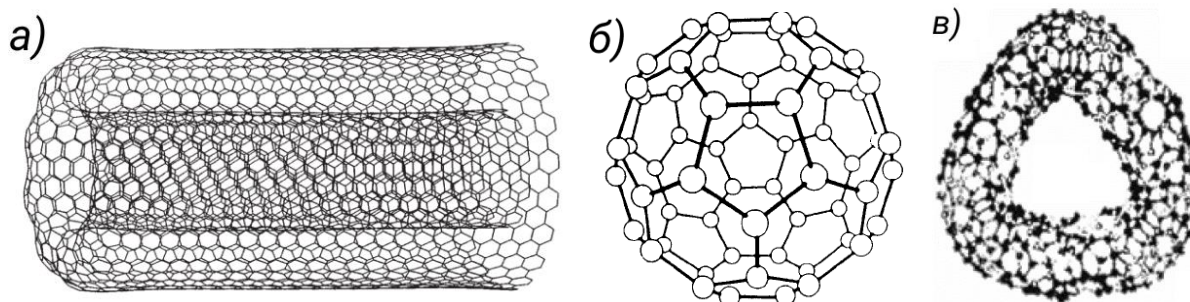


Рисунок. Структура УНС: MWCNTs (а); C_{60} (б); Astr. (в)

Результаты исследований показали, применение углеродных наноструктур в целях пожаротушения обусловлено прежде всего их эффективностью при реализации мероприятий по ограничению распространения опасных факторов пожара [1] и тушению пожаров легковоспламеняющихся и горючих жидкостей [2]. УНС применяют в качестве модифицирующего компонента воды, пены, водногелевых составов (ВГС) и других веществ. Однако, следует учитывать

способность углеродных наноструктур оказывать влияние на физико-химические свойства исходного огнетушащего вещества, которые определяют его эксплуатационные характеристики.

В работе [3] упоминается об изменении коэффициента поверхностного натяжения ВГС на основе Carborol EDT-2020 (0,2 % масс.) при диспергировании в его состав 1,0 об.% MWCNTs. Данный модификатор позволяет увеличить коэффициент поверхностного натяжения наножидкости на 16 % относительно базового образца. За счет изменения данной характеристики можно регулировать размер капель [4] огнетушащей жидкости, подаваемой на тушение пожара.

В работе [5] провели исследования по определению плотностей и коэффициента поверхностного натяжения дистиллированной воды при диспергировании в её состав 0,1 об.% MWCNTs. Стоит отметить, что данный вид наноструктур не оказывает существенного влияния на плотность воды. Закономерное снижение плотности наножидкости при повышении температуры также сохраняется. Однако, при исследовании теплофизических характеристик выявлено снижение поверхностного натяжения относительно базовой жидкости приблизительно на 5 %.

Реологические свойства оказывают влияние на дальность подачи и время истечения модифицированной жидкости по трубопроводам систем пожаротушения. В работе [6] плотность и динамическая вязкость при диспергировании в состав воды MWCNTs повышается при концентрации 1,0 об.%.

Изменение теплофизических свойств, таких, как удельная теплоемкость и удельная теплота парообразования жидкости в существенной степени зависят от вида УНС. Исследования [2] показали, что диспергирование астраленов и MWCNTs в состав дистиллированной воды обеспечивает повышение удельной теплоты парообразования за счет чего капли огнетушащего вещества способны аккумулировать и отводить большее количество теплоты из зоны горения.

Теоретическая модель [7] показывает, что изменение физико-химических и теплофизических свойств огнетушащей жидкости способствует снижению времени тушения пожара класса «В». Из условия (1) следует, что на время тушения пожара влияют удельная теплота парообразования, удельная теплоемкость, плотность и коэффициент поверхностного натяжения огнетушащей жидкости:

$$\tau_{\tau} = \frac{Q_{\text{зап}}}{I \cdot Q_{\text{охл}} - [c_p \cdot (T_{\text{кип}} - T_{\text{всп}}) + r_B] \cdot v_M^{\text{уд}}} \quad (1)$$

где $Q_{\text{охл}}$ – охлаждающий эффект воды, кДж/л; c_p – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг·град); $T_{\text{кип}}$ – температура кипения горючей жидкости, °С; $T_{\text{всп}}$ – температура вспышки, °С; r_B – удельная теплота парообразования; I – интенсивность подачи ОТВ; $v_M^{\text{уд}}$ – удельная массовая скорость выгорания, кг/(м²·с); $Q_{\text{зап}}$ – количество тепла, аккумулируемое в прогретом слое, кДж/м².

Исходя из вышесказанного, диспергирование УНС в состав водосодержащих огнетушащих веществ способно повысить огнетушащую способность средств пожаротушения при тушении пожаров класса «В». Тем не менее, стоит отметить, что помимо изменения физико-химических свойств огнетушащего вещества, УНС склонны к седиментации. Поэтому, для их применения в условиях длительного хранения огнетушащей жидкости (например, в огнетушителях и модульных установках пожаротушения) необходимо учитывать расходы на добавление различных поверхностно-активных веществ (сурфакантов) [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пустовалов И.А., Иванов А.В., Пономарев А.Н. Моделирование применения модифицированных огнетушащих составов в модульных установках пожаротушения на объектах с обращением твердых и жидких топлив // Техносферная безопасность. – 2021. № 1 (30) – С. 32-41.
2. Иванов А. В., Торопов Д.П., Медведева Л.В., Калинина Е.С. Физический механизм и способ тушения жидких углеводородов модифицированными суспензиями воды с углеродными наноструктурами // Пожаровзрывобезопасность. – 2019. – Т. 28. – №. 1. – С. 22-34.
3. Иванов А. В., Торопов Д.П., Ивахнюк Г.К., Федоров А.В., Кузьмин А.А. Исследование огнетушащих свойств воды и гидрогелей с углеродными наноструктурами при ликвидации горения нефтепродуктов // Пожаровзрывобезопасность. – 2017. – Т. 26. – №. 8. – С. 31-44.
4. Тарасевич С.Э., Яковлев А.Б. Средний диаметр капель, образующийся при распаде жидких струй и пленок (обзор) // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2004. – №4. – С. 52-57.
5. Berrada N., Hamze S., Desforges A., Ghanbaja J., Gleize J., Mare T., Vigolo B., Estelle P. Surface tension of functionalized MWCNT-based nanofluids in water and commercial propylene-glycol mixture //Journal of Molecular Liquids. – 2019. – Т. 293. – С. 111473. DOI: 10.1016/j.molliq.2019.111473.
6. Shoghl S. N., Jamali J., Moraveji M. K. Electrical conductivity, viscosity, and density of different nanofluids: An experimental study //Experimental Thermal and Fluid Science. – 2016. – Т. 74. – С. 339-346. DOI: 10.1016/j.expthermflusci.2016.01.004.
7. Бобков С. А. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: учеб. пособие / С. А. Бобков, А. В. Бабурин, П. В. Комраков. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. – 210 с.
8. Soma K., Babu J S. C. Factors influencing the rheological behavior of carbon nanotube water-based nanofluid //Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures. 2015. Vol. 23. No. 8. Pp. 750-754. DOI: 10.1080/1536383X.2014.973489.

УДК 620.178.74

П. В. Пучков

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ РУКАВНЫХ ГОЛОВОК, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ МАТЕРИАЛОВ С НИЗКОЙ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТЬЮ

В данной статье пойдет речь о технических решениях направленных на защиту от ударных нагрузок соединительных рукавных головок, изготовленных из алюминиевых сплавов. Решить проблему низкой ударной вязкости предлагается с помощью нанесения резиноподобных покрытий на корпус соединения и за счет установки резинового демпфера.

Ключевые слова: Соединительная рукавная головка, ударная вязкость, хрупкость, демпфер, резиноподобное покрытие

P. V. Puchkov

ON THE ISSUE OF INCREASING THE DURABILITY OF CONNECTING SLEEVE HEADS MADE OF MATERIALS WITH LOW IMPACT STRENGTH

This article will focus on technical solutions aimed at protecting connecting sleeve heads made of aluminum alloys from shock loads. It is proposed to solve the problem of low impact strength by applying rubber-like coatings on the connection body or by installing a rubber damper.

Keyword: Connecting sleeve head, impact strength, brittleness, damper, rubber-like coating

Соединительные рукавные головки – это крепежный элемент для быстрого соединения различных напорных, всасывающих рукавов, пожарных рукавов и пожарного оборудования. Одним из наиболее популярных типов быстроразъёмных соединений является соединительная рукавная головка Богданова (Рис.1). Надёжность соединения в таком устройстве обеспечивается за счет зацепления клыков (3), расположенных на обойме соединительной головки.

Соединительные рукавные головки Богданова имеют ряд достоинств: небольшой вес, высокую коррозионную стойкость и невысокую стоимость, за счёт использования недорогих алюминиевых сплавов. Литейные сплавы на основе алюминия называются силуминами – это сплавы алюминия с кремнием (Si-Al), содержащие в составе незначительное количество примесей железа, меди, марганца, титана, цинка и др. Силумины обладают малым весом (плотность силуминовых сплавов от 2,5 до 2,94 г/см³), не являются дефицитными сплава-

ми, по сравнению с алюминием обладают большей прочностью и износоустойчивостью, они устойчивы к коррозии во влажной атмосфере и морской воде, в слабокислой и щелочной среде. Однако силумины обладают существенным недостатком – этот сплав хрупок и при обработке или ударных нагрузках крошится. Предел прочности силумина марки АК2 составляет $\sigma_B=150$ МПа, а относительное удлинение $\delta =4$ %. По этой причине нередко происходит разрушение «клыков» соединительных рукавных головок при падении на твердую поверхность. Выход из строя соединительной головки в свою очередь влечет к снижению количества или полному прекращению подачи в зону горения огнетушащих веществ.



Рис. 1. Соединительная рукавная головка:
1 – обойма; 2 – уплотняющее резиновое кольцо; 3 – клык

Повышение стойкости быстроразъемных соединений пожарных рукавов к ударным нагрузкам является актуальной задачей на сегодняшний день. Решить проблему повышенной хрупкости изделий из силумина к ударным нагрузкам можно различными способами:

1. Использование более стойких к ударным нагрузкам материалов для изготовления корпусов соединительных рукавных головок;
2. Разработка новых технических решений по защите уже существующих соединительных рукавных головок от ударных нагрузок.

Использование новых материалов, например, сплавов на основе меди, взамен алюминиевых сплавов, традиционно применяемых для изготовления корпусов соединений, приведет к их значительному удорожанию, а также к увеличению веса соединительных головок. Известно, что плотность алюминия составляет 2700 кг/м^3 , а меди – 8900 кг/м^3 , это означает что соединительная рукавная головка из латуни или бронзы будет в 3 раза тяжелее алюминиевой. Кроме того, в настоящее время в пожарно-спасательных частях в подавляющем большинстве применяются именно силуминовые соединительные рукавные головки Богданова и их замена в масштабах страны может затянуться на значительный срок.

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее перспективным и рациональным является решение, связанное с модернизацией уже существующих быстроразъемных соединений. В рамках данного направления предлагается два варианта специальных защитных мер, предотвращающих жесткий удар соеди-

нительных рукавных головок о твердую поверхность (асфальтобетонное покрытие, бетон) при падении с высоты.

Первое техническое решение заключается в нанесении на поверхность «клыков» соединительных рукавных головок резиноподобных покрытий в виде демпфирующих покрытий. Данные покрытия могут быть изготовлены на основе резины, которая как известно обладает хорошими демпфирующими свойствами, поэтому хорошо поглощает ударные нагрузки;

Второе техническое решение направлено на разработку защитного резинового демпфера для предотвращения контакта корпуса быстроразъемного соединения с поверхностью грунта (асфальтобетонного покрытия, бетона). Резиновый демпфер служит для поглощения ударных нагрузок, возникающих при эксплуатации рукавных головок.

При реализации первого варианта решения проблемы низкой ударной вязкости соединительных рукавных головок Богданова были проведены эксперименты. В ходе испытаний на образцы наносилось резиноподобное эластичное покрытие различной толщины. Толщина покрытий варьировалась от 1 до 5 мм. Образцы с нанесенным покрытием подвергались испытанию на ударный изгиб по методу Шарпи с помощью маятникового копра КМ-5. Результаты испытаний иллюстрируются графиком, представленном на рисунке 2.

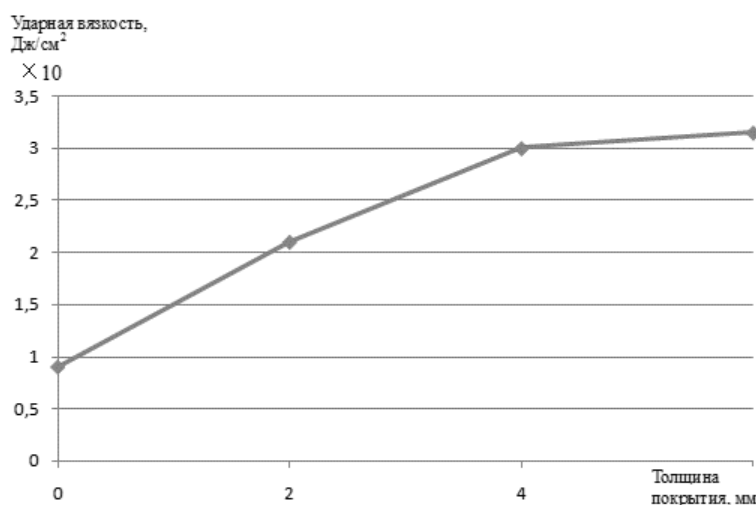


Рис. 2. Зависимость ударной вязкости силимина от толщины резиноподобного покрытия

Из представленной на графике зависимости видно, что увеличение толщины покрытия более чем 4 мм не приводит к увеличению значения сопротивления материала ударным нагрузкам. Поэтому, наносить защитное эластомерное покрытие большей толщины нецелесообразно.

Таким образом, нанесение на соединительные рукавные головки эластомерных материалов позволит увеличить ударную вязкость конструкции в целом за счет высоких демпфирующих свойств эластомерного покрытия.

При реализации второго способа решения проблемы низкой ударной вязкости соединительных рукавных головок предлагается следующее техническое решение. Чтобы уберечь соединительные рукавные головки от ударных нагрузок на рукавную головку следует установить съемное резиновое демпферное кольцо. В качестве демпфирующего материала предлагается использовать резину, как дешевый и доступный материал. Резина обладает высокой эластичностью, выраженной химической стойкостью, хорошими демпфирующими свойствами в широком диапазоне температур. К тому же резина является непроницаемой для воды и газов. Модуль упругости резины при малых деформациях составляет $E=1-10$ МПа. По этой причине резина хорошо поглощает ударные и вибрационные нагрузки. Предлагаемая конструкция резинового демпферного кольца представлена на рисунке 3а и 3б.

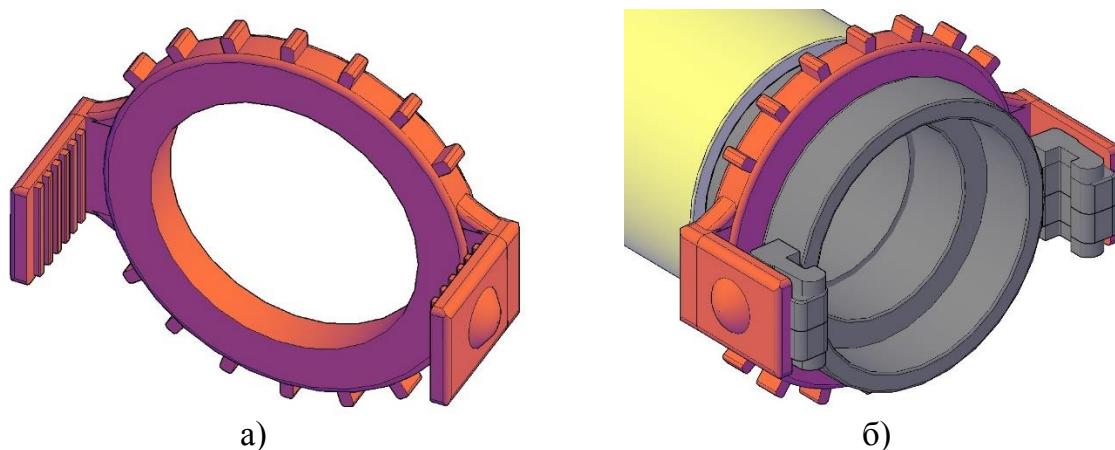


Рис. 3. Пожарная соединительная рукавная головка с резиновым демпфером:
а – демпферное кольцо; б – рукавная головка с установленным демпферным
кольцом

На кольце демпфера имеются пластинки для защиты «клыков» от ударных нагрузок при падении рукавных головок на твердую поверхность, кроме того по периметру кольца предусмотрены резиновые ребра для дополнительной амортизации. Данное приспособление исключает возможность прямого контакта металлических частей соединительной рукавной головки с твердой поверхностью. При обслуживании пожарных рукавов демпферное кольцо можно снимать с соединительной рукавной головки. Демпфер удерживается на втулке быстроразъемного устройства за счет сил трения.

Демпфер должен обладать следующими свойствами: малый вес; легкость монтажа и демонтажа, упругость, небольшая стоимость, химическая стойкость и долговечность.

Вывод: Предложенные выше технические решения позволят повысить долговечность быстроразъемных соединений пожарных рукавов, изготовленных из сплавов на основе алюминия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарная техника: Учебник / Под ред. М.Д. Безбородько.-М.: Академия ГПС МЧС России, 2004.-550 с.
2. Пучков П. В. Новые технические решения по обслуживанию пожарных напорных рукавов / П.В. Пучков, И.А. Легкова // Общественные проблемы инженерной подготовки кадров МЧС России: сборник трудов секции № 16 XXXI Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь», 17 марта 2021 года. – Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. – 2021. – С.100-106
3. Иванов В.Е. Использование современных методов исследования при разработке новых конструкций зажимов для восстановления работоспособности напорных пожарных рукавов и оценка их технического состояния на основе компьютерного моделирования /В.Е. Иванов, П.В. Пучков// Сборка в машиностроении, приборостроении. Издательство "Инновационное машиностроение" №3, 2021 С.114-118 (Москва)

УДК 677.494.675+661.174

О. В. Рева¹, В. В. Богданова², А. Н. Назарович¹, А. В. Врублевский¹

¹Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

²НИИ физико-химических проблем Белорусского государственного университета

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА НЕОРГАНИЧЕСКИХ ФОСФАТНЫХ ЗАМЕДЛИТЕЛЕЙ ГОРЕНИЯ НА ОСОБЕННОСТИ ТЕРМОДЕСТРУКЦИИ ОГНЕЗЕЩИЩЕННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Исследовано влияние химического и гранулометрического состава аммонийно-фосфатных замедлителей горения на особенности термоокислительной деструкции модифицированных ими полиэфирных текстильных материалов.

Ключевые слова: тонкодисперсные суспензии; нетоксичные замедлители горения; огнестойкие полиэфирные материалы; металлофосфатные антипирены.

O. V. Reva, V. V. Bogdanova, A. N. Nazarovich, A. V. Vrublevsky

INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF INORGANIC PHOSPHATE COMBUSTION RETARDERS ON THE FEATURES OF THERMAL DESTRUCTION OF FIREPROOF TEXTILE MATERIALS

The influence of the chemical and granulometric composition of ammonium-phosphate flame retardants on the peculiarities of thermo-oxidative destruction of polyester fibrous materials modified by them has been investigated.

Key words: fine suspensions; non-toxic flame retardants; flame retardant polyester materials; metal phosphate fire retardants

В настоящее время большое внимание уделяется разработке как новых типов огнестойких синтетических волокон для защитной спецодежды, так и совершенствованию огнезащитной обработки уже производимых волокон и текстильных изделий. Наиболее эффективным методом является модификация полимерной цепи, например, включение имидных и диазольных группировок и циклов на примере арамидов; или в случае полиэтилентерефталатов (ПЭТФ) – введением в состав цепи фосфор- и галогенсодержащих алкадиенов, галогенпроизводных терефталевой кислоты, что приводит к существенному смещению начала термоокислительного распада макромолекул в область более высоких температур путем блокирования распада сложноэфирных группировок и связывания кислородсодержащих радикалов [1-3].

Широко используется и введение антипиренов в синтетические полимеры на стадии расплава. В качестве ингибиторов горения, совместимых с растворами и расплавами синтетических полимеров, в том числе ПЭТФ, используют продукты конденсации меламина и его взаимодействия с фосфорной кислотой, диэтилфосфинаты ряда металлов, фосфатные и фосфинатные производные бифенолов, меламиновые соли триазолов, и другие подобные соединения [4-7]. Механизм их огнезащитного действия по отношению к различным синтетическим волокнам рассмотрен в обзоре [8] и включает образование слоя полукокса в конденсированной фазе, выделение фосфорсодержащих радикалов в газовую фазу и изменение характеристик пиролиза полимерной матрицы, таких как температура разложения и количество отдельных стадий разложения.

Однако в ряде случаев при создании композитного изделия на основе модифицированных волокон, например тканей с металлизированным поверхностным светоотражающим слоем, собственной огнестойкости волокон может оказаться недостаточно, в связи с чем требуется дополнительная поверхностная обработка текстильного материала растворами и суспензиями антипиренов [9-13].

Для поверхностной огнезащитной обработки синтетических волокон, в том числе полиэфирных и арамидных, применяют смеси, включающие аллиловые эфиры фосфорной или фосфоновых кислот, галоидалкиловые эфиры ненасыщенных фосфоновых и фосфиновых кислот (например, состав «Пробан», содержащий тетра (гидроксиметил) фосфоний хлорид $[(\text{CH}_2\text{OH})_4\text{P}^+\text{Cl}^-]$ и другие органические соединения (иногда в смеси с неорганическими), как правило, с термической фиксацией замедлителя горения [10-13].

Поверхностная обработка текстильных изделий неорганическими композициями проводится реже вследствие их слабого закрепления на поверхности полимерных волокон, хотя нестехиометрические рентгеноаморфные металлофосфаты аммония являются эффективными нетоксичными ингибиторами горе-

ния [14,15]. Механизм их огнезамедлительного действия заключается как в образовании стеклообразных или вспененных структур на границе раздела фаз, так и выделении в газовую фазу соединений азота, ингибирующих активные центры пламени [15].

В случае закрепления неорганических соединений на полимерных волокнах путем формирования системы организованных химических связей между матрицей и азот- и фосфорсодержащим замедлителем горения [16], количество привитого антипирена очень невелико, и механизм обеспечения устойчивой огнезащиты представляет существенный интерес, поскольку в литературе очень мало сведений о влиянии химического и гранулометрического состава комплексных неорганических ингибиторов горения на закономерности термодеструкции текстильных материалов, модифицированных по методу «химической микросборки».

В качестве основы исследованных в данной работе огнезащитных композиций использовался синтетический продукт, состоящий из аморфных аммонийных фосфатов двух- и трехвалентных металлов и дигидрофосфата аммония. Применяемые композиции отличались гранулометрическим составом (истинные растворы, грубодисперсные суспензии и тонкодисперсные коллоидные растворы) и относительным содержанием ионов многовалентных металлов (кальция, магния, железа и алюминия). Огнезащитная обработканетканого текстильного ПЭТФ материала включала: предварительное кислотное травление [17], нанесение адгезионного подслоя соединений олова пропиткой в коллоидных этанольных растворах SnCl_2 [18]; пропитку огнезащитными композициями АН-10, СиАНС-10 и СиАН 6.5-20, представляющими собой сложносоставные дисперсные системы на основе аммонийных фосфатов двух- и трехвалентных металлов различного гранулометрического и катионно-анионного состава: $[\text{NH}_4^+]$; $[\text{Me}^{2+}/\text{Me}^{3+}]$; $[\text{HPO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{PO}_4^-/\text{PO}_4^{3-}]$; и сушку обработанного материала при температуре 80-90 °С в течение 20 минут. Для сравнения проводилась обработка текстильных материалов истинным водным раствором дигидрофосфата аммония $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$.

По данным весового анализа количество антипирена, закрепившегося на единице объема полиэфирного нетканого текстильного материала после его огнезащитной обработки истинным раствором $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ и стирки составляет 0,01-0,03 мг/см³; в случае грубодисперсной суспензии неорганического ингибитора горения АН-10 – 0,06–0,09 мг/см³. Обе эти огнезащитные композиции не обеспечивают огнестойкости обработанного материала. Количество тонкодисперсных замедлителей горения СиАН 6,5-20 и СиАНС-10, прочно адсорбирующихся на полиэфирном материале и не вымывающихся при стирке, составляет 4,75-9,05 мг/см³, что на 2-2,5 порядка превышает количества $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, и АН-10, и по результатам огневых испытаний является достаточным для обеспечения его огнестойкости.

Методом рентгенофлуоресцентной спектроскопии (спектрометр фирмы RAW alytical) установлено, что в ПЭТФ текстильных материалах, сохраняющих

огнестойкость после стирки, присутствуют элементы, входящие в состав замедлителя горения, в количествах не менее: P – 1,5-0,6 %; N – 0,2-0,6 %; Ca – 0,1-0,3 %; Mg – 0,07-0,16 %; Fe – 0,4-0,5 %. Требуемые характеристики обеспечиваются композициями СиАН 6.5-20 и СиАН 6.5-20, в состав которых входят ионы многовалентных металлов, Табл.

Таблица. Элементный состав исходных замедлителей горения и огнезащитного ими текстильного полиэфирного материала после стирки

Образец	Содержание, %						Классификация по горючести
	P	N	Sn	Ca	Mg	Fe	
NH ₄ H ₂ PO ₄	27	12	–	–	–	–	–
СиАНС-10	24	9,6	–	1,0	0,2	0,5	–
АН-10	17	15	–	–	–	–	–
СиАН 6.5-20	18,4	7,4	–	0,7	0,16	0,48	–
ПЭТФ– СиАНС-10	1,5	0,6	0,04	0,3	0,3	0,7	Трудновоспламеняемый
ПЭТФ–АН-10	0,2	0,2	0,009	–	–	–	Легковоспламеняемый
ПЭТФ–СиАН 6.5-20	0,6	0,2	0,01	0,09	0,07	0,4	Трудновоспламеняемый
ПЭТФ– NH ₄ H ₂ PO ₄	0	0	0,01	0	0	0	Легковоспламеняемый

Таким образом, по данным элементного анализа огнезащитных и постиранных образцов, достаточное для обеспечения требуемого по ГОСТ огнезащитного эффекта количество неорганического замедлителя горения (обнаружено в текстильном материале только в случае прикрепления соединений азота и фосфора к полимерной поверхности посредством интермедиаторов – коллоидных частиц на основе многовалентных металлов, Рис 1, кривая 3.

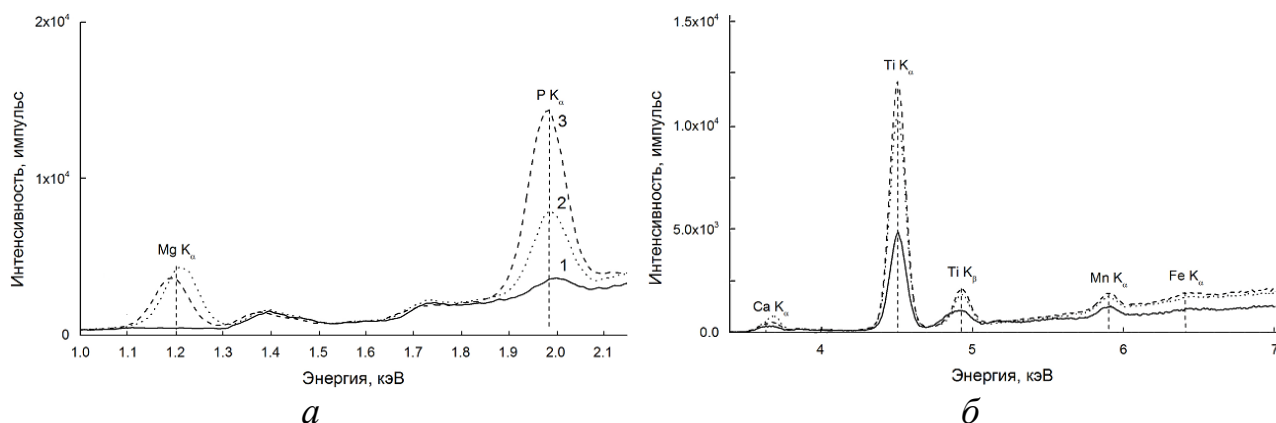


Рис. 1. Рентгенофлуоресцентные спектры текстильного полиэфирного материала:
1 – исходный материал, 2 – обработанный композицией АН-10,
3 – обработанный СиАНС-10

Методом термогравиметрического и дифференциально-калориметрического анализа на приборе NETZSCH STA 449 C установлено, что при нагреве необработанного полиэфирного текстильного материала потеря массы за счет отщепления мономеров и дефектных концевых групп начинается при температуре $\sim 320^\circ\text{C}$, Рис. 1а, кривая 1. Выделение газообразных продуктов деструкции макромолекул ПЭТФ и моновеньев с потерей массы $\sim 80\%$ резко интенсифицируется при достижении 420°C . По мере дальнейшего повышения температуры при $546,8^\circ\text{C}$ начинается пламенное горение газообразных продуктов разложения полиэфира со значительным выделением тепла – 4476 Дж/г , Рис. 1 б, кривая 1; остаточная коксовая масса материала составляет всего $1,44\%$ от исходной.

В случае обработки полиэфирного текстильного материала раствором $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ и грубодисперсной суспензией АН-10 закономерности его термодеструкции и горения мало отличаются от необработанного материала, Рис. 1а, кривая 2. Однако деструкция полимерной цепи и разрушения мономеров смещаются к более высоким температурам: $\sim 398,2^\circ\text{C}$ и $444,8^\circ\text{C}$ соответственно. Пламенное горение газообразных продуктов разложения полиэфира начинается при $547,6^\circ\text{C}$ со значительным выделением тепла – 2542 Дж/г , Рис. 1б, кривая 2. После сгорания полиэфирного материала, обработанного раствором $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, остаточная коксовая масса составляет $6,49\%$ от исходной. Таким образом, по сравнению с исходным материалом, несколько затормаживается процесс термодеструкции полиэфира, а пламенное горение летучих продуктов начинается практически при той же температуре, что полностью соответствует результатам огневых испытаний.

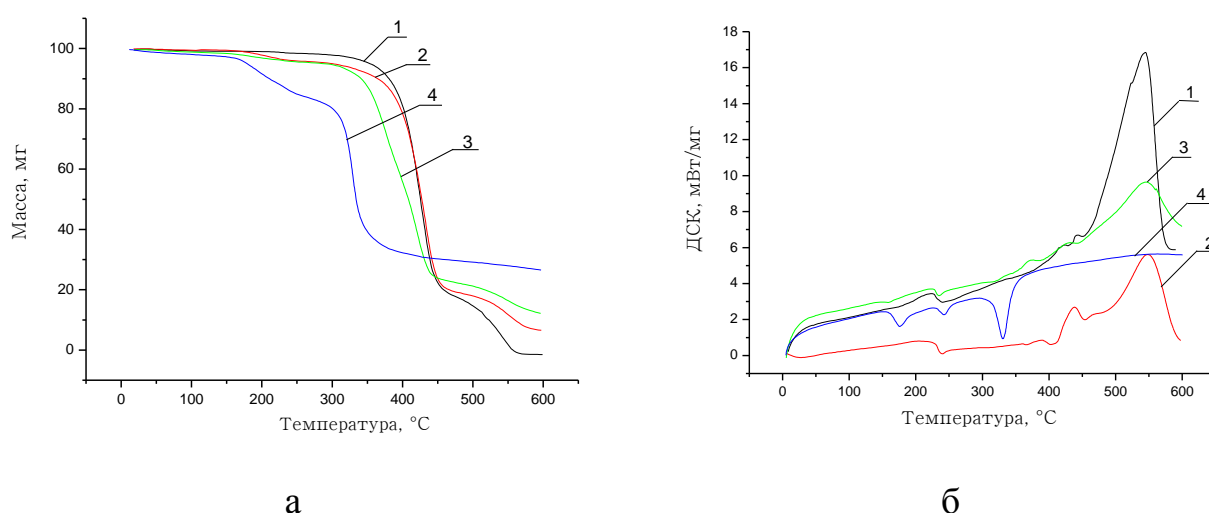


Рис. 1. Термогравиметрические (а) и дифференциально-калориметрические (б) кривые: 1- для исходного полиэфирного материала, 2 - прошедшего огнезащитную обработку раствором $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, 3 - композицией СиАН 6,5-20, 4 – композицией СиАНС-10

В случае обработки полиэфирного текстильного материала тонкодисперсными огнезащитными композициями СиАНС-10 и СиАН 6.5-20 наблюдается существенное изменение закономерностей его термодеструкции, Рис. 1а, кривые 3, 4. Несмотря на то, что потеря массы модифицированным текстильным материалом начинается при 180°С, этот эффект соответствует скорее началу разложения замедлителя горения, при этом к 300 °С потеря массы образцом составляет всего 2,38 и 4,77 %. Несколько отчетливых минимумов на дифференциальной кривой при 192,9, 256,2 и 341,1 °С, явно соответствуют плавлению и разложению компонентов огнезащитной композиции с поглощением значительного количества тепла (1038 Дж/г), что предотвращает деструкцию полимерного материала. Разложение модифицированного ПЭТФ на мономеры и их разрушение с потерей массы ~52,66 % начинается только после 340° и 380°С; причем пламенное горение продуктов деструкции полимера не наблюдается – выделения соответствующего количества теплоты не зафиксировано вплоть до 600° С, Рис. 1 б, кривые 3, 4. Остаточная коксовая масса – 26,47 и 35,6 % соответственно – практически в 10 раз превышает таковую для необработанного текстильного материала.

Снижение тепловыделения при термоллизе модифицированного ПЭТФ может быть обусловлено как образованием термоизолирующих расплавов и вспененных структур, так и выходом летучих ингибиторов горения в газовую фазу. Так, резкое возрастание массы коксового остатка свидетельствует об образовании твердого органо-минерального стеклоподобного слоя на границе раздела фаз, препятствующего тепло-массообмену, что визуально подтверждается при проведении огневых испытаний.

Таким образом, поверхностная обработка текстильных материалов тонкодисперсными неорганическими ингибиторами горения при условии химической привязки антипирена к полимерной матрице приводит к смещению разложения ПЭТФ в более высокотемпературную область, в том числе за счет поглощения большого количества тепла при плавлении и разложении замедлителя горения с формированием стеклоподобного изолирующего слоя, несмотря на незначительные количества антипирена в приповерхностном слое модифицированного ПЭТФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранова Т.Л., Смирнова Н.А., Айзенштейн Э.М., Горельшева М.Н. Огнезащитные полиэфирные волокна // Обзор Инф. НИИГЭХИМ. Сер. Промышленность химических волокон. -М.: НИИГЭХИМ, 1986. 41с.
2. Кокорева О.Н., Кузина Н.Г., Виноградов М.В., Машляковский Л.Н. Влияние фосфорсодержащих реакционноспособных замедлителей горения на термическую деструкцию полиэфира // М.: НИИТЭХИМ, 1988. 10 с.
3. Лопатин, Д.В. Химическая модификация полиэтилентерефталата // Изв. АН БССР, Сер. хим. наук. Деп. 22.06.81. № 3005-81. 31 с.

4. Перепелкин К.Е. Химические волокна: развитие производства, методы получения, свойства, перспективы. СПб.: Изд. СПГУТД, 2008. 354 с.
5. Гимадитдинов Р.Н. Современные подходы к способам придания огнезащитных свойств полимерным текстильным материалам // Вестник Казанского технологического университета. 2013. № 17. С. 116–118.
6. Тарануха Я.А., Каратеев А.М. Придание огнезащитных свойств тканевым материалам на основе натуральных и синтетических волокон // Интегрированные технологии и энергосбережение. 2006. № 4. С. 37–42.
7. Головешкина О.В., Кейбал Н.А., Каблов В.Ф., Шиповский И.Я., Бондаренко С.Н. Состав для огнезащитной обработки полиэфирных волокон// Патентный поиск, поиск патентов на изобретения. [Электронный ресурс]. URL: <https://findpatent.ru/patent/243/2435890.html>. (дата обращения: 09.09.2021).
8. Schartel V. Phosphorous-based flame-retardancy mechanisms – old hat or starting point for future development? // Materials. 2010, № 3. P. 4710-4745.
9. Константинов Н.И., Еремина Т.Ю., Николаева Е.А., Альменбаев М.М. Особенности выбора огнезащитных составов для текстильных материалов // Пожаровзрывобезопасность. 2018. Т. 27, № 9. С. 17-25.
10. Кейбал Н.А., Каблов В.Ф., Бондаренко С.Н., Головешкина О.В., Назарова Д.Г. Разработка пропиточных составов на основе фосфорборсодержащего метакрилата для повышения сорбционных свойств полиэфирных нитей // Известия ВолгГТУ. Сер. Химия и технология элементоорганических мономеров и полимерных материалов. Волгоград, 2015. № 4 (159). С. 76-80.
11. Зубкова Н.С., Антонов Ю.С. Снижение горючести текстильных материалов. Решение экологических и социально-экономических проблем // Российский химический журнал. 2002. Т. 46, № 1. С. 96–102.
12. Гоношилов Д.Г., Каблов В.Ф., Кейбал Н.А., Бондаренко С.Н. Новые пропиточные огнезащитные составы на основе фосфорборсодержащего олигомера полиакриламида // Фундаментальные исследования. 2011. № 8, ч. 3. С. 627–630.
13. Фазуллина Р.Н., Красина В.Н., Илюшина С.В., Минязова А.Н. Исследование теплопроводности текстильных материалов, пропитанных вспучивающимся антипиреном методом дифференциально-термического анализа// Вестник технологического университета. 2016. Т.19, № 7. С. 86-88.
14. Богданова В.В., Кобец О.И. Синтез и физико-химические свойства фосфатов двух- и трехвалентных металлов-аммония // Журнал Прикладной Химии. 2014. Т. 87. № 10. С. 1385-1399.
15. Селевич А.Ф., Ивашкевич О.А. Двойные конденсированные фосфаты двухвалентных металлов и аммония: синтез в расплаве NH_4PO_3 и физико-химическое исследование // Свиридовские чтения: сб. статей. Минск: Изд. центр БГУ, 2017. Вып. 13. С. 161–181
16. Рева О.В., Лукьянов А.С. Определение оптимального метода создания наноструктурированных композиций на основе полиэфирных матриц, обладающих перманентной огнестойкостью // Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. 2015. Т. 22, № 2. С. 35-43.
17. Рева О.В., Назарович А.Н., Богданова В.В. Закрепление нетоксичных антипиренов на поверхности полиэфирных волокон// Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2019. Т.3, № 2. С.107-116.

18. Рева О.В., Лукьянов А.С., Арестович Д.Н., Богданова В.В., Платонов А.С. Получение оптимального состава травильной композиции для полиэфирных материалов методом математического планирования эксперимента // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. 2018. Т. 2, № 1. С. 45-53.

УДК 614.841.334.2

Е. Г. Роговик

ГОУВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР

ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ОГНЕСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТОННЕЛЬНОЙ ОБДЕЛКИ С УЧЕТОМ ВЗРЫВООБРАЗНОЙ ПОТЕРИ ЦЕЛОСТНОСТИ

В работе рассмотрены способы повышения прочности, несущей способности, огнестойкости бетонных изделий и железобетонных конструкций, и защиты от взрывообразного разрушения.

Ключевые слова: методы активации вяжущего и бетонных смесей, огнестойкость, «стандартный» пожар, железобетонные конструкции тубинговой крепи, фибробетон, взрывообразное разрушение бетона.

Н. Rogovik

THE PROBLEM OF ENSURING THE CARRYING CAPACITY AND FIRE RESISTANCE OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES OF THE TUNNEL LINING, TAKING INTO ACCOUNT THE EXPLOSIVE LOSS OF INTEGRITY

The paper considers methods of increasing the strength, bearing capacity, fire resistance of concrete products and reinforced concrete structures, and protection against explosive destruction.

Key words: methods of activation of a binder and concrete mixtures, fire resistance, standard fire, reinforced concrete structures, fiber-reinforced concrete, explosive destruction of concrete.

Модернизация технологии возведения зданий, обеспечение долговечности и надежности работы как отдельно взятых конструкций, так и здания в целом, предъявляют растущие требования к качеству применяемых в строительстве бетонов. Использование данного материала обусловлено его высокой прочностью, долговечностью, устойчивостью к атмосферным явлениям, доступностью составляющих компонентов.

Улучшение показателей прочности бетонных изделий достигается введением в их состав различных добавок, рациональным подбором составляющих бетонной смеси. В последнее время одним из перспективных прикладных направлений воздействия на вяжущие системы с целью оптимизации их физико-химических и эксплуатационных характеристик являются механохимические методы активации.

Активированным состоянием вещества является некоторое критическое промежуточное его состояние, через которое проходит протекающий во времени процесс. Активационные методы приводят к получению более тонкодисперсных частиц, модификации поверхностной структуры частиц, созданию физических дефектов в подрешетках и решетках минералов, интенсифицирующих элементарные взаимодействия поверхностного слоя с водой затворения. Снижается время достижения цементом марочной прочности и обеспечения более полного использования химической энергии вяжущих веществ [2].

Краткий анализ современных методов механохимической активации приведен в табл. 1.

Таблица 1. Методы активации вяжущего и бетонных смесей

Методы активации	Достоинства / недостатки
Модифицирование составов за счет введения химических добавок	Широкий спектр применяемых веществ с одной стороны; высокая стоимость – с другой
Измельчение вяжущего в мельнице	Простота применяемого метода; большие энергетические затраты
Введение поверхностно-активных веществ	Более высокая плотность цементного композита; небольшой спектр применения
Термическая активация	Несложный и эффективный метод; значительная стоимость
Ультразвуковая активация	Процесс гидратации цемента проходит интенсивнее; большие энергетические затраты
Термоакустическая активация	Прочность возрастает на 150 %; сложность обработки
Электрофизическая активация с последующим пропариванием	Значительное увеличение прочности; высокая стоимость
Гидродинамическая активация	Относительно низкая эффективность
Жидкофазная механоактивация	Возрастает подвижность бетонной смеси; малый объем загрузки бетонной смеси за 1 цикл
Магнитная активация воды затворения	Энергоэффективность; специальное оборудование

Предел огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций обычно сохраняется до 2 часов даже при условии снижения несущей способности на 10-20 %. При пожарах средней интенсивности продолжительностью до нескольких часов железобетонные конструкции начинают получать повреждения

поверхности, и уменьшение несущей способности происходит постепенно. Но бетон, как композиционный материал, предрасположен к взрывообразному (хрупкому) разрушению, что фактически снижает огнестойкость конструкций до 20-30 минут (Рис.1).



Рис. 1. Обрушение секции автомобильной эстакады

По данным стандартных исследований взрывообразное (хрупкое) разрушение конструкций сопровождается следующими явлениями:

- во время пожара или при проведении огневых испытаний бетонных и железобетонных изделий, начиная примерно с 7 минуты после начала теплового воздействия и, нередко до 50 минуты, от поверхности начинают откалываться небольшие пластины, которые разлетаются на расстояние до 15 м;
- процесс сопровождается специфическими хлопками и треском;
- повышенное содержание влаги в конструкциях от 2 до 4% способствует возникновению взрывообразного разрушения. Замечена склонность к взрывообразному разрушению при более низком значении влагосодержания нагруженных конструкций (так называемый «термический стресс»);
- тип применяемого заполнителя во многом определяет поведение конструкций под действием повышенных температур;
- конструкции, работающие на изгиб, теряют несущую способность из-за разрушения защитного слоя бетона и оголения арматуры;
- конструкции, работающие на сжатие, утрачивают несущую способность из-за уменьшения размеров сечения конструкции [1].

Существуют разные способы повышения несущей способности и огнестойкости железобетонных конструкций, а также защиты бетона от взрывообразного разрушения [4,5].

Таблица. Способы повышения огнестойкости жбк и защиты бетона от взрывообразного разрушения

Наименование способа	Достоинства и недостатки способов
Увеличение сечения и защитного слоя арматуры конструкций	Значение эффективной толщины защитного слоя определяется при проектировании. Данная мера повышает экономические затраты на изготовление конструкций и их массивность. К тому же усложняется монтаж таких конструкций ввиду их высокого веса.
Использование огнезащитных покрытий (вспучивающиеся составы, штукатурка, плитные материалы)	Способ позволяет значительно улучшить эффект стабилизации прочностных свойств бетона, повысить несущую способность, предел огнестойкости конструкций. Однако указанные выше положительные эффекты достигаются за счет ощутимых экономических затрат.
Введение в состав бетона фибры («дисперсной арматуры»), волокна которой сцепляются с бетоном и армируют его по всему объему): - металлической (сталь)	Позволяет повысить предел прочности бетона при растяжении и сжатии, снижает усадку и образование трещин. Металлическая фибра подвержена коррозии, что негативно влияет на срок службы.
-неметаллической (стеклопластик, базальт, углерод, полипропилен)	Данный способ позволяет повысить предел прочности бетона при растяжении и сжатии, устойчивость к агрессивным средам и т.д. Но стекловолокно и базальтовая фибра, имея высокий показатель упругости (от чего зависит пластичность материала), неустойчивы к щелочным средам, поэтому необходима обработка полимерами. Но тогда применение данного типа фибры потребует дополнительных финансовых вложений.

Для сложных горно-геологических условий, характеризующихся значительным (до 0,4 МПа) всесторонним давлением горных пород, разработаны конструкции тюбингового железобетонного крепления, которое применяют в вертикальных, горизонтальных, наклонных горных выработках, для крепления метрополитенов, коллекторных тоннелей. Тюбинговое крепление – это сплошная конструкция криволинейного абриса, состоящая из плотно укладываемых друг к другу цилиндрических сегментов (тюбингов), которые имеют с одной стороны, продольные и поперечные ребра жесткости, а с другой - гладкую плиту, которая контактирует с забутровкой и породным контуром. Примыкания тюбингов по периметру крепления осуществляется по криволинейным поверхностям разной кривизны, благодаря чему тюбинги могут под действием внешних нагрузок поворачиваться на некоторый угол, что ведет к определенным изменениям формы крепления, обеспечивая возможность приспособления к новому

состоянию статического равновесия массива пород. Несущая способность конструкций при воздействии пожара обеспечивается высокими пределами огнестойкости железобетонных конструкций.

Нормативный предел огнестойкости туннелей составляет REI 120. Во время проведения испытаний в режиме стандартного температурного режима пожара для туннелей тоннельной обделки диаметром 6 м, с воссозданной вертикальной нагрузкой 50 тс и горизонтальной - 30 тс произошло отслоение защитного слоя бетона (Рис. 2).



Рис. 2. Результаты испытаний в режиме стандартного пожара

По окончании испытаний и демонтажа образцов с установки на необогреваемой поверхности обнаружены 2 поверхностные трещины шириной 1-3 мм и глубиной 20-30 мм и множество нитевидных трещин. При испытании образцов с добавлением полипропиленовой фибры взрывообразного разрушения не зафиксировали. Предельная деформация – 7 мм (предельно допустимый прогиб - 100 мм). При визуальном осмотре образцов с добавлением полипропиленовой фибры обнаружены незначительные отколы защитного слоя бетона [3].

Практика показывает, что проведение крупномасштабных испытаний огнестойкости конструкции не всегда возможно. Заключается это в больших затратах подготовки к испытаниям, привлечению дополнительной техники для транспортировки конструкций, их перемещения до испытательных лабораторий и установку на испытательный стенд, что в конечном итоге приводит к большим экономическим затратам. Поэтому в мире все большее место занимает моделирование и расчёт огнестойкости строительных конструкций с помощью компьютерных технологий. Но для возможности оценки огнестойкости конструкций необходимо знать такие показатели, как прочностные и теплотехнические характеристики, зависящие от температуры. В случае с бетоном данные характеристики достаточно исследованы и нашли отражение в нормативной базе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонов, С.П. Исследование процесса разрушения бетонных изделий при пожаре с учетом их взрывообразной потери целостности / С. П. Антонов, Е. А. Мешалкин // Технологии бетонов. – 2019 – № 5-6. – С. 43 – 45.
2. Ланкин, С.В. Свойства бетона с минеральными добавками с позиции статистики затвердевающих сред / С. В. Ланкин, А. В. Рыженко, В.Х Рыженко // Научно-технический вестник поволжья. – 2013. – №4. – С.57-61.
3. Пожиткова, О.А. Воздействие пожара на массивные железобетонные конструкции (по результатам обследования некоторых энергетических объектов) / О.А. Пожиткова, Ю.Д. Семенов, В.Г. Штенгель // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева – 2018 – Т. 287.
4. EN 1990:2004 Eurocode. Basis of Structural Design, European Committee For Standardization, Brussels 2002
5. EN 1992-1-2:2004. Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1.2: General rules – Structural fire design, European Committee For Standardization, Brussels 2004.

УДК 614.8

М. А. Самсонов, Н. М. Панёв, А. Л. Никифоров

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ЗАВИСИМОСТЬ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ОТ ВИДА АНТИПИРЕНА И ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ

В данной статье рассмотрены вопросы эффективности огнезащитных пропиточных средств для древесины и строительных изделий на её основе, а также представлены некоторые результаты исследования пожарной опасности древесины от вида антипирена и параметров процесса обработки.

Ключевые слова: древесина, антипирены, длительность процесса пропитки.

M. A. Samsonov, N. M. Panyov, A. L. Nikiforov

THE DEPENDENCE OF THE FIRE HAZARD OF WOOD ON THE TYPE OF FIRE RETARDANT AND THE PARAMETERS OF THE IMPREGNATION PROCESS

This article discusses the effectiveness of fire retardant impregnating agents for wood and building products based on it, and presents some results of a study of the fire hazard of wood from the type of fire retardant agent and processing parameters.

Key words: wood, fire retardant agents, duration of the impregnation process.

Древесина является востребованным композитным материалом, применяемым при строительстве жилых зданий и сооружений. Она обладает такими положительными качествами, как экологичность, простота обработки, высокая прочность, однако в то же время наделена рядом отрицательных свойств: гигроскопичность, высокая подверженность к старению и гниению, а также высокая горючесть.

Все требования, предъявляемые к пожарной опасности деревянных строительных конструкций, прописаны в ст. 58 Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 [1]. Огнестойкость и класс пожарной опасности строительных конструкций должны обеспечиваться за счет их конструктивных решений, применения соответствующих строительных материалов, а также использования средств огнезащиты.

Наиболее эффективными в ходе многолетнего опыта эксплуатации и научных исследований в рассматриваемой отрасли показали себя огнезащитные средства и огнебиозащитные составы, которые наносят путем поверхностной или глубокой пропитки. Применение в деле огнезащиты древесины нашли вспучивающиеся лаки, краски и другие покрытия, а также облицовка деревянных конструкций листами негорючего материала.

При поверхностной пропитке антипирены наносятся на конструкцию с помощью кисти, валика или распылителя (пульверизатора). В процесс глубокой пропитки входит удаление с помощью вакуума воздуха из клеток древесины и прессовка антипиренами и антисептиками под давлением, которые защищают материал от опасных факторов пожара и частично от биологического разрушения [2].

Цель работы заключается в оценке пожарной опасности древесных материалов, обработанных различными огнезащитными составами в течение различного времени.

Для оценки пожарной опасности древесины был использован метод определения кислородного индекса (далее – КИ) веществ и материалов. КИ – это минимальное содержание кислорода в кислородно-азотной смеси, при котором поддерживается самостоятельное горение материала в условиях специальных испытаний. Определения КИ проводилось согласно требованиям ГОСТ 12.1.044-89 [3]. Испытания проводились на установке для определения КИ «Oxygen Index Module».

В ходе работы исследовались вещества, которые применяются в качестве стандартных антипиренов. Данные антипирены входят в составы большинства рецептур огнезащитных обработок.

На основании анализа патентов и публикаций, посвященные огнезащите древесины, мною было определено следующее основное вещество, которое наиболее часто применяется в огнезащитных композициях в качестве главного антипирирующего компонента:

- жидкое стекло – соли натрия $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ или калия $\text{K}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$, водорастворимый щелочной силикат;

- диаммонийфосфат или аммоний фосфорнокислый двузамещенный ((NH₄)₂H₃PO₄);

На наш взгляд, наиболее целесообразным является использование бинарного состава, представляющего собой композицию, способную образовывать защитную пленку, тем самым препятствуя распространению пламени по поверхности материала.

Для проведения испытаний была выбрана древесину сосны, так как она является одной из наиболее распространенных пород, которые применяются для производства силовых строительных конструкций.

В процессе проведенных испытаний были определены показатели КИ образцов при различном времени пропитки древесины. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Значения КИ образцов древесины, обработанных смесевым составом, с учётом длительности пропитки

Параметры подготовки образцов	Вещество							
	Жидкое стекло				Диаммонийфосфат			
	Длительность пропитки, сек							
	60	120	240	300	60	120	240	300
КИ, % об.	26,15	26,35	26,55	26,15	25,15	25,35	26,55	27,15

По итогам исследования пожарной опасности образцов древесины, обработанных предлагаемыми ОЗС, построен сводный график (рис. 1), наглядно демонстрирующий динамику показателя КИ исследуемого материала в зависимости от вида пропитки.

Предлагаемая структура перспективной огнезащитной композиции представлена на рис. 2.

Жидкое стекло при высыхании покрывает образец пленкой, которая труднорастворима в воде, она предотвращает выветривание и вымывание антипиренов из пор древесины. Также данная субстанция может использоваться в самостоятельном виде в качестве огнезащитного покрытия, которая устойчива к вымыванию. Существуют реальные примеры того, как покрытие из жидкого стекла, нанесённое на деревянные конструкции, сохранялось в течение 50 лет.

Вода выступает в качестве растворителя, она имеет такие превосходства перед органическими растворителями как: 1) наиболее доступна, чем любые другие органические вещества; 2) не оказывает негативного влияния на показатели горючести древесины и материалов на её основе. Прочие вещества в структуре огнезащитной композиции играют роль действующих веществ – антипиренов. Таким образом, предлагаемая рецептура ОЗС будет иметь такой вид: жидкое стекло – 10%, диаммонийфосфат – 10%, вода – 80%.

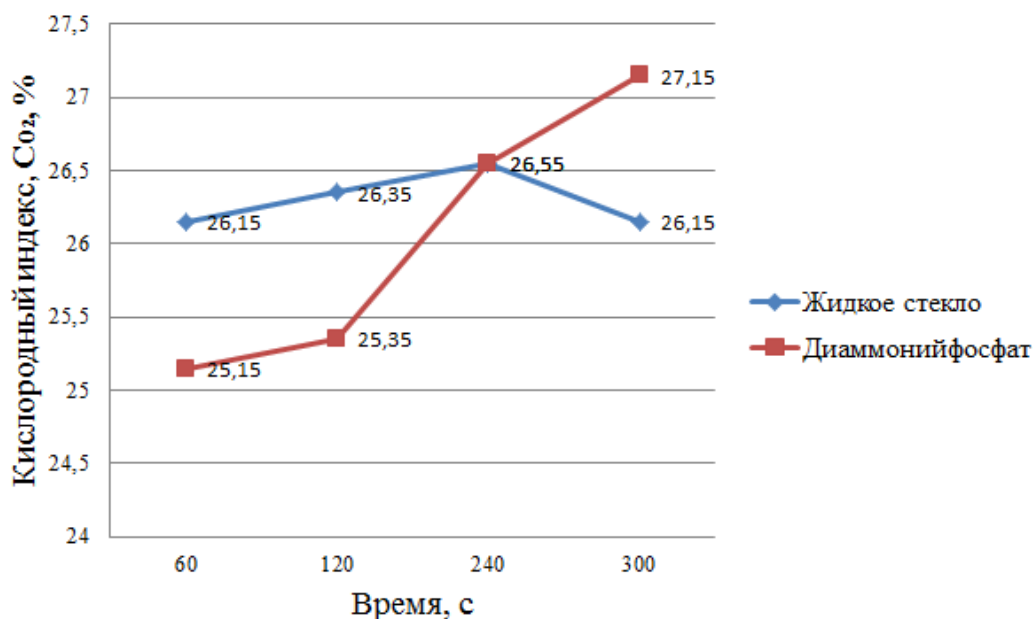


Рис. 1. Зависимость показателей КИ древесины от вида применяемого антипирена и длительности пропитки



Рис. 2. Предлагаемая структура огнезащитной композиции

Следующим этапом работы была, проверка образцов древесины, пропитанная составами предлагаемых рецептур, на показатель КИ.

В связи с тем, что результаты КИ для водных растворов отдельных веществ уже известны, исследование проводилось в несколько этапов:

а) испытания образцов при концентрации кислорода от 20 % до достижения полного сгорания образца после удаления источника зажигания (результат «Х») с шагом концентрации кислорода 5 %;

б) испытания образцов при концентрациях кислорода, значения которых находятся в промежутке между значением полного сгорания образца после удаления источника зажигания и значением самостоятельного затухания образца после удаления источника зажигания;

в) испытания образцов при дробных значениях концентрации кислорода с шагом 0,1 % от концентрации, при которой образец полностью сгорел после удаления источника зажигания до концентрации, при которой образец самостоятельно затух после удаления источника зажигания;

г) расчёт КИ на основании [3].

После проведения испытаний образцов производилось вычисление КИ и проведение оценки стандартного отклонения результатов по методике, описанной в [3].

Значения КИ для образцов древесины, которые были обработаны трёхкомпонентным бинарным ОЗС с использованием жидкого стекла, диаммонийфосфата и воды, представлены в табл. 2.

Таблица 2. Значения КИ образцов, обработанных трёхкомпонентным бинарным ОЗС с жидким стеклом, водой и диаммонийфосфатом, полученные в результате вычислений по ГОСТ 12.1.044-89 [3]

Длительность пропитки, сек	60	120	240	300
КИ, % об.	27,15	28,35	31,55	33,15

По итогам исследования пожарной опасности образцов древесины, обработанных предлагаемыми ОЗС, построен сводный график (рис. 3), наглядно демонстрирующий динамику показателя КИ исследуемого материала в зависимости от вида пропитки.

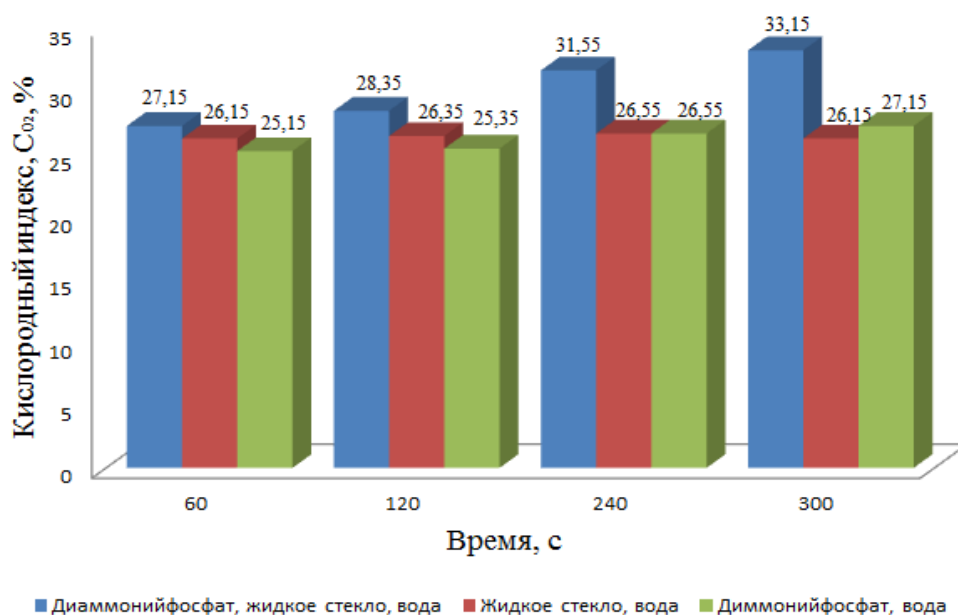


Рис. 3. Сравнение значений КИ древесины при обработке двухкомпонентными и трёхкомпонентным составом

Таким образом, на основании оценки КИ образцов, выполненных из древесины и обработанных (вымоченных) различными ОЗС с течением заданного времени, можно сделать вывод, что наиболее эффективным ОЗС является трехкомпонентный бинарный смесевой состав, включающий в себя водный раствор 10% жидкого стекла и водный раствор 10% диаммонийфосфата. КИ образцов, пропитанных данным составом в течение 300 секунд, показал результат 33,15% об., тем самым, превышая более чем в 1,5 раза концентрацию кислорода в помещении на момент возникновения потенциального пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: ФЗ от 22.07.2008 №123-ФЗ. М., 2017. 126 с.
2. *Собурь С.В.* Огнезащита материалов и конструкций: Справочник. – 2-е изд., доп. (с изм.) – М.: Спецтехника, 2003. 232 с.
3. ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Стандартинформ, 2016. – 16 с.

УДК 614.841.1

С. Ф. Свирщевский, С. Л. Лейнова, Г. А. Соколик, С. Я. Рубинчик
Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь

ТОКСИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ НАПОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ

Проведена сравнительная оценка токсичности продуктов горения напольных покрытий, изготовленных на основе древесины: паркета штучного и многослойного, ламината, плит древесностружечных и древесноволокнистых, древесно-полимерных композитов.

Ключевые слова: токсичность продуктов горения, пожарная безопасность напольные покрытия, древесина

S. Svirshevsky, S. Leinova, G. Sokolik, S. Rubinchik

TOXIC HAZARD OF COMBUSTION PRODUCTS OF FLOORS BASED ON WOOD

A comparative assessment of the toxicity of the combustion products of floor coverings made on the basis of wood: single and multilayer parquet, laminate, chipboard and fiberboard, wood-polymer composites has been made.

Key words: toxicity of combustion products, fire safety, floor coverings, wood.

В настоящее время в строительстве применяют огромное количество разнообразных напольных покрытий, представляющих собой группу декоративно-отделочных материалов. Напольные покрытия отличаются между собой по химическому составу и сочетанию композиционных слоев. Напольные покрытия, наряду с высокими эксплуатационными характеристиками, должны удовлетворять необходимым требованиям по пожарной безопасности, так как при возгорании они могут служить источником распространения дыма и токсичных газообразных веществ, как внутри того помещения, где они используются, так и проникать в соседние.

подавляющее большинство материалов, используемых для устройства полов, содержат в своем составе полимерные и органические материалы (как искусственного, так и природного происхождения), поэтому изучение их пожарной опасности, в частности, токсичности продуктов горения, имеет существенное значение при оценке возможного влияния на здоровье и безопасность людей в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.

Контроль токсичности продуктов горения строительной продукции, используемой при строительстве и отделке жилых и общественных зданий, является обязательным и регламентирован следующими нормативными документами, действующими на территории Республики Беларусь: ТКП 45-2.02-315-2018 [1], СН 3.02.08-2020 [2], а также многочисленными ГОСТами и СТБ, которые предусматривают определение токсичности продуктов горения конкретных типов материалов.

Показатель токсичности продуктов горения определяется в соответствии с ГОСТ 12.1.044-89 [3].

Широкое распространение в настоящее время получили напольные покрытия, изготовленные на основе натуральных компонентов. К таким покрытиям, в первую очередь, относятся изделия, изготовленные на основе древесины. Основой всех этих покрытий является материал, получаемый из внутренней части деревьев разных пород. Это и есть древесина – цельная или переработанная на опилки или волокна. Древесина представляет собой растительную ткань, состоящую из клеток, которые с высокой плотностью прилегают друг к другу. В клетках древесины содержится лигнин, а в оболочке клеток содержится целлюлоза. Целлюлоза – это органическое соединение, углевод, полисахарид. Химическая формула целлюлозы – $(C_6H_{10}O_5)_n$. Лигнин представляет собой сложный ароматический полимер. Кроме того, в составе природной древесины присутствуют смолы, масла, а также другие органические и неорганические компоненты. Наиболее часто на территории Республики Беларусь и России применяются древесные породы таких деревьев, как дуб, ясень, береза, бук, вишня, клен, лиственница, сосна, бамбук, которые существенно различаются. Свойства древесины зависят от породы дерева, возраста, региона и климата местности, в которой оно произрастает. Все это определяет физико-химические свойства и, в том числе, пожарную опасность древесины, на основе которой изготавливаются напольные покрытия.

Целью настоящей работы является сравнительная оценка токсической опасности продуктов горения напольных покрытий, изготовленных на основе древесины.

При проведении работы было исследовано 40 различных напольных покрытий, среди которых были: штучный паркет, многослойный паркет, ламинат, плиты древесностружечные и древесноволокнистые, древесно-полимерный композит.

Паркет – один из самых распространенных видов покрытий пола, изготовленных на основе древесины.

Штучный паркет представляет собой планки из цельного дерева.

Многослойная паркетная доска или многослойный штучный паркет внешне очень похож на традиционный паркет из массива древесины. Отличительным признаком данного вида является то, что планки не являются массивом, они многослойные (верхний рабочий слой, выполненный из ценных пород древесины, наклеен по особой технологии на многослойное основание, состоящее из нескольких слоев фанеры).

Надо отметить, что древесина используется для устройства полов только после соответствующей обработки: она высушивается, пропитывается средствами защиты от гниения, влаги, огнезащитными и биозащитными составами. Верхние слои древесины обрабатываются маслом, лаком, эмалью, краской, воском и др.

Штучный паркет – обработанная древесина, многослойный штучный паркет – сложная система, в которой каждый из применяемых при его изготовлении компонентов, (а это лаки, масла, сама древесина, клеящие составы) может оказывать влияние на его пожарную опасность.

Альтернативой деревянным полам, являются материалы, изготовленные с использованием древесных волокон и древесной стружки. Это ламинат, древесноволокнистые и древесностружечные панели, древесно-полимерные композиты.

Ламинат является более дешевой и более практичной заменой паркета. Однако ламинат изготавливается не из натурального дерева. Ламинированное напольное покрытие представляет собой нескольких слоев волокнистых материалов, пропитанных синтетическими смолами. Основным слоем является древесноволокнистый материал, спрессованный в плиту. Решающим фактором в производстве древесноволокнистой или древесностружечной основы является выбор породы древесины и выбор клеевого состава. В то же время, физико-механические свойства ламинированного покрытия можно изменять с помощью модифицирующих добавок, самыми распространенными из которых являются фенолоформальдегидные смолы. Однако все дополнительные органические и полимерные добавки могут привести к изменению токсичности продуктов горения ламината и увеличению его пожарной опасности.

К другим материалам, применяемым для устройства пола и содержащим древесину, можно отнести древесностружечные и древесноволокнистые плиты, древесно-полимерные композиты (доски террасные).

Древесностружечные и древесноволокнистые плиты – это листовой материал, изготавливаемый из отходов лесозаготовки, лесопиления, деревообработки или дровяного сырья. Древесностружечные плиты изготавливаются из древесных частиц, смешанных со связующими синтетическими смолами. Древесноволокнистые плиты изготавливаются из древесных волокон, с добавлением связующих клеевых присадок. При изготовлении плит измельченный материал древесных отходов подвергается термо- и влагообработке, после чего к нему добавляются специальные вещества, в том числе, и смолы, затем полученный материал прессуется.

Древесно-полимерные композиты – это современные отделочные материалы, которые сочетают в себе свойства древесины и термополимеров. Основными компонентами этих материалов являются древесные отходы и один из полимеров: полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилацетат. Обычно соотношение основных компонентов составляет один к одному. Увеличение доли древесины снижает прочность и износостойкость готового изделия, а увеличение доли вяжущего полимера делает изделие более прочным.

Токсичность продуктов горения материалов, изготовленных на основе древесины, будет определяться не только свойствами древесного сырья, но и материалами, применяемыми при ее обработке, а также свойствами связующих и синтетических смол, качеством клеящих составов и других применяемых компонентов.

При проведении работы использовалось оборудование, соответствующее требованиям [3], обеспечивающее возможность определять токсичность продуктов горения биологическим методом и анализировать состав образующейся газовой смеси, который определялся в соответствии с [4]. Токсическая опасность продуктов горения оценивалась по показателю токсичности (H_{CL50}) и по содержанию основных токсичных газов в образующейся газовой среде.

Показатель токсичность продуктов горения определялся биологическим методом и рассчитывался как отношение массы материала к объему замкнутого пространства ($г \cdot м^{-3}$), в котором образующиеся при горении газообразные продукты вызывают гибель 50 % подопытных животных (во время экспозиции и в течение последующих 2-х недель).

Расчет показателя токсичности проводился по формуле (1):

$$H_{CL50} = \frac{M}{V}, \quad (1)$$

где M – масса испытываемого образца, г

V – внутренний объем установки (объем замкнутого пространства, в котором сосредоточены образующиеся при горении материала газообразные продукты, вызывающие гибель подопытных животных), $м^3$.

Испытания проводились в режиме, обеспечивающем максимальную токсичность продуктов горения исследованных материалов.

Для выбора режима использовались данные по содержанию в образующихся продуктах горения оксида углерода (CO), его удельному выходу и по величине, отражающей соотношение концентраций CO₂/CO (чем оно меньше, тем выше токсичность образующейся при горении газовой смеси) [5].

Для каждого из отобранных напольных покрытий проанализированы состав и токсичность газовой среды, образующейся при их термическом разложении, и определены удельные выходы основных токсичных газов.

При определении состава газовой смеси, образующейся при возгорании напольных покрытий, в соответствии с рекомендациями международного стандарта [6] в продуктах горения контролировалось содержание CO, CO₂ и O₂, HCN, HCl, HBr, HF, NO, NO₂, SO₂, акролеина (C₃H₄O) и формальдегида (CH₂O). Состав газовой смеси при выполнении задания определялся по [4].

Удельные выходы основных токсичных газов определялись по формуле (2):

$$\text{Выход } C_{\text{гази}} = \frac{C_{\text{гази}}}{M_{\text{обр}}}, \quad (2)$$

где $C_{\text{гази}}$ – концентрация газа в замкнутом объеме установки, мг;

$M_{\text{обр}}$ – масса образца, г.

В табл. 1 показано, какие из анализируемых газов присутствовали в газовой смеси, образующейся при термическом разложении исследованных материалов.

Таблица 1. Качественный состав газовой смеси, образующейся при горении напольных покрытий, изготовленных на основе древесины

Тип напольного покрытия	Анализируемый газ										
	CO	CO ₂	NO	NO ₂	SO ₂	HCN	C ₃ H ₄ O	CH ₂ O	HCl	HBr	HF
паркет штучный	+	+	+	+	–	–	+	+	+	–	–
паркет многослойный	+	+	+	+	–	–	+	+	+	–	–
ламинат	+	+	+	+	–	–	+	+	+	–	–
плиты на основе древесной стружки и древесного волокна	+	+	+	+	–	–	+	+	+	–	–

Из представленных данных видно, что у всех исследованных видов напольных покрытий в газовой смеси, помимо оксидов углерода (CO, CO₂), присутствуют формальдегид (CH₂O), акролеин (C₃H₄O), оксид азота (NO₂) и хлорид водорода (HCl).

В табл. 2 представлена информация о максимальных зафиксированных значениях удельных выходов зарегистрированных токсичных газов, образующихся при термическом разложении напольных покрытий, изготовленных на основе древесины.

Таблица 2. Максимальные удельные выходы токсичных газов, образующихся при термическом разложении напольных покрытий, изготовленных на основе древесины

Тип напольного покрытия	Выход $C_{газ}$, мг/г							
	CO	CO ₂	NO	NO ₂	SO ₂	C ₃ H ₄ O	CH ₂ O	HCl
паркет штучный	270,4	1382,2	0,3	0,4	0	0,9	1,2	2,4
паркет много- слойный	257,6	1245,8	0,3	0,3	0	0,5	1,0	2,2
ламинат	162,0	1224,6	0,1	0,2	0	0,4	0,5	0,7
плиты на основе древесной струж- ки и древесного волокна	161,1	1483,0	0,2	0,2	0	0,4	0,8	1,3

Представленных в таблице 2 данные показывают, что у всех типов напольных покрытий, изготовленных на основе древесины, наибольшие удельные выходы зарегистрированы для оксидов углерода (CO). По сравнению с зарегистрированными значениями для оксида углерода, максимальные значения удельных выходов других контролируемых газов были на 2-3 порядка ниже.

Результаты определения содержания карбоксигемоглобина (HbCO) показали, что в пробах крови, взятой у погибших мышей, которые были задействованы в исследованиях, оно превышало 50 % от суммарного содержания гемоглобина. Это свидетельствует о том, что токсический эффект продуктов горения всех исследованных материалов обуславливается, в основном, действием CO.

Экспериментальные данные свидетельствуют, что цельное покрытие из древесины оказалось существенно токсичнее, чем ламинат. Максимальные зарегистрированные удельные выходы CO для штучного паркета, представляющего собой натуральную древесину, составляли 270,4 мг/г, для ламината, основой которого является древесноволокнистый материал, пропитанный синтетическими смолами, 162,0 мг/г.

Сравнительная оценка полученных результатов, показала, что токсичность продуктов горения напольных покрытий, изготовленных на основе древесины, зависит от содержания полимеров в исходном материале независимо от того, натурального они происхождения или искусственного.

Результаты, полученные в ходе проведения исследований, представлены в базе данных «Токсическая опасность газовой фазы, образующейся при возгорании напольных покрытий различного типа». База данных зарегистрирована в

Государственном регистре информационного ресурса Республики Беларусь: свидетельство № 1311216489 от 18.08.2021 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарная безопасность зданий и сооружений. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-2.02-315-2018 (33020). – Введ. 01.09.18. – Минск: М-во архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2018. – 58 с.
2. Высотные здания: СН 3.02.08-2020. – Введ. 24.03.21. – Минск: РУП "Стройтехнорм", 2021. – 69 с.
3. 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.
4. Опасность пожара для людей и окружающей среды. Определение летальной токсической потенциальной опасности продуктов горения: ISO 13344:2015. – Введ. 15.12.15. – 20 с.
5. Соколик Г.А., Лейнова С.Л., Свирицевский С.Ф., Рубинчик С.Я., Клевченя Д.И. Контроль пожарной опасности лакокрасочных материалов при их использовании для отделки помещений лакокрасочных материалов. // Сб. матер. III Междунар. науч.-практ. конф. «Проблемы обеспечения безопасности (Безопасность 2021)», 11 марта 2021 г. – Уфа: УГАТУ, 2021. – Том 1. – С. 151-156.
6. 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.

УДК (047.3):614.841.332:620.1976

Н. В. Смирнов, В. В. Булгаков, С. Н. Булага, А. В. Булгаков
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ СОХРАННОСТИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ВСПУЧИВАЮЩИХСЯ ПОКРЫТИЙ ПОСЛЕ ИСКУССТВЕННОГО СТАРЕНИЯ И В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Проведен анализ методов оценки сохранности огнезащитных свойств покрытий после ускоренных климатических испытаний. Показана возможность применения экспресс-методов оценки и методов термического анализа после ускоренных климатических испытаний и непосредственно на объекте с определенным сроком эксплуатации

Ключевые слова: огнезащита, срок службы, оценка сохранности огнезащитных свойств огнезащиты, методы оценки, термический анализ, тонкослойные огнезащитные покрытия.

N. V. Smirnov, V. V. Bulgakov, S. N., Bulaga, A. V. Bulgakov

METHODS FOR ASSESSING THE SAFETY OF THEIR FLAME-RETARDANT PROPERTIES OF BULGING COATINGS AFTER ARTIFICIAL AGING AND DURING OPERATION

The analysis of methods for assessing the safety of fire-resistant properties of coatings after accelerated climatic tests is carried out. The possibility of using express assessment methods and thermal analysis methods after accelerated climatic tests and directly at an object with a certain service life is shown.

Key words: fire protection, service life, assessment of the safety of fire-resistant properties of fire protection, assessment methods, thermal analysis, thin-layer fire-resistant coatings.

Одной из составных частей общей системы мероприятий по предотвращению чрезвычайных ситуаций техногенного характера в технологических процессах, зданиях и сооружениях различного назначения является огнезащита строительных конструкций. Огнезащитной обработке подвергаются все виды конструкций независимо от материала, из которого они изготовлены (стальные, железобетонные, пластиковые, деревянные и др.), формы, условий и сроков эксплуатации.

Несмотря на актуальность проблемы определения сроков службы или долговечности огнезащитных полимерных покрытий, исследований в данной области явно недостаточно. Представленные в литературе исследования, направленные на изучение сроков службы конкретного материала в определенных условиях эксплуатации, часто не имеют общих подходов. Поэтому актуальной является задача создания обобщенного подхода для определения сроков службы полимерных огнезащитных покрытий.

Наиболее достоверные данные о сохранении огнезащитных свойств покрытиями могут быть получены только по результатам крупномасштабных и натурных испытаний. Однако, в связи с трудоемкостью и большими временными затратами проведения таких испытаний, для прогнозирования срока службы огнезащитных покрытий необходимо применять ускоренные испытания в климатических камерах покрытий [1].

Какие методы сегодня применяются для оценки сохранности огнезащитных свойств в процессе эксплуатации?

В работе [2] изменение защитных свойств покрытия определяли по состоянию коррозии металла, образованию пузырей, отслаиванию и растрескиванию верхнего слоя покрытия, т.е. визуально, приведены исследования покрытий ВМП-2, «Берлик», состава «Казантикор-У» с прогнозом срока службы не менее 9-ти лет.

На наш взгляд делать вывод о сохранности огнезащитных свойств покрытия на основании только визуального осмотра не совсем корректно. К тому же

огнезащитные свойства могут существенно уменьшиться и без изменения внешнего вида покрытия.

Для оценки влияния длительных сроков эксплуатации на огнезащитные свойства огнезащитных вспучивающихся покрытий (ОВП) в работе [3] применена методика, основанная на термостатировании образцов в муфельной печи с дискретным шагом на заданном интервале температур, отмечая при этом, что методы термического анализа (ТА). Данная методика отличается от простой экспозиции образцов при высокой температуре и последующего определения коэффициента вспучивания. Возможно, она и более информативна. Однако, на наш взгляд метод термического анализа ТА может дать не только качественную, но и количественную оценку сохранности огнезащитных свойств.

В работе [4] приведены исследования сохранности огнезащитных свойств двухкомпонентного огнезащитного лакокрасочного материала на основе эпоксидных смол [5]. Сразу отметим, что покрытие толщиной 1500 мкм можно назвать лакокрасочным с большой натяжкой, поскольку толщина лакокрасочных покрытий обычно измеряется десятками мкм. После ускоренных климатических испытаний (135 циклов) авторы отмечают, что внешний вид покрытия не изменился и делают вывод о сохранении огнезащитных свойств без изменения и прогнозе срока службы не менее 15-ти лет. При этом когезия покрытия по данным авторов уменьшилась в два с лишним раза (с 2,4 до 0,9 МПа). Когезия характеризует не отрыв покрытия (адгезия), а его разрушение. Прочность покрытия значительно упала, т. е. в его составе произошли значительные изменения, поэтому здесь скорее напрашивается вывод о снижении защитных свойств, а то и полном их исчезновении.

В ФГБУ ВНИИПО МЧС России проводили оценку сохранности огнезащитных свойств огнезащитных покрытий по металлу после искусственного старения на специально изготовленных образцах и на объектах после их эксплуатации [1, 6].

Определение срока службы покрытия для металлических конструкций после искусственного старения

Для определения срока службы покрытия для металлических конструкций после искусственного старения в качестве примера было выбрано покрытие СГК. В процессе исследования использовались следующие методы: визуальная оценка внешнего вида, определение сохранения огнезащитной эффективности (теплоизолирующих свойств) огнезащитных покрытий по металлу.

После ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов образцы с огнезащитным покрытием подвергали визуальному контролю с целью оценки внешнего вида (отслоения, трещины, вздутия, осыпание покрытия). В случае разрушения покрытия на площади более 20 % оно считалось не прошедшим испытания.

В случае положительных результатов визуального контроля образцы подвергают испытаниям в соответствии с методиками [7, 8].

Если теплоизолирующие свойства снижаются не более чем на 20 %, то прогноз срока службы покрытия в годах соответствует количеству проведенных циклов ускоренных климатических испытаний.

В случае положительных результатов визуального контроля образцы подвергаются испытаниям на сохранение теплоизолирующих свойств. Если теплоизолирующие свойства снижаются не более чем на 20 %, то прогноз срока службы покрытия в годах соответствует данному циклу (циклам) ускоренных климатических испытаний. По результатам наших исследований срок службы покрытия СГК составил не менее 4 лет.

Определение сохранности огнезащитных свойств покрытия для металлических конструкций на объектах после эксплуатации

На объектах определить теплоизолирующие свойства покрытия по описанному выше методу невозможно, поэтому применялись следующие методы: визуальная оценка внешнего вида, метод определения коэффициента вспучивания [9] образцов покрытия, метод определения сохранности огнезащитных свойств с помощью ТА.

В качестве объекта исследования было выбрано покрытие «ПОЗ-В» на объекте после 5-ти лет эксплуатации.

Покрытие «ПОЗ-В» на основной площади огнезащищенных конструкций без трещин и отслоений, сплошное, ровное. Условия эксплуатации – удовлетворительные (внутри помещения).

Результаты контрольных измерений толщины огнезащитного слоя показали, что средние толщины покрытия «ПОЗ-В» не ниже проектных. Коэффициент вспучивания определяется как среднеарифметическое пяти измерений и составил более 10-ти.

После испытаний методами ТА при сравнении значимых идентификационных характеристик образцов покрытий с объекта и идентификатора с использованием экспериментально полученных и теоретически рассчитанных статистических критериев значимых расхождений в составах не обнаружено. Имеющиеся различия в интенсивности потери массы в диапазоне температур 30-200 °С (дегидратация связующего) связаны с незавершенностью процесса отверждения образца покрытия идентификатора, и как следствие, повышенным содержанием влаги (вызваны недостаточным временем выдержки покрытия до испытания).

Таким образом, на основании изложенного можно заключить, что образцы покрытий, отобранных на объекте, по данным сравнительных термоаналитических испытаний можно отнести к ранее сертифицированному ОЗС покрытие огнезащитному «ПОЗ-В».

Выводы

Для прогнозирования срока службы огнезащитных покрытий необходимо применять ускоренные испытания в климатических камерах. В качестве мето-

дов оценки сохранения огнезащитных свойств целесообразно применять только визуальный контроль сохранения целостности покрытия.

Показана возможность применения для контроля сохранности огнезащитных свойств покрытий экспресс-методов и методов термического анализа.

Методы определения коэффициента вспучивания и термического анализа возможно применять, отбирая образцы для испытаний непосредственно с объектов с определенным сроком эксплуатации, поскольку требуется незначительное количество образцов покрытия (2-3 кв. см).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов Н.В., Булгаков В.В., Булага С.Н., Булгаков А.В. К вопросу о прогнозировании сроков службы огнезащитных покрытий// Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 20 апреля 2021 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. С. 339-341.

2. Методика и результаты оценки влияния длительной эксплуатации конструкций на основные свойства вспучивающихся огнезащитных покрытий / А.В. Теплоухов, В.Г. Зверев, А.Н. Гаращенко // Пожаровзрывобезопасность. - 2016. Т. 25. № 1. С. 9-16.

3. Исследование свойств и огнезащитной эффективности вспучивающихся покрытий / В.Г. Зверев, А.В. Теплоухов, А. Ф Цимбалюк. // Известия высших учебных заведений. Физика. — 2014. — Т. 57, № 8-2. — С. 148-153.

4. Установление срока эксплуатации огнезащитного покрытия на основе двухкомпонентного эпоксидного лакокрасочного материала / Л.Ф. Пестерева, Н.Р. Шакиров, О.Г. Шакирова // В сборнике: Производственные технологии будущего: от создания к внедрению. Материалы Международной научно-практической конференции. 2019. С. 231-236.

5. Состав на основе эпоксидной смолы для получения огнезащитного покрытия интумесцентного типа "ЭП-501": Заявка на изобретение No. RU 2017130463; заявл. 28.08.2017; опубл. 28.02.19, Бюл. N 7.

6. ГОСТ 9.40191. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Общие требования и методы ускоренных испытаний на стойкость к воздействию климатических факторов.

7. Инструкция по определению теплоизолирующих свойств вспучивающихся покрытий по металлу, М.: ВНИИПО, 1980. 11 с.

8. Методика «Определение теплоизолирующих свойств огнезащитных покрытий по металлу», М.: ВНИИПО, 1998. 17 с.

9. Руководство «Оценка качества огнезащиты и установление вида огнезащитных покрытий на объектах». - М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2011. 39 с.

УДК 614.841

Н. В. Солдатов, О. Г. Циркина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВЫБОР РЕЖИМА АВТОКЛАВНОЙ ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ РАСТВОРАМИ АНТИПИРЕНОВ

В настоящей статье рассмотрен способ автоклавной пропитки древесины под давлением. Целью работы является определение максимально эффективного режима глубокой пропитки материала огнебиозащитным составом КСД-А (марка 1) с установлением оптимального привеса сухих солей антипиренов.

Ключевые слова: антипирен, противопожарная обработка древесины, привес сухих солей, автоклавная пропитка древесины.

N. V. Soldatov, O. G. Tsirkina

SELECTION OF AUTOCLAVE WOOD IMPREGNATION WITH ANTIPIRENE SOLUTIONS

This article will consider the method of autoclave impregnation of wood under pressure. The purpose of the work is to determine the most effective mode of deep impregnation with a fire-protective composition KSD-A (mark 1) with the optimal gain of dry salts of flame retardants.

Key words: flame retardant, fire protection treatment of wood, weight gain of dry salts, autoclave impregnation of wood.

Одним из наиболее популярных способов обработки материалов из древесины, нацеленных на придание им огнезащитных свойств, является использование растворов антипиренов, представляющих собой огнезащитную смесь, основу которой составляют препараты различной химической природы. Состав предотвращает процесс возгорания дерева, что приводит к тому, что строительный материал длительное время способен противостоять воздействию пламени [1]. Среди основных видов обработок выделяют пропитки органорастворимыми и водорастворимыми препаратами. Основным отличием таких пропиток является среда, в которой растворен антипирен – органический растворитель или вода. Одновременно не следует использовать несколько видов пропиток, поскольку компоненты огнезащитных составов различных марок могут вступать в химическое взаимодействие между собой, что приведет либо к уменьшению защитных свойств пропитки, либо к выделению токсичных веществ.

Органорастворимые препараты могут проникать в самые глубокие слои древесины, что повышает их противопожарные свойства по сравнению с водорастворимыми. Органорастворимые составы используются по большей части на производственных объектах. Длительное взаимодействие с такого рода составами негативно сказывается на здоровье человека. Поэтому на практике такие составы применяются редко [5, С. 135].

Водорастворимые препараты эффективнее применять там, где дерево не часто подвергается воздействию влаги. Такие типы пропиток используются для жилых комплексов, хозяйственных построек и иных сооружений, используемых в хозяйственной деятельности. Водорастворимые пропитки можно классифицировать на легковымываемые, невымываемые, трудновымываемые. Основными преимуществами всех водных смесей являются высокая скорость высыхания, отсутствие запаха, низкая стоимость, легкость нанесения, доступность средств, а также низкий уровень угрозы для здоровья человека. К недостаткам водных пропиток относятся незначительная глубина проникновения в материал и фактическая защита только его верхнего слоя, высокий расход смеси по сравнению с органорастворимой пропиткой, необходимость повторной обработки материала. Кроме того, водорастворимые препараты практически полностью теряют свою эффективность при действии воды и повышенной влажности.

Органорастворимые и водорастворимые пропитки можно наносить различными способами. Одним из наиболее эффективных является метод автоклавной пропитки [2, С. 120].

Метод автоклавной пропитки древесины является одним из способов противопожарной обработки дерева и отличается тем, что в результате обработки материала под давлением раствор антипирена проникает в глубокие слои древесины, что значительно увеличивает устойчивость конструкции к воздействию открытого пламени.

Основными способами пропитки в автоклаве являются способы полного и ограниченного поглощения. Полное поглощение представляет собой помещение материала в автоклав, с последующим удалением воздуха из оборудования. Далее в автоклав подается раствор, и создается давление в диапазоне от 0,9 до 1,5 МПа. Такой уровень давления позволяет максимально глубоко проникнуть раствору в слои древесины.

Способ ограниченного поглощения применяется в случае, когда материал необходимо обработать масляным раствором.

Вопрос эффективности различных способов пропитки зависит от того, какой технологический режим выбран при использовании каждого из видов раствора. Информации по выбору оптимальных режимов на сегодняшний день пока недостаточно, в связи с низким уровнем разработанности данного вопроса. Это обстоятельство затрудняет максимально эффективное их применение для огнезащиты деревянных строительных конструкций.

В рамках настоящего исследования пропитка проводилась с использованием малогабаритного автоклава, а также специальных ванн, оборудованных для горячей и холодной пропитки.

С целью выбора наиболее эффективного режима глубокой пропитки были изучены зависимости скорости пропитки и концентрации солей в древесине от уровня давления, температуры и плотности раствора, а также времени выдержки дерева в автоклаве. В результате было установлено, что увеличение температуры и давления практически не влияют на эффективность пропитки. Наиболее эффективной пропитка была в случае, когда она проводилась при комнатной температуре, а также среднего уровня давления без использования вакуума и создания разрежения в автоклаве.

Концентрация сухих солей в образцах древесины увеличивается вместе с увеличением температуры раствора, хотя и незначительно. Так, при температуре раствора 20°C, давлении в автоклаве 8 атм и времени пропитки 1,5ч привес солей антипирена составляет 50 кг/м³, а при повышении температуры раствора до 60°C происходит увеличение их привеса до 57 кг/м³. В то же время после 4-6 ч пропитки в автоклаве наблюдается увеличение сухого привеса антипирена с 73 до 92 кг/м³.

В результате проведения глубокой пропитки древесины существует вероятность потери раствора за счет его стекания, что необходимо учитывать при получении максимально достоверной информации по оптимальным режимам глубокой пропитки. Основные потери раствора наблюдаются в интервале от 1 до 5 часов, в зависимости от способа пропитки. То есть, чтобы собрать стекающий состав необходимо выдержать древесину после пропитки как минимум в течение одного часа. Если будет использоваться метод горячехолодных ванн, то выдержать следует не менее 30 минут. При таком методе раствор не проникает в такие глубокие слои древесины, что обуславливает меньшее время стекания раствора.

Сам состав после его взаимодействия с древесиной не меняет своих исходных свойств, поэтому, он может использоваться для пропитки древесины неоднократно, что снижает его стоимость и общий расход [2, С. 110].

Результаты исследования зависимости потерь массы от привеса сухих солей антипиренов в обработанной древесине показали, что I группа огнезащитной эффективности (потери массы менее 9%) может быть получена уже при содержании сухих солей 20 кг/м³. Привес же сухих солей 40 кг/м³ обеспечивает получение устойчивой I группы огнезащитной эффективности (потери массы менее 7%). При дальнейшем увеличении содержания сухих солей потери массы снижаются менее интенсивно. Так, при увеличении привеса сухих солей от 60 до 100 кг/м³ потери массы изменяются соответственно от 5,5 до 4,0%.

Таким образом, метод автоклавной пропитки древесины является одним из способов противопожарной обработки дерева и отличается тем, что в результате такого способа пропитки под давлением огнезащитный состав проникает в глубокие слои древесины и значительно увеличивает огнезащищенность

строительных конструкций [4, С. 180]. Вопрос эффективности различных способов пропитки зависит от того, какой технологический режим выбран при использовании каждого из видов раствора. Выбор оптимальных режимов обработки древесины растворами антипиренов на сегодняшний день затруднен, в связи с низким уровнем разработанности данного вопроса. Это обстоятельство сдерживает максимально эффективное их применение для огнезащиты деревянных строительных конструкций.

С целью выбора наиболее эффективного режима глубокой пропитки были изучены зависимости скорости пропитки и концентрации солей в древесине от величины давления, температуры и плотности раствора, а также времени выдержки образцов под давлением. В результате было установлено, что увеличение температуры и давления практически не влияют на эффективность пропитки. Наиболее эффективной явилась пропитка при комнатной температуре, среднем уровне давления без использования вакуума и создания разрежения в автоклаве. Отмечено, что концентрация сухих солей в образцах незначительно увеличивается по мере увеличения температуры раствора. В результате проведения глубокой пропитки древесины существует вероятность потери раствора за счет его стекания, что необходимо учитывать при разработке оптимальных режимов глубокой пропитки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. НПБ 251-98 «Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний».
2. Хрулев В.М., Рыков Р.И. Защита клееных конструкций от возгорания. Восточно – Сибирское изд., 2018.
3. Хрулев В.М. Деревянные конструкции и детали: Справочник. – М.: Стройиздат, 2019.
4. Хрулев В.М. Применение полимерных пропиточных составов для защиты древесины от возгорания. // Огнестойкость деревянных конструкций: доклады финских и советских специалистов на симпозиуме в Тбилиси 29.9 –4.10.2019.
5. Дмитриев П.А. Заварыкин Н.М. Огнестойкость деревянных элементов на стальных цилиндрических нагелях. // Изв. Вузов. Строительство и архитектура. – Новосибирск, 2020. – №6.

УДК 691:614

И. В. Сусоева, Т. Н. Вахнина

ФГБОУ ВО Костромской государственной университет

СНИЖЕНИЕ ГОРЮЧЕСТИ КОНСТРУКЦИОННЫХ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПЛИТ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

Целью работы является обоснование рационального состава плитных материалов из растительных наполнителей с повышенной огнезащищенностью. Для снижения горючести плит на основе наполнителя из специальной древесной стружки, мягких древесных отходов и отходов прядения льняного волокна использован замедлитель горения алюмохромфосфат. Представлены результаты определения степени повреждения по массе при горении композитов.

Ключевые слова: древесина, плиты, наполнитель, лен, отходы, горючесть, замедлители горения.

I. V. Susoeva, T. N. Vahnina

REDUCING THE FLAMMABILITY OF STRUCTURAL AND THERMAL INSULATION BOARDS BASED ON VEGETABLE FILLERS

The purpose of the work is to substantiate the rational composition of board materials made of vegetable fillers with increased fire protection. To reduce the flammability of plates based on a filler made of special wood chips, soft wood waste and flax fiber spinning waste, a gorenje moderator, alumochromophosphate, was used. The results of determining the degree of damage by mass during the combustion of composites are presented.

Key words: wood, boards, filler, flax, waste, combustibility, flame retardants.

Плитные материалы из растительных наполнителей, как конструкционные, так и теплоизоляционные, являются эффективным конструкционно-отделочным материалом для деревянного домостроения. Они имеют возобновляемый ресурсный потенциал, им можно придать желаемый комплекс эксплуатационных свойств. Общий объем производства древесноплитных материалов в мире неуклонно возрастает. Сдерживает рост применения в строительстве плитных материалов из растительных наполнителей повышенная горючесть целлюлозосодержащего материала.

Горючесть всех видов древесных плит зависит от плотности, компонентов состава и многих других факторов. Термостойкость используемых в плитном производстве связующих (карбамидо-, а особенно фенолоформальдегидных)

достаточно высокая. Основным горючим компонентом являются растительные наполнители.

Вид растительного наполнителя и состав композита влияют на поведение плит при воздействии огня. Даже порода древесины меняет термические свойства материала. Так древесно-стружечные плиты (ДСтП) имеют большую скорость выгорания по толщине, чем древесина. Древесина березы более устойчива, чем древесина сосны, ели, осины.

Для использования в строительстве материалов из растительного сырья необходимо обеспечить соответствие нормативным требованиям показателей горючести композитов.

Вопросами повышения огнезащищенности древесных плит занимались А. А. Леонович [1], А. Б. Сивенков [2], М. Ю. Демина [3], В. М. Балакин, Т. М. Шутов и др. [4–12].

В лаборатории кафедры ЛДП КГУ, г. Кострома, были изготовлены плитные материалы: ДСтП и 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 замедлителя горения использовался алюмохромфосфат (АХФ).

Конструкционные ДСтП изготавливались на фенолоформальдегидном связующем, плотность плит 800 кг/м^3 . ДСтП изготавливались в прессе для горячего прессования при $180 \text{ }^\circ\text{C}$. Теплоизоляционные плиты изготавливались средней плотности 275 кг/м^3 . Образцы материала сушились при $100 \text{ }^\circ\text{C}$ до влажности $8 \pm 1 \%$. Для всех образцов плитных материалов определялась потеря массы при горении.

Исследования термических свойств проводились на установке синхронного термического анализа NETZSCH STA 449 F3 Jupiter, совмещенной с приставкой ИК-Фурье, позволяющесовременно 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) [13], испытания проводились в установке «керамический короб» по ГОСТ Р 53292-2009.

Результаты термического анализа композита из растительного наполнителя (мягкие древесные отходы + отходы прядения льна) представлены на рис. 1.

Использование АХФ в качестве замедлителя горения позволило снизить удельную теплоту пиролиза до 950 Дж/г . Введение замедлителя горения позволяет повысить термостойкость материала.

Для определения соответствия композита требованиям к огнезащищенности были изготовлены и испытаны три партии образцов, число дублированных опытов в каждой партии $n = 10$:

1 – ДСтП на фенолоформальдегидном связующем с добавкой АХФ;

- 2 – теплоизоляционные композиты на фенолоформальдегидном связующем;
3 – теплоизоляционные композиты на фенолоформальдегидном связующем с добавкой АХФ.

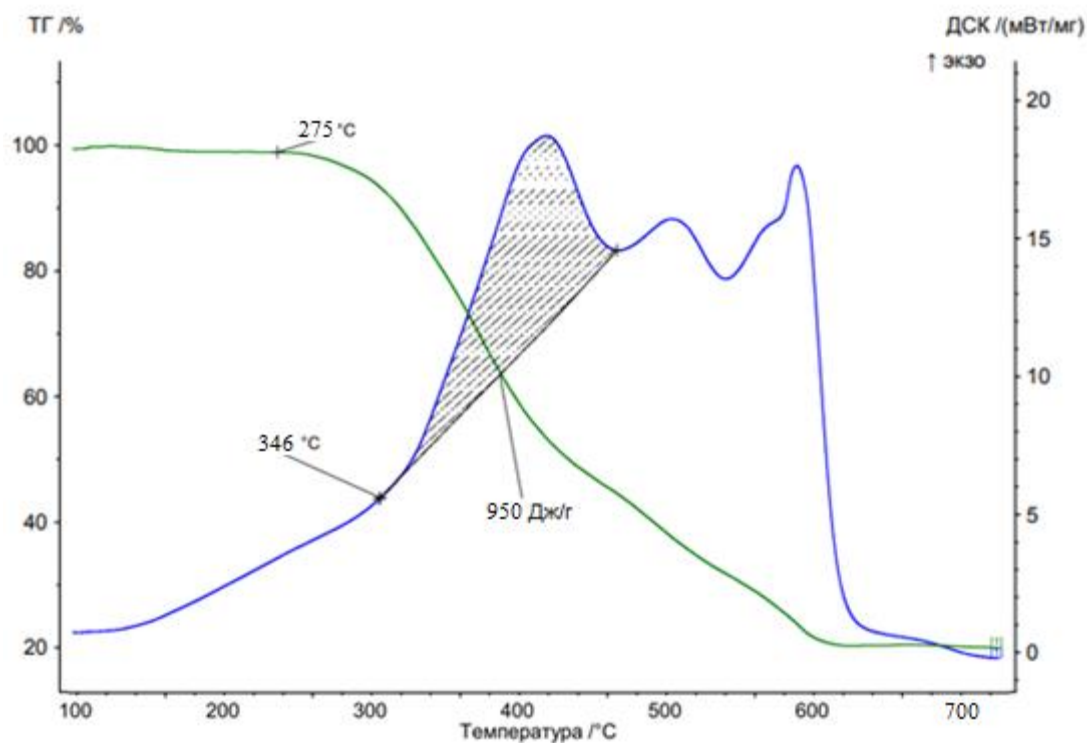


Рис. 1. Кривые продуктов термoлиза ТГ и ДСК композита из отходов древесины и льняного волокна с добавкой АХФ

В соответствии с нормативными требованиями, испытания проводились в установке «керамический короб» по ГОСТ Р 53292–2009.

Результаты определения показателей приведены в табл. 1. Результаты определения соответствия образцов композита группе горючести по показателю степень повреждения по массе, % выделены цветом в таблице: нормально-горючие (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, °C)	23,5(234)	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 фенолоформальдегидного связующего с замедлителем горения АХФ – к группе Г3 (согласно статье 13 Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»).

Таким образом, для изготовления конструкционных и теплоизоляционных композиционных плитных материалов из растительных наполнителей рационально использовать в качестве замедлителя горения алюмохромфосфат; значения показателей отвечают группе горючести материалов Г3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Леонович А.А.* Теория и практика изготовления огнезащитных древесных плит. – Л., Изд-во Ленинградского университета, 1978 г. – 256 с.
2. *Сивенков А.Б.* Снижение пожарной опасности материалов на основе целлюлозы. Дисс. на соиск. уч. ст. к.т.н. – М., 2002. – 172 с.
3. *Демина М.Ю.* Технология изготовления огнезащитных древесностружечных плит [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.dissercat.com/content/tekhnologiya-izgotovleniya-ognezashchishchennykh-drevesnostruzhechnykh-plit> (дата обращения 20.09.2021)
4. *Балакин В.М., Литвинцев Ю.И., Выдрина Т.С., Рыбкина Ю.В.* Пути создания огнестойких ДСтП с высокими физико-механическими свойствами // Вклад ученых и специалистов в развитие химико-лесного комплекса. Екатеринбург, 1993.– С. 151–152.
5. *Шутов Т.М., Ардиан М.А., Бугнева Е.А., Стригуцкая Т.А., Куликов Ю.А., Михнюк Б.М.* Технология получения трудногорючих древесностружечных плит // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины. Минск, 1993. – Вып.1. – С. 89–93.
6. *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.
7. *Горлов Ю.П., Меркин А.П., Устенко А.А.* Технология теплоизоляционных материалов. – М.: Стройиздат, 1980. – 399 с.
8. *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.
9. *Говырин Б.А., Маслакова Е.А., Каплунова О.Е.* Влияние огнезащитных добавок на физико-механические свойства плит, используемых в домостроении.// Механическая обработка древесины. – 1980. – Вып. 11. – С. 16.
10. Патент 299815 Германия. Огнезащитное покрытие для древесины и древесных материалов. МКИ В 27 К 3/52, С 09 К 21/00, В 32 В 13/10// Изобретения стран мира. – 1993. – Вып. 22. – №9.

11. Патент 4114068 Германия. Трудновоспламеняемая прессованная плита и способ ее изготовления. МКИ 5 В 27 N 3/00, 9/00, Е 04 В 1/94, Е 04 С 2/26, С 09 К 4/00// Изобретения стран мира. 1994. – Вып. 22. – №1.

12. Патент 5–8081 Япония. Негорючий древесный материал. МКИ 5 В 27 К 3/150,3/52, С 08 К 5/100// Изобретения стран мира. 1995. – Вып. 22. – №3.

13. ГОСТ 30244–94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть. – М.: Издательство стандартов, 2006. – 16 с.

УДК 614.841.41

О. Г. Циркина, В. Г. Спиридонова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИДАНИЕ ТКАНЯМ ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ВОДО- И ОГНЕЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ

С целью придания техническим тканям специальных свойств предложен интумесцентный состав на основе ПВХ-композиции, в результате чего получен водонепроницаемый огнестойкий материал, не способный распространять пламя по поверхности.

Ключевые слова: ткани технического назначения, пожарная опасность, воспламеняемость, огнестойкость, интумесцентный состав.

O. G. Tsirkina, V. G. Spiridonova

IMPROVING THE TECHNICAL PURPOSE OF THE FABRIC TO WATER AND FIREPROOFING PROPERTIES

In order to impart special properties to technical fabrics, an intumescent composition based on a PVC composition has been proposed, as a result of which a waterproof fire-resistant material is obtained that is not capable of spreading a flame over the surface.

Key words: technical fabrics, fire hazard, flammability, fire resistance, intumescent composition.

Современные текстильные материалы в зависимости от области их применения могут обладать различными специфическими свойствами: водо-, огне-, масло-, кислотозащитными и прочими. При этом эффективность защиты во многом зависит от правильного подхода к выбору таких материалов и способов их получения. Четкое понимание взаимосвязи условий труда с эксплуатационными требованиями к тканям технического назначения и знание потребительских характеристик самих материалов являются основой для обеспечения без-

опасности различных технологических процессов на взрывопожароопасных производственных объектах.

Ткани технического назначения имеют ряд специфических характеристик: высокую прочность, износоустойчивость, устойчивость к атмосферным воздействиям, а также специальные свойства – водонепроницаемость и устойчивость к горению.

В настоящее время широко применяются текстильные материалы различного происхождения и химического состава, поскольку они используются во всех областях промышленного производства. Практически все текстильные материалы являются легковоспламеняемыми. Поэтому снижение их пожароопасных свойств является важной задачей для обеспечения пожарной безопасности объектов защиты. Огнезащита текстильных материалов позволяет обеспечить безопасные условия труда и снизить вероятность возникновения пожара.

Актуальность представленной работы заключается в том, что использование антипиренов для технических тканей и изделий из них позволяет снизить пожарную опасность объекта, на котором они применяются. Для обеспечения огнезащиты текстильного полотна предложены загущенный интумесцентный состав и интумесцентный состав на основе ПВХ-композиции, в результате чего получены образцы огнестойкого и водонепроницаемого огнестойкого материала, не способные распространять пламя по поверхности.

Придание огнезащитных свойств тканям может быть реализовано различными методами. Основными способами нанесения огнезащитного состава на текстильные материалы являются:

- поверхностная или объемная обработка с последующим образованием на поверхности труднорастворимых соединений,
- химическая модификация волокон.

В представленной работе предложен первый из указанных способов.

Для оценки эффективности предложенного антипирена использовалась хлопчатобумажная ткань «брезент» с поверхностной плотностью 380 г/м². Указанный материал широко применяется в технических целях для производства укрывных материалов, рюкзаков, палаток и тентов, специальной и рабочей одежды, а также в пожаротушении при изготовлении напорных рукавов.

Нанесение огнезащитного состава производилось методом печати на образцы брезента с одной и двух сторон. После этого образцы высушивались и подвергались испытанию на воспламеняемость в соответствии с ГОСТ Р 50810-95 «Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Методы испытаний на воспламеняемость и классификация». По результатам испытаний оба образца были классифицированы как трудновоспламеняемые, на их поверхности в результате огневого воздействия образовался вспученный карбонизированный слой, сдерживающий горение и распространение пламени.

Для оценки эффективности предложенного огнезащитного состава были проведены термические испытания, в частности, термогравиметрический анализ. В качестве образца сравнения был выбран брезент с поверхностной плот-

ностью 380 г/м^2 , обработанный огнезащитным составом Тезагран Л-3 методом объемного нанесения. По результатам испытаний на воспламеняемость данный образец относится к категории «трудновоспламеняемые». Общий вид полученных термогравиметрических кривых представлен на рисунках 1-3, где: 1 – термогравиметрическая зависимость (TG, мг), 2 – дифференциальная термогравиметрическая зависимость (DTG, мг/мин), 3 – тепловой поток (мВ).

На основании полученных данных термогравиметрического анализа были определены температуры, при которых образцы теряли 1, 30, 50, 60 % массы.

Полученные данные свидетельствуют о том, что для образцов, обработанных вспучивающимся составом с одной и двух сторон, процент потери массы 70% не достигается даже при увеличении температуры до 1000°C , а наименьшие температуры потери массы наблюдаются для образца с огнезащитой Тезагран Л-3.

На основании кривых дифференциальной термогравиметрии (кривые 2 на рис. 1-3) выявлены температуры, при которых достигается максимальная скорость разложения для образцов, обработанных огнезащитными составами.

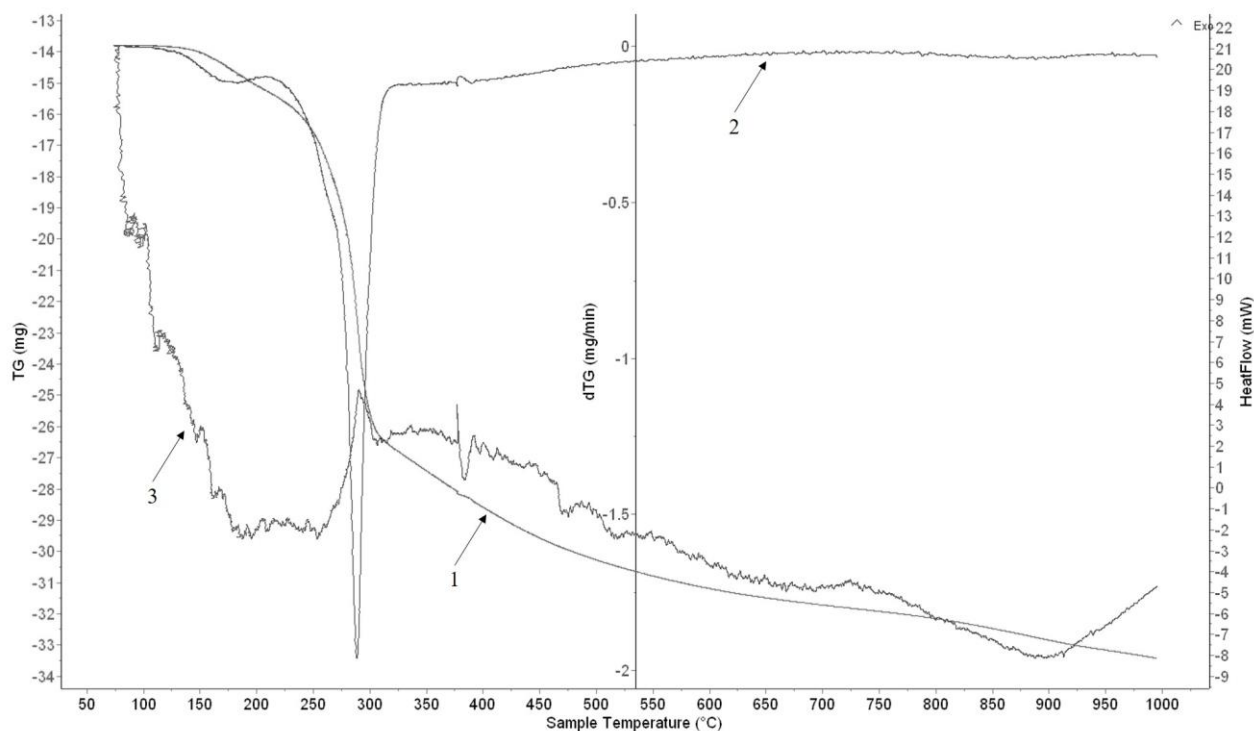


Рис. 1. Результаты термогравиметрического анализа для образца, обработанного Тезаграном Л-3

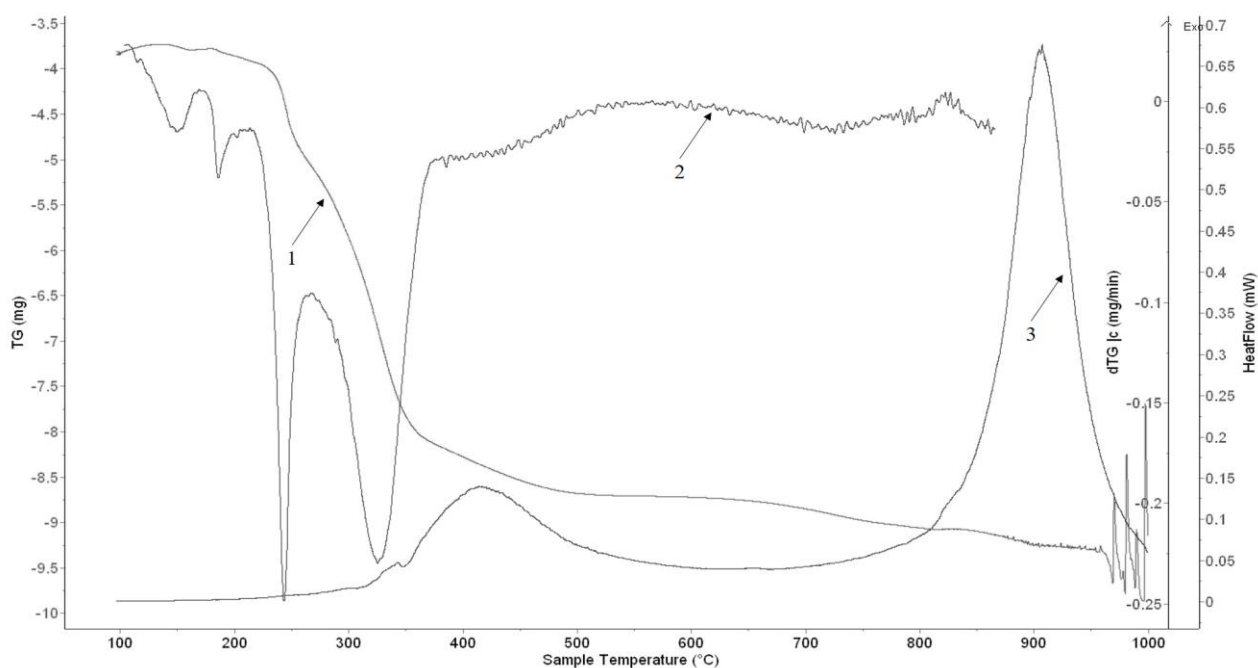


Рис. 2. Результаты термогравиметрического анализа для образца, обработанного вспучивающимся огнезащитным составом с одной стороны

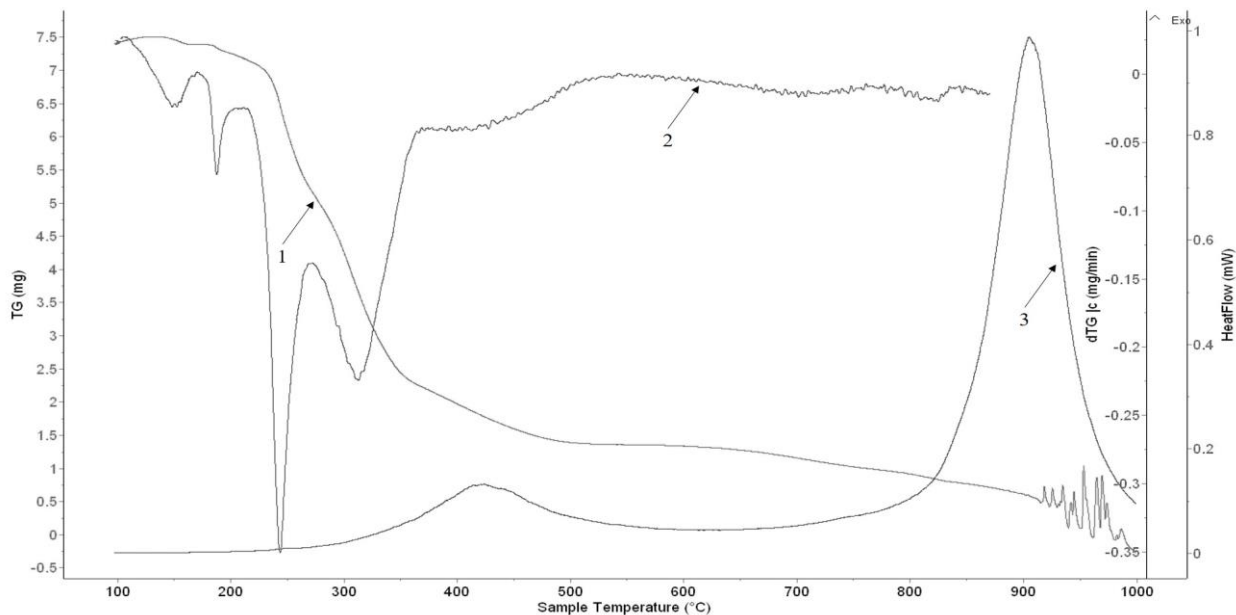


Рис. 3. Результаты термогравиметрического анализа для образца, обработанного вспучивающимся огнезащитным составом с двух сторон

Отмечено, что наименьшей температурой, при которой достигается максимальная скорость разложения, обладают образцы, обработанные интумесцентным составом, а наибольшей – образец, обработанный Тезаграном Л-3.

При этом стоит отметить, что для тканей, обработанных вспучивающимся составом, отмечаются два пика на кривой дифференциальной термогравиметрии, соответствующие максимальной скорости разложения входящих в состав образца компонентов (243°C – антипирен; 312 и 325°C – брезент). Антипирен, начинающий разлагаться первым, позволяет образовать карбонизированный слой на поверхности брезента и предотвратить его дальнейшее горение.

В промышленности также нашли широкое применение текстильные материалы с полимерным пленочным покрытием. Среди полимеров наибольшее часто используются композиции на основе поливинилхлорида (ПВХ). Использование материалов на основе ПВХ объясняется их высокими эксплуатационными свойствами, большим ассортиментом применяемых составов, в которые наряду с основным компонентом ПВХ вводят пластификаторы, стабилизаторы, красители, наполнители и другие ингредиенты. За счет использования различного рода наполнителей можно значительно расширить область применения материалов с полимерным пленочным покрытием путем изменения их эксплуатационных характеристик, в том числе значительно повысить их огнестойкость. Путем нанесения ПВХ-покрытий на тканую или нетканую основу можно получить материалы с маслостойкими и огнезащитными свойствами, являющиеся востребованными в различных отраслях промышленности. Исследования в данном направлении активно ведутся на кафедре пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор») Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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).
2. 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)).
3. ГОСТ Р 50810-95 «Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация» (утв. постановлением Госстандарта РФ от 29 августа 1995 г. N 454).
4. *Спиридонова В.Г., Циркина О.Г., Никифоров А.Л.* Придание огнезащитных свойств текстильным материалам и изделиям из натуральных волокон // Молодые ученые – развитию Национальной технологической инициативы (ПОИСК-2021): сб. материалов Национальной (с международным участием) молодежной научно-технической конференции. – Иваново, ИВГПУ, 2021. – С. 386-388. .
5. Способы и средства огнезащиты текстильных материалов. Руководство МЧС России. – Введ. 2004-01-21. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2004. – 48 с.
6. 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 03.09.2021).

УДК 614.841.412

Е. В. Ширяев

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ ИСПАРЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ЧЕРЕЗ СЛОЙ ГРАНУЛ ПЕНОСТЕКЛА

Проведена экспериментальная оценка параметров испарения углеводородных жидкостей (ацетон, бензин АИ-92, н-гексан) при экранировании поверхности испарения «сухим» слоем гранул пеностекла, показана динамика снижения параметров испарения с увеличением слоя гранулированного пеностекла.

Ключевые слова: углеводородные жидкости, гранулированное пеностекло, испарение, пожарная опасность.

E. V. Shiryaev

ESTIMATION OF PARAMETERS OF EVAPORATION OF HYDROCARBON LIQUIDS THROUGH A LAYER OF FOAM GLASS GRANULES

An experimental evaluation of the evaporation parameters of hydrocarbon liquids (acetone, gasoline AI-92, n-hexane) was carried out when shielding the evaporation surface with a «dry» layer of foam glass granules, the dynamics of the decrease in evaporation parameters with an increase in the layer of granular foam glass was shown.

Key words: hydrocarbon liquids, granular foam glass, evaporation, fire hazard.

Пожарная опасность аварийных проливов углеводородных жидкостей характеризуется пожароопасными свойствами горючих жидкостей, температурой и площадью поверхности испарения, а также возможностью проявления источников зажигания.

Снижение пожарной опасности аварийных проливов углеводородных жидкостей достигается за счет применения технических решений, ограничивающих разлив и растекание жидкости при пожаре в соответствии со статьей 59 ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [1].

Для снижения параметров испарения и защиты технологического оборудования от прогрессирующего пожара пролива ЛВЖ, ГЖ применяются гранулированные материалы, как в виде тяжелого гравия, щебня, так и легкие пористые гранулы керамзита, пеностекла в поддонах или приямках для сбора аварийных утечек. Преимущество легких гранул состоит в том, что из-за низкой насыпной плотности они способны удерживаться на поверхности жидкости под действием архимедовой силы, при этом образуя «сухой» изолирующий слой, благодаря которому снижается удельная массовая скорость испарения, а при

воспламенении горючих паров снижаются параметры пламени, вплоть до полного прекращения горения.

С целью оценки влияния высоты слоя гранулированного пеностекла на параметры испарения углеводородных жидкостей применялся гравиметрический метод анализа, основанный на точном измерении массы паров исследуемых жидкостей (ацетон, бензин АИ-92, н-гексан) с помощью аналитических весов GR-300 с ценой деления 0,0001 г (класс точности по ГОСТ OIML R 76-1-2011 – I). В качестве гранулированного материала использовалось гранулированное пеностекло марки «Термоизол» фракции 5-7 мм. На весах размещались химически устойчивые емкости для агрессивных сред из полипропилена диаметром 115 мм, высотой соответствующей толщине гранулированного слоя (15..90 мм при шаге $n=15$). Под слой гранулированного пеностекла (далее – СГП) наливалась исследуемая жидкость и замерялось время секундомером, показания снимались каждые 30 секунд, общее время эксперимента составляло 900 секунд. Условия проведения эксперимента: температура воздуха $20,0 \pm 0,1$ °С; давление 99 – 102 кПа; относительная влажность воздуха 40-60 %. Измерение массы паров исследуемых жидкостей через СГП на весах GR-300 представлено на фотографии, рис. 1. Зависимость скорости испарения исследуемых углеводородных жидкостей от высоты «сухого» СГП представлена на графике, рис. 2.

Расчет высоты зоны, ограниченной нижним концентрационным пределом распространения пламени $Z_{нкпр}$ (см), определялось по формуле [1].

$$Z_{нкпр} = 0,26 \cdot \left(\frac{m_n}{\rho_n \cdot C_{нкпр}} \right)^{0,33} \quad (1)$$

где m_n – масса паров, кг; ρ_n – плотность паров, кг/м³; $C_{нкпр}$ – нижний концентрационный предел распространения пламени.



Рис. 1. Емкость с СГП на весах GR-300

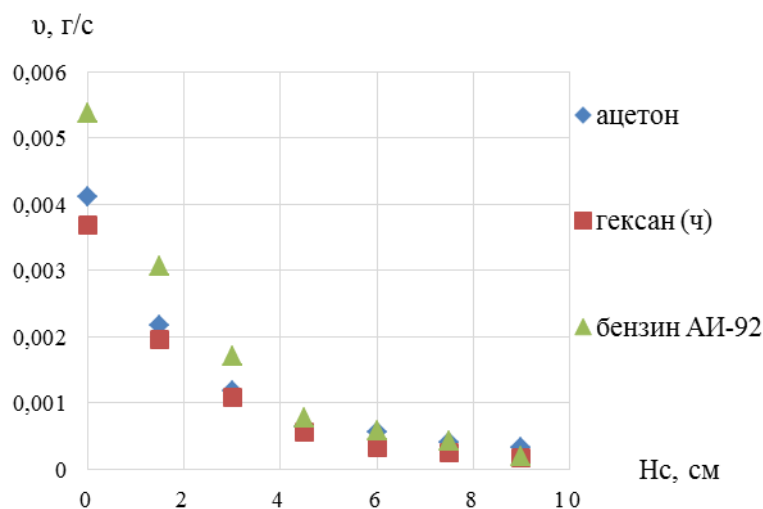
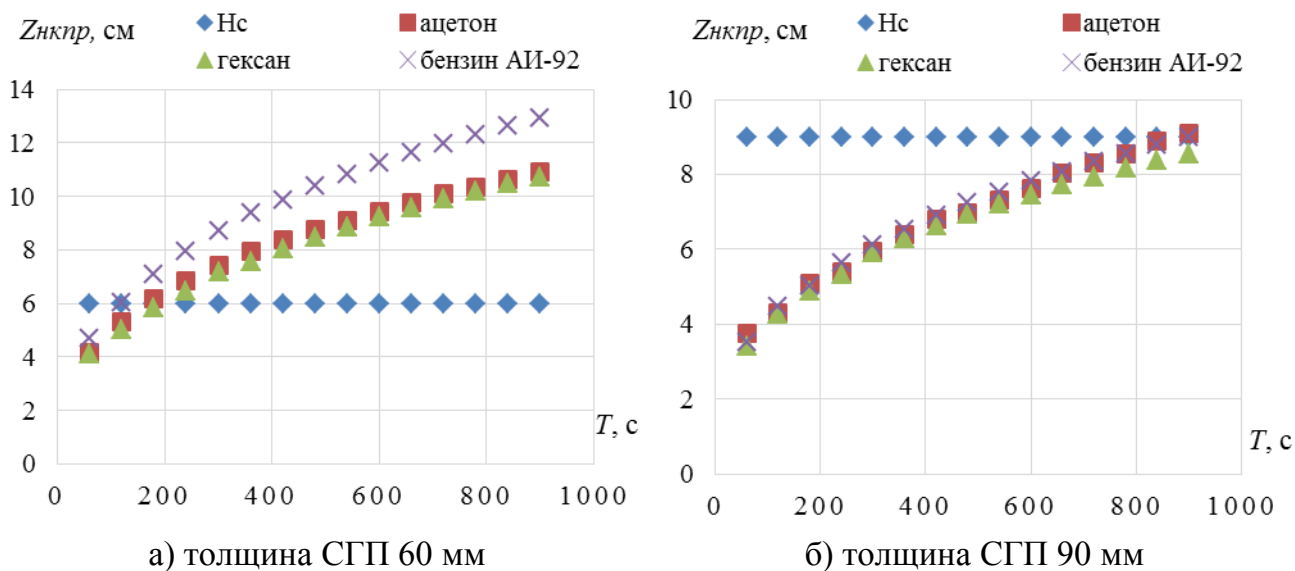


Рис. 2. Зависимость скорости испарения от высоты «сухого» СГП

В качестве примера на графиках показана динамика изменения высоты зоны $Z_{нкпр}$ при экранировании СГП толщиной 60 мм (рисунок 3 а) и 90 мм (рис. 3 б).



H_c – толщина «сухого» СГП

Рис. 3. Динамика изменения высоты зоны $Z_{нкпр}$ при экранировании поверхности испарения СГП

Анализ результатов оценки высоты зоны $Z_{нкпр}$ при экранировании «сухим» СГП показал следующее: в начале эксперимента высота зоны $Z_{нкпр}$ находится ниже верхней отметки «сухого» СГП и для ее пересечения требуется достаточно продолжительное время, а именно при толщине «сухого» СГП 60 мм оно составит 180 секунд, при толщине «сухого» СГП 90 мм – более 900 секунд.

Таким образом, с увеличением толщины «сухого» СГП: скорость испарения углеводородных жидкостей снижается по экспоненциальной зависимости; динамика роста высоты зоны, ограниченной нижним концентрационным пределом распространения пламени $Z_{нкпр}$ (см), значительно снижается и при толщине «сухого» СГП 90 мм не поднимается выше верхнего уровня гранул пеностекла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Текст]: Федер. закон: принят Гос. Думой 4 июля 2008 г. № 123-ФЗ // Рос. Газета. – 2008. – 1 августа. Федеральный выпуск № 4720 – полоса 18.
2. ГОСТ Р 12.3.047.2012. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля. – М.: Стандартинформ, 2019. – 62 с.

УДК 691.32

М. А. Яковлев, Н. А. Кропотова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ СНИЖЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ БЕТОНА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ

Прочность бетонов, применяемых в качестве основного строительного материала, зависит от многих факторов, в основном от связывающих компонентов и условий окружающей среды. Авторами приводятся аналитические данные проведенного исследования по изучению поведения бетона в различных условиях, а также определению прочностных свойств бетона вплоть до его разрушения. Сделана попытка объяснения поведения бетона под действием нагрузок, а также компонентов для улучшения его состава.

Ключевые слова: цемент содержащий состав, бетон, усталостное напряжение, разрушение бетона, прочность бетона, прочностные свойства.

M. A. Yakovlev, N. A. Kropotova

INVESTIGATION OF THE DECREASE IN THE STRENGTH PROPERTIES OF CONCRETE UNDER THE INFLUENCE OF EXTERNAL FACTORS

The strength of concrete used as the main building material depends on many factors, mainly on the binding components and environmental conditions. The authors present analytical data of the conducted research on the study of the behavior of concrete in various conditions, as well as the determination of the strength properties of concrete up to its destruction. An attempt is made to explain the behavior of concrete under the influence of loads, as well as components for improving the composition of concrete.

Key words: cement containing composition, concrete, fatigue stress, concrete destruction, concrete strength, strength properties.

Цементсодержащие составы достаточно широкое распространение нашли в современном градостроительстве. Бетон как отдельный представитель данных составов является уникальным по своим свойствам. Он зарекомендовал себя как прочный, твердый материал, проявляющий огнезащитные свойства. Однако бетон – это принципиально сложный материал и его свойства резко изменяются при воздействии высоких температур в условиях пожара.

Бетон представляет собой смесь цемента, воды, песка, наполнителей. Спустя некоторое время после приготовления раствора смесь затвердевает, таким образом, получается искусственный камень с особыми прочностными свойствами, долговечностью, стойкостью при воздействии внешних факторов.

Изменяя процентное соотношение между этими компонентами, получают цемент содержащие составы с различными прочностными и огнезащитными свойствами.

Известно, что при воздействии высокой температуры бетон обладает низким пределом горючести, не распространяет огня. Тот факт, что бетон имеет повышенную стойкость и прочность к воздействию открытого пламени имеется, но возникает вопрос, как долго?

Для того, чтобы ответить на этот вопрос, мы приготовили цемент содержащий состав из цемента, песка и воды в соотношении 1:1:1 (рис. 1), разлили по огороженным ячейкам для получения кубической формы размером 50×50×50 мм (рис. 2 а).

Затвердев, некоторые образцы нагрели до различной температуры в муфельной печи до 600 °С, а затем подвергли испытанию на сжатие вплоть до его разрушения на гидравлическом прессе ПСУ-10. Данные исследования приведены на рис. 3.



Рис. 1. Структура бетона в жидком состоянии (слева) и при затвердевании (справа)



Рис. 2. Бетонные образцы для исследования прочностных свойств:
а – исходный образец после застывания бетона, б – образец находящийся при эксплуатации на улице, в – образец подвергающийся воздействию влажной среды

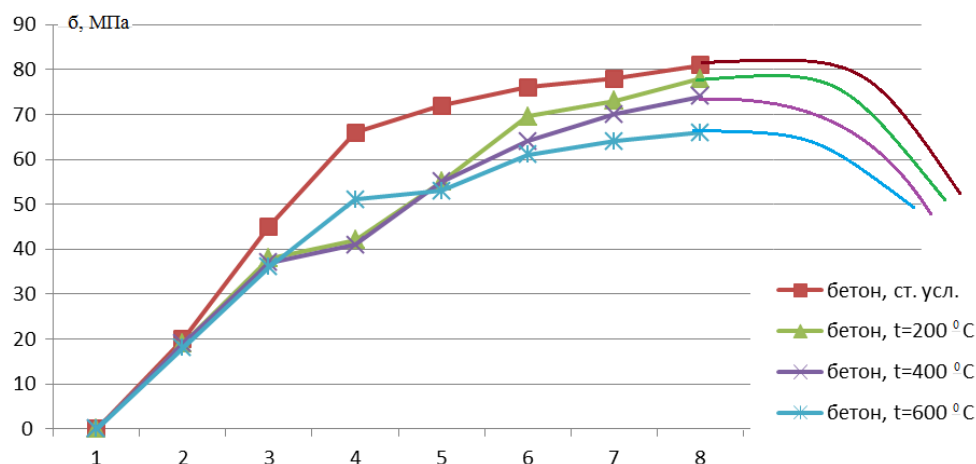


Рис. 3. Исследование прочности бетона на сжатие при различных условиях

Можно сказать, что при нагревании бетона до 600 °C способно снизить прочностные свойства на 25 %. Но при резком охлаждении, происходит его достаточно раннее разрушение (рис. 4).



Рис. 4. Раннее разрушение бетона до проведения испытаний на сжатие

Это связано, прежде всего, с появлением микротрещин и трещин внутри образца, вероятно при испытании минимальной нагрузки появляются сколы внутри образца при увеличении микротрещин, а это ослабляет данный материал, вызывая его выкрашивание. Доказано, что добавление алюминия, кремния, хлористого кальция способствует улучшению прочностных свойств [1]. Поведение бетона в условиях пожара и его тушения признаем аналогичными, если для моделирования пожара – используем муфельную печь, а для моделирования тушения пожара – помещаем исследуемый образец в воду. Следовательно, резкое нагревание и охлаждение за счет воды приводит к разрушению бетона. Вероятно, это связано с процессом гидратации – насыщения водой. При этом достигается несовершенная физическая структура, которая заполняет имеющиеся поры, насыщая водой.

Стоит отметить еще одну особенность, поскольку исследование было повторено, но изменены условия. Оставшиеся приготовленные кубические образцы подверглись временному хранению (рис. 2 б, в). Причем условия хранения были разные, треть образцов были помещены в сухое помещение, другая треть были помещены в воду, а оставшаяся треть подвержены влиянию атмосферных погодных явлений: ветер, солнце, дождь, снег, и оставалось в условиях изменения времен года в течение трех лет. С течением времени кубическая форма осталась, но произошло частичное сглаживание ребер бетонных кубов. В результате все образцы были подвержены испытанию на гидравлическом прессе (рис. 5).

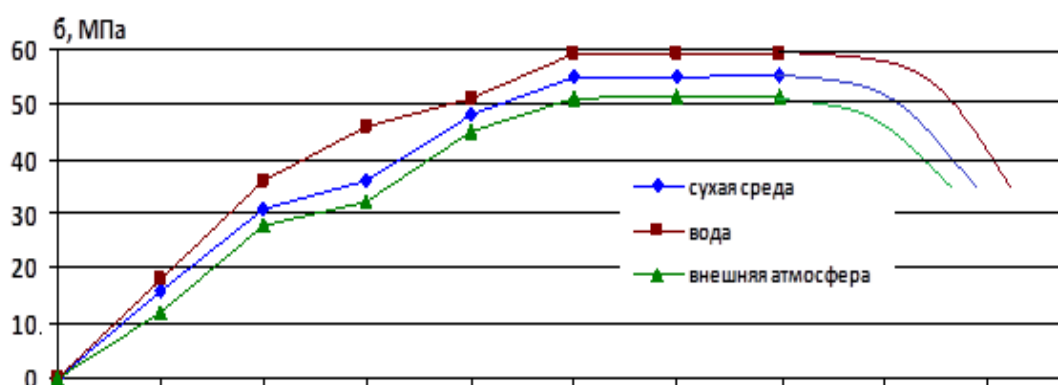


Рис. 5. Испытание бетонных образцов, подверженных влиянию различных условий

Оказалось, что бетон, подверженный воздействию влажной среды проявляет прочность на 8 % больше по сравнению с образцом, который находился в сухом помещении и на 14 % прочнее образца, который был подвержен воздействию внешних факторов. Хотя теория ползучести материала, которая говорит о снижении ползучести бетона при увеличении влажности среды, в данном исследовании не подтверждается. Вероятно, куб, помещенный во влажную среду, имеет другой характер разрушения по сравнению с бетоном, хранящимся в сухом помещении. Результаты испытаний свидетельствуют, что при сжатии происходит разрушение в поперечном направлении, что и было доказано в предыдущих исследованиях [2].

Бетон – комплекс, состоящий из различных компонентов, соединенных цементным составом, часто данная структура имеет неоднородную структуру, которая во многом определяет физико-механические свойства. Однозначно можно сказать, что прочностные свойства полученного бетона зависят от:

- состава бетонной смеси, и его наполнителей;
- технологии процесса последующего твердения, если бетонную смесь оставить при нормальных условиях, то прочность будет резко снижаться, если

сначала бетонный состав заморозить, а потом после размораживания продолжать отвердевать;

- поперечного сечения бетонного образца;
- плотности бетона, оказалось наличие пустот отрицательно сказывается на прочности.
- вид нагрузки: статическая или динамическая нагрузка;
- внешние условия и факторы разупрочняющие бетонные составы.

Кроме того, по-прежнему существует острая нехватка данных из реальных структур для проверки, хотя некоторые ценные выводы могут быть получены также из изучения эффективности конкретных конструкций в условиях реального пожара.

Соблюдение пожарной безопасности бетонных строений предполагает выполнение следующих задач:

- обеспечение несущей способности конструктивного ядра здания на определенный период времени;
- ограничение по конструкции возникновения и распространения пожара;
- ограничение по конструкции распространения огня на соседние строения;
- возможность выхода жильцов из здания для их спасения;
- обеспечение безопасности спасателей.

Обеспечение этих целей осуществляется в рамках ряда активных и пассивных мер. Активные меры представлены всеми средствами, которые активируются при возникновении пожара, например, автоматическими системами обнаружения и тушения пожара. Пассивные меры могут включать в себя: обеспечение путей эвакуации в зависимости от специфики и особенностей строящегося здания. Обеспечение конструкции огнезащитных и прочностных свойств позволит адаптировать бетон воздействию условий высоких температур, позволит обеспечить в случае пожара элементам несущей конструкции здания необходимого времени для сохранения жизни людей и защиты населения от воздействия опасных условий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кроптова Н. А., Архангельский К. Н.* Исследование нового огнезащитного покрытия для стальных конструкций // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов II Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности, Иваново, 19 сентября 2018 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 320 – 322.
2. Устойчивость материалов к внешним воздействиям. Сборник трудов II Всероссийской научно-практической конференции, 23 сентября 2020 года. Химки: ФГБОУ ВО АГЗ МЧС России. 2020. С. 63-67.

**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 614.849

Д. С. Адамов, И. Ф. Зенкова, Е. А. Хрыкин, М. А. Шарапов

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны»

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ
СИСТЕМ ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ
ПРИ ПОЖАРЕ**

Приведено обоснование разработки новых национальных стандартов. Выполнен краткий обзор национального стандарта, устанавливающего требования к системам оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре в части проектирования, монтажа, эксплуатации, технического обслуживания, ремонта указанных систем, а также методам испытаний их на работоспособность.

Ключевые слова: пожарная безопасность, системы оповещения и управления эвакуацией, национальный стандарт, работоспособность, лицензирование.

D. S. Adamov, I. F. Zenkova, E. A. Khrykin, M. A. Sharapov

QUALITY ASSURANCE OF FIRE WARNING AND EVACUATION MANAGEMENT SYSTEMS

The rationale for the development of new national standards is given. A brief overview of the national standard establishing the requirements for warning and emergency evacuation systems in case of fire in terms of design, installation, operation, maintenance, repair of these systems, as well as methods of their testing for operability was carried out.

Keywords: fire safety, warning and evacuation management systems, national standard, operability, licensing.

Введение

Развитие системы технического регулирования в области пожарной безопасности является одним из приоритетных направлений деятельности, реализуемой государством. Разработка и внедрение национальных стандартов формируют единые требования, которые, основываясь на принципах доступности и

прозрачности, позволяют выполнить и проконтролировать процессы обеспечения пожарной безопасности объектов защиты как владельцам указанных объектов, так и юридическим лицам или индивидуальным предпринимателям, выполняющим работы и услуги в области пожарной безопасности.

Законодательством Российской Федерации [4] установлено, что отдельные виды деятельности в области пожарной безопасности являются лицензируемыми и могут осуществляться только при наличии специального разрешения – лицензии. Согласно официальным статистическим данным, количество действующих лицензий на виды деятельности в области пожарной безопасности ежегодно увеличивается. Всего на декабрь 2020 года их общее число составило 53511 лицензий, из которых 1248 - на деятельность по тушению пожаров в населенных пунктах, на производственных объектах и объектах инфраструктуры, 52263 - на деятельность по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений. Таким образом, работы и услуги по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений, составляют 97,7 % от всего спектра лицензируемых направлений деятельности по обеспечению пожарной безопасности, что позволяет сделать вывод о наличии высокой потребности в нормативных технических документах, содержащих однозначные исчерпывающие требования и нормы, для активного применения в практической деятельности.

Общие положения

Анализ показал, что, руководствуясь положениями соответствующего нормативного правового акта [2], лицензиат при осуществлении данного вида деятельности обязан выполнять лицензионные требования, в том числе, требования к работам и услугам, составляющим лицензируемую деятельность, установленными нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также нормативными документами по пожарной безопасности. Одновременно, в соответствии с нормами основополагающего документа технического регулирования в области пожарной безопасности [5], национальные стандарты, содержащие требования пожарной безопасности, относятся к нормативным документам по пожарной безопасности.

Проведенные комплексные исследования действующих требований в области проектирования, монтажа, технического обслуживания и ремонта систем противопожарной защиты (далее – система ППЗ), а также условий обеспечения функционирования указанных систем, подтвердили необходимость актуализации нормативного технического обеспечения, включая разработку методов и методик испытаний систем ППЗ на работоспособность. Следующим шагом для достижения поставленной цели стала разработка ряда национальных стандартов, применение которых позволило бы обеспечить правильность выполнения

работ и услуг в области пожарной безопасности, а также контроль за обслуживанием систем ППЗ и содержанием их в работоспособном состоянии.

Принятые соответствующими приказами Росстандарта национальные стандарты введены в действие в сентябре 2021 года и содержат ряд организационных и технических требований, регулирующих процессы проектирования, установки и эксплуатации средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений:

руководства по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту, а также методы испытаний на работоспособность для систем пожарной сигнализации, установок пожаротушения автоматических, систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, первичных средств пожаротушения, внутреннего противопожарного водоснабжения, противопожарных занавесов;

методы контроля качества огнезащитных работ при монтаже (нанесении), техническом обслуживании и ремонте - для средства огнезащиты;

общие требования по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту, а также методы контроля - для осуществления заполнения проемов в противопожарных преградах.

Нормативно-техническое обеспечение функционирования СОУЭ

Система оповещения и управления эвакуацией (далее - СОУЭ) используется для информирования людей о возникновении пожара, устанавливает пути эвакуации и определяет очередность её проведения. Применение СОУЭ обеспечивает возможность своевременного оповещения граждан, что позволяет сохранить их жизнь и здоровье.

В целях достижения качественного функционирования СОУЭ основные разделы национального стандарта ГОСТ Р 59639-2021 «Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность» (далее - ГОСТ Р СОУЭ) [1] содержат нормы, направленные на обеспечение соблюдения требований пожарной безопасности на всех жизненных циклах системы:

технические требования к проектированию и монтажу СОУЭ;

требования к эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту СОУЭ;

оценка работоспособности СОУЭ;

методика проверки СОУЭ на работоспособность;

рекомендуемая форма акта проверки работоспособности (проведения работ по техническому обслуживанию) средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений.

Технические требования к монтажу СОУЭ распространяются также на порядок организации монтажных работ, подготовительные работы и входной контроль. Кроме этого, приведена технология выполнения и приемки монтажных работ, включая пусконаладочные работы.

К требованиям при эксплуатации СОУЭ, соблюдение которых должно выполняться, отнесены требования к порядку ввода в эксплуатацию, контролю технического состояния, техническому обслуживанию и ремонту СОУЭ, устранению неисправностей и ложных срабатываний, проведению периодических проверок (испытаний) и замене технических средств, входящих в её состав.

Актуальность ГОСТ Р СОУЭ обусловлена также тем, что положениями данного документа устанавливаются требования к СОУЭ как к системе в целом, что позволяет учесть техническое и технологическое разнообразие современных новинок рынка продукции пожарно-технического назначения. Кроме того, применение указанного национального стандарта позволяет комплексно обеспечить реализацию установленных требований пожарной безопасности [3].

Разработка ГОСТ Р СОУЭ осуществлялась с учетом его гармонизации с положениями существующих и разрабатываемых межгосударственных и национальных стандартов, устанавливающих требования к СОУЭ.

Выводы

Разработка и введение в действие национального стандарта, регулирующего работы по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту СОУЭ, а также устанавливающего регламент проведения и оформления испытаний указанных систем на работоспособность позволяет комплексно решить ряд задач по обеспечению пожарной безопасности объектов защиты:

развитие системы технического регулирования в области пожарной безопасности;

выполнение требований пожарной безопасности, установленных Правилами противопожарного режима Российской Федерации;

предоставление лицензиатам единого руководства для использования при осуществлении работ по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту систем оповещения и эвакуации при пожаре и их элементов, включая диспетчеризацию и проведение пусконаладочных работ;

наличие нормативно-технического документа, позволяющего владельцу объекта защиты и иному лицу, ответственному за обеспечение пожарной безопасности, осуществлять дополнительный внутренний контроль деятельности лицензиатов (в пределах компетенции).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об утверждении национального стандарта Российской Федерации: приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 24 августа 2021 г. № 792-ст URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180686>.

2. Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по монтажу, техническому обслуживанию и ремонту средств обеспечения пожарной безопасности зданий и сооружений: постановление Правительства РФ от 28 июля 2020 г. № 1128. // Собрание законодательства РФ. – 2020. – № 32 – Ст. 5276.

3. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации: постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479. // Собрание законодательства РФ. – 2020. – № 39 – Ст. 6056.

4. О лицензировании отдельных видов деятельности: федер. закон № 99-ФЗ от 04.05.2011 // Российская газета. – 2011 г. – № 97.

5. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон № 123-ФЗ от 22.07.2008 // Российская газета – 2008 г. – № 163.

УДК 614.849

Р. Н. Акмаев, В. О. Филиппов, О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ

В статье рассматриваются разработанные мероприятия, направленные на улучшение промышленной безопасности на ЛПДС «Сызрань» ПРУ АО «Транснефть-Дружба».

Ключевые слова: разработка мероприятий, промышленная безопасность, опасный производственный объект.

R. N. Akmaev, V. O. Filippov, O. E. Storonkina, T. A. Mochalova

DEVELOPMENT OF MEASURES TO IMPROVE FIRE SAFETY AT HAZARDOUS PRODUCTION FACILITY

The article discusses the developed measures aimed at improving industrial safety at the pipeline station «Syzran» of the production unit of JSC «Transneft-Druzhba».

Key words: development of measures, industrial safety, hazardous production facility.

Проблема предупреждения техногенных происшествий и аварийности в настоящее время представляет особую актуальность на опасных производственных объектах, где используются мощные источники энергии, экологически опасные высокотоксичные и агрессивные вещества и соединения. В связи с этим цель проведенного исследования заключалась в снижении вероятности аварий при производственной деятельности за счет улучшения обеспечения пожарной безопасности на опасном производственном объекте ЛПДС «Сызрань» ПРУ АО «Транснефть-Дружба».

Анализ и оценка действующего законодательства в области категорирования опасного производственного объекта (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.

ЛПДС «Сызрань» ПРУ АО «Транснефть-Дружба» относится к ОПО I класса опасности - ОПО чрезвычайной опасности. Производственная площадка ЛПДС «Сызрань» ПРУ АО «Транснефть-Дружба» является промежуточной перекачивающей станцией и представляет собой комплекс сооружений и устройств, предназначенных для повышения давления.

При оценке риска опасных производственных объектов, на которых обращаются пожаро- и взрывоопасные вещества, возникает необходимость оценки последствий аварий, связанных с возгоранием аварийно-выброшенных в пространство горючих жидкостей. Данные виды аварий относятся к наиболее вероятным и потенциально опасным, наряду со взрывами топливовоздушных смесей, образованием «огненного» шара и вспышкой горючих паров, смешавшихся с воздухом до концентраций не ниже нижнего концентрационного предела распространения пламени. Опасным фактором, воздействующим на людей, здания, сооружения, и находящееся рядом оборудование является тепловое излучение.

Для того, чтобы экспериментально решить поставленные задачи в настоящем исследовании и корректно спрогнозировать последствия пожара при разливе ЛВЖ была проведена работа по разработке специализированного устройства, позволяющего моделировать форму очага пожара в контролируемых условиях на полигоне. Взяв за прототип устройство согласно патенту №4322041 [1] было смоделировано устройство, которое позволяет с минимальными временными затратами измерить размер очага пожара разлива. На рисунке 1 представлен смоделированный линейный пожар, секции устройства собраны в один ряд и заполнены горючей жидкостью, при ее горении исследуется тепловое воздействие на мишень. На рисунках 2 и 3 представлен смоделированный пожар в форме дуги, соответственно вогнутой и выгнутой в сторону мишени. Для этого секции собраны в дугу, требуемого диаметра.

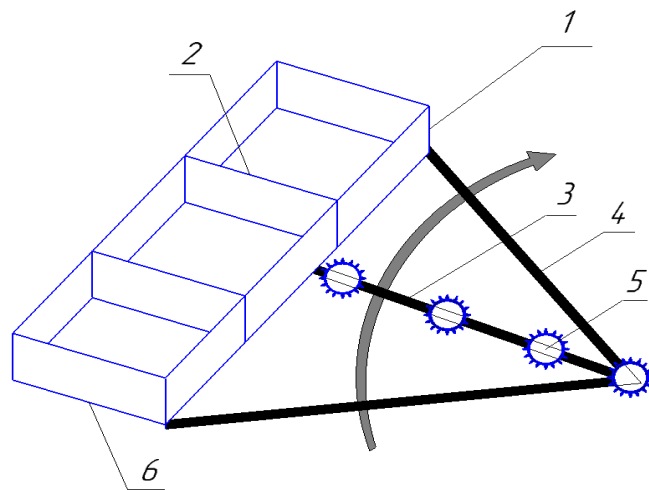


Рис. 1. Очаг линейной формы

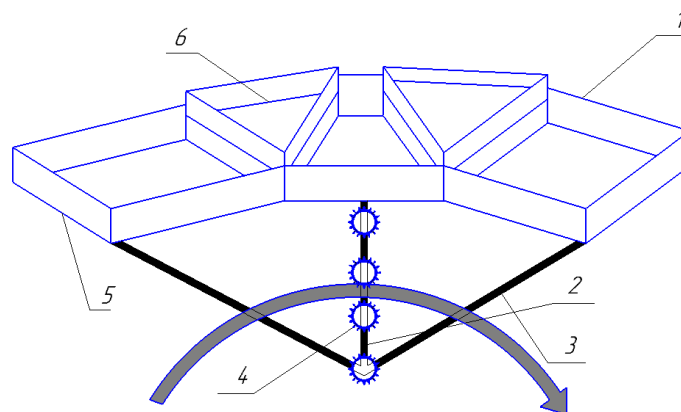


Рис. 2. Очаг в форме дуги окружности, вогнутой в сторону мишеней

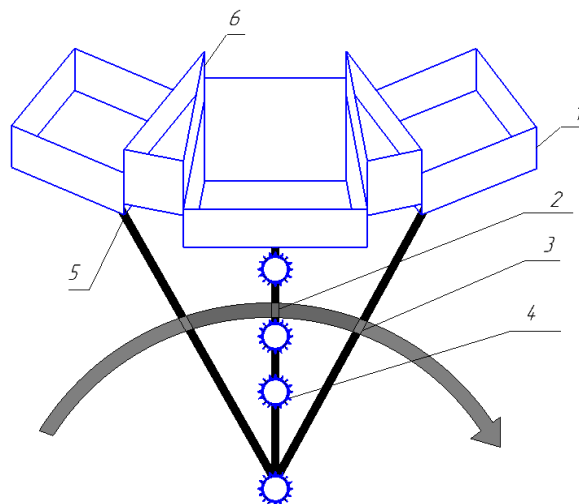


Рис. 3. Очаг в форме дуги окружности, выгнутой в сторону мишеней

Проверка работоспособности предложенного метода была произведена на уменьшенной модели устройства, представленной на рисунке 4. В качестве горючей жидкости использовались бензин и метанол. В ходе эксперимента с применением масштабных реек измерялись геометрические размеры фронта пламени, а также по фоторегистрации устанавливался угол его наклона. Затем определялись величины параметров, с последующим вычислением среднеповерхностной плотности теплового излучения пламени.

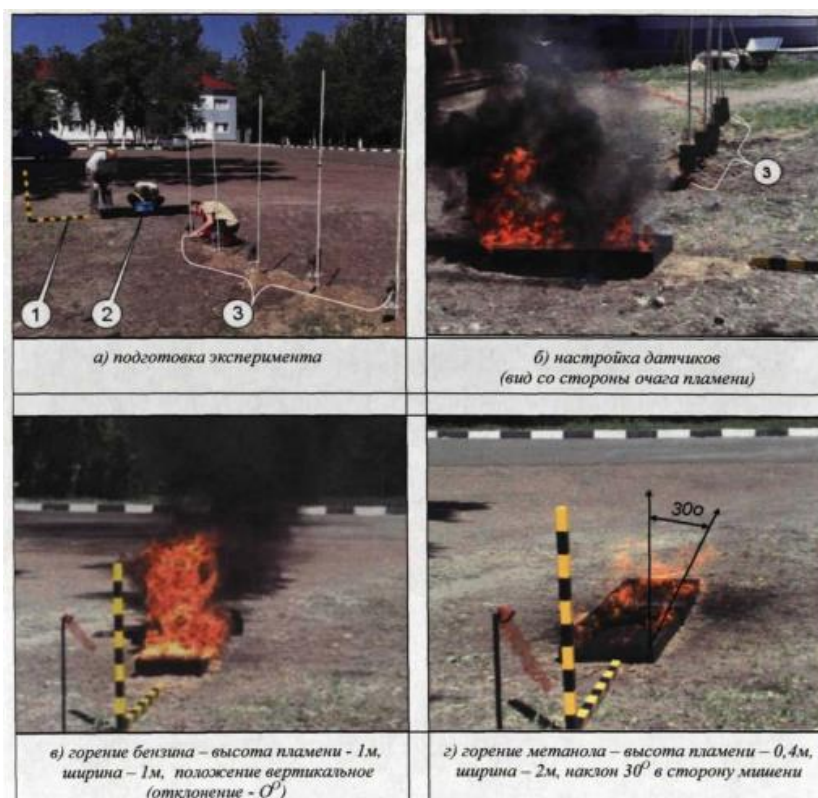


Рис. 4. Пример проведения эксперимента

Согласно статистическим данным, к наиболее часто используемым в промышленности горючим жидкостям относятся бензин и метанол. Именно эти жидкости использовались в эксперименте. Фоторегистрация позволила установить угол наклона фронта пламени, а, используя масштабные рейки, были измерены его геометрические размеры, что позволило определить параметры, необходимые для последующего вычисления такого показателя, как среднеповерхностная плотность теплового излучения пламени.

Табл. 1 содержит данные, характеризующие бензин и метанол по результатам, полученным в ходе эксперимента прямыми измерениями и рассчитанными на их основе величинами мощности теплового излучения пламени. Приведенные данные позволяют подтвердить работоспособность методики, отсюда

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ:
V МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

же следует вывод о незначительном расхождении между полученными удельными характеристиками теплового потока фронта пламени и значениями, представленными в СП 12.13130.2009: «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» [2], и слабо зависят от протяженности пожара разлива для относительно нешироких очагов.

Таблица 1. Результаты прямых измерений параметров фронта пламени горючих жидкостей

Характеристика	Значения														
	Бензин					Метанол									
Горючая жидкость	Бензин					Метанол									
Длина пламени, м	1					1					2				
Высота пламени, м	1					0,3					0,5				
Угол наклона пламени, градус	0					0					30 от вертикали в сторону мишени				
Расстояние от пламени до мишени, м	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7	3	4	5	6	7
Тепловая нагрузка на мишень, кВт/м ²	2,5	1,7	1,3	1,2	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	1,1	0,9	0,9	0,9	0,8
Значение Еп, кВт/м ²	13,3	12	12,2	13	13	6,4	6,2	6,5	6,9	6,1	7,1	6,9	7,1	7,3	6,8
Среднее значение Еп, кВт/м ²	12,7 ^{+0,5} _{-0,7}					6,4 ^{+0,5} _{-0,3}					7,0 ^{+0,2} _{-0,2}				
Значение Еп1	130					35					35				
Значение Еп2	25-60					-					-				

Результаты экспериментов позволили более адекватно оценить вероятные зоны термического поражения при размещении объектов, вошедших в состав сооружений проектов ЛПДС. Использование полученных экспериментальных данных позволило определить рациональные трассы будущих трубопроводов ЛПДС. Территория реализации перечисленных проектов характеризуется сильной пересеченностью, наличием относительно глубоких и протяженных углуб-

лений природного (овраги, балки) и искусственного (кюветы, траншеи, планировочные углубления) происхождения, что способствует распространению жидких горючих веществ.

Еще одним методом, направленным на повышение техносферной безопасности в ЛПДС «Сызрань» ПРУ АО «Транснефть-Дружба» является применение способа дистанционного обнаружения участка повреждения трубопровода и нарушений охранной зоны трубопровода. Технология основана на непрерывных наблюдениях (прослушивании) сейсмоакустических шумов в пределах месторождения на участках линейных трубопроводов в осложненных местах (технологических переходах) или в потенциально криминогенных, удаленных, плохо просматриваемых участках [3]. В рамках настоящего исследования были проведены полевые работы, позволившие запеленговать работающий факел условной нефтяной скважины. Для проведения эксперимента по наблюдению шумового поля сейсмической эмиссии использовалась остронаправленная сейсмическая система сканирования с 12-ти кратным накоплением энергии принимаемых сигналов, удаленная на 12 км от исследуемого участка нефтяного месторождения [4]. Результатом эксперимента явилась картографическая основа (рисунок 5) с данными пеленгации, получаемых каждым сейсмоприемником в зависимости от расстояния и уровня сигнала. Более интенсивный красный цвет соответствует более высокой интенсивности шума.

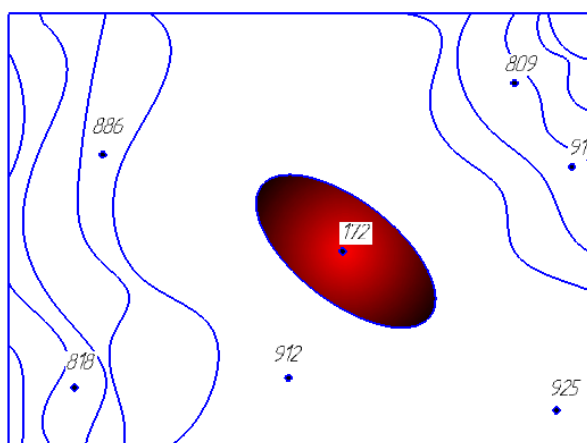


Рис. 5. Графическая интерпретация результатов пространственной пеленгации работающего факела скважины

Локальное шумовое поле факела оказалось несколько размытым, что объясняется недостаточным количеством сейсмоприемников, то есть, пространственная локационная система на каждом из своих лучей содержала их менее двадцати [5]. Для повышения точности локального шумового поля следует уве-

личить количество сейсмоприемников, расположенных на каждом из лучей системы.

Особенно эффективен предлагаемый способ на участках, где есть технологические переходы, либо в местах, где возможна противозаконная врезка в трубопровод. Данное мероприятие позволит не только обезопасить ЛПДС от несанкционированных «врезок», но и снизить возможный экологический урон, посредством быстрого реагирования на нарушение герметичности трубопровода.

Результаты, полученные в ходе проведения исследований, несомненно имеют практическую значимость. Разработанные мероприятия позволят снизить административную нагрузку на ЛПДС «Сызрань» ПРУ АО «Транснефть-Дружба» и при этом сохраняя приемлемый уровень безопасности персонала и населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на полезную модель SU 1 512 633 Устройство для имитации очага пожара / Дрикер Г.Я., Поклоннов В.П., Рывкин А.М., Сухов С.А.; № 4322041/40-12; заявл. 28.09.1987, Бюл. № 37.

2. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: СП 12.13130.2009 URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200071156> (дата обращения: 14.09.2021).

3. *Сафонов В.С.* Отраслевое руководство по анализу и управлению риском, связанным с техногенным воздействием на человека и окружающую среду, при сооружении и эксплуатации объектов добычи, транспорта, хранения и переработки углеводородного сырья. М.: РАО «Газпром», 2016. 165 с.

4. *Молев М.Д.* Прогнозирование состояния техносферной безопасности: монография. Шахты: ИСОиП (филиал) ДГТУ, 2018. 113 с.

5. *Острейковский В.А.* Количественная оценка риска в теории техногенной безопасности сложных динамических систем. Избранные труды международного симпозиума по фундаментальным и прикладным проблемам науки. М.: РАН, 2018. 46 с.

УДК 614.841

В. И. Ардашев, Е. Н. Кадочникова

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКОВ

В статье обоснована необходимость формирования систем обеспечения пожарной безопасности резервуарных парков. Актуальность рассматриваемой темы обу-

словлена высокой опасностью возникновения пожаров на объектах нефтяных комплексов. Предложена система безопасности, снижающая вероятность возникновения пожара за счет снижения нефтяных испарений.

Ключевые слова: пожарная безопасность, риски, резервуарные парки, система безопасности.

V. I. Ardashev, E. N. Kadochnikova

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

IMPROVEMENT OF METHODS FOR ENSURING FIRE SAFETY OF TANK FARMS

The article substantiates the need to form fire safety systems for tank farms. The relevance of the topic under consideration is due to the high risk of fires at the facilities of oil complexes. Proposed safety system reduces probability of fire due to reduction of oil evaporations.

Keywords: fire safety, risks, tank farms, safety system.

Пожары на складах нефти и нефтепродуктов создают угрозу жизни и здоровью людей, а также причинением значительного экологического ущерба, обусловленного попаданием в окружающую среду значительного количества токсичных продуктов горения. При горении нефть и нефтепродукты образуют огромное количество углекислого газа, окиси углерода, сернистого газа, азота, полиароматических углеводородов, альдегидов, сажи и других веществ. Таким образом, актуальность рассматриваемой темы обусловлена высокой опасностью возникновения пожаров на объектах нефтяных комплексов, наличием фактов гибели людей на таких объектах и необходимостью формирования систем обеспечения пожарной безопасности складов нефти и нефтепродуктов в строгом соответствии с требованиями нормативных правовых и нормативно-технических документов.

Необходимость формирования систем обеспечения пожарной безопасности складов нефти и нефтепродуктов обусловлена высокой опасностью возникновения пожаров на объектах нефтяных комплексов, наличием фактов гибели людей на таких объектах.

Наиболее значимыми факторами, определяющими уровень безопасности, являются системы оценки пожарных рисков и показателей пожарной опасности.

Оценка пожарного риска – это комплексное исследование анализируемого объекта на предмет соответствия его нормам пожарной безопасности Российской Федерации. Оценка риска заключается в установлении вероятности причинения вреда сотрудникам организации и населению.

На первом этапе анализа для каждой возможной аварии складов нефти и нефтепродуктов рассчитываются вероятности реализации различных сценариев ее развития. При этом в соответствии с рекомендациями производится их ранжирование с целью определения сценариев, подходящих для дальнейшей количественной оценки риска.

На втором этапе проводится непосредственно расчет индивидуального риска на территории объекта, риска в селитебной зоне и социального риска. При этом оценке риска подвергаются аварии, которые связаны с взрывными процессами, так как в случае пожаров учитывается возможная вероятность эвакуации людей из очага возгорания.

Самой опасной аварией на складе нефти и нефтепродуктов с точки зрения тяжести последствий является взрывопожароопасная ситуация разлива топлива. Учитывая значительную площадь горения и высокую температуру пламени нефтепродуктов, велика вероятность разрушения соседних близлежащих резервуаров и поступления дополнительного количества взрывоопасных веществ в очаг пожара. При этом существует вероятность выхода аварии за пределы обвалования группы и растекания горящего топлива по территории топливной базы.

В связи с этим, для проверки обеспечения пожарной безопасности на складах нефти и нефтепродуктов целесообразно провести расчет и оценку пожарного риска. Если величина пожарного риска не превысит нормативное значение, то пожарная безопасность объекта будет считаться обеспеченной [1, 2]. Если риск окажется сверхнормативным, необходимо будет разрабатывать дополнительные противопожарные мероприятия по снижению его величины.

Расчет индивидуального риска персонала на наружных технологических установках и его оценка применяется для регламентированных приказом № 404 [3] поражающих факторов таких как:

- избыточное давление, развиваемое при сгорании газопаровоздушных смесей;
- тепловое излучение
- образование «огненного шара».

Для определения риска необходимо воспользоваться методикой расчета пожарного риска на производственных объектах, утвержденной Приказом МЧС России от 10.07.2009 № 404 [3].

Согласно статистическим данным, крупные аварии выброса нефти характеризуются комбинацией случайных событий, возникающих с различной частотой на разных стадиях возникновения и развития аварии:

- отказы оборудования,
- ошибки персонала,
- нерегламентируемые внешние воздействия,
- разрушения и т.д.

Для наиболее полного определения возможных последствий аварии и соответственно, уровня безопасности объекта, при проведении анализа риска необходимо установление причинно-следственных связей между событиями в случае возникновения аварийной ситуации. Для этой цели в теории риска используется логико-графический метод анализа – анализ «дерева событий», основанный на построении структурно-графической схемы развития аварии.

Расчёт интенсивности теплового излучения проводится в соответствии с разделом VI Приложения 3 к пункту 18 Методики определения расчётных величин пожарного риска для производственных объектов, утверждённой Приказом МЧС России от 10.07.2009 [3].

Расчёт параметров волны давления проводится в соответствии с разделом V Приложения 3 к пункту 18 Методики определения расчётных величин пожарного риска для производственных объектов, утверждённой Приказом МЧС России от 10.07.2009 [3].

Для определения оценки вероятности развития аварии по отдельным сценариям необходимо провести расчеты с учетом статистических вероятностей различных сценариев развития аварии с выбросом нефти [1].

Если в результате расчетов было выявлено что значения индивидуального риска при разгерметизации резервуара с нефтью в резервуарном парке превышают допустимые показатели, то для минимизации пожарного риска рассматриваемого предприятия, необходимо разработать меры противопожарной защиты [4,5]. Это может быть система, снижающая вероятность возникновения пожара за счет снижения нефтяных испарений, а также способствующая устранению наиболее распространенных причин возникновения аварийных ситуаций [2].

Хранение нефти и нефтепродуктов (бензина, дизельного топлива, керосина, мазута, битума) исходя из требований условий повышенной безопасности, может осуществляться в резервуарных парках, оборудованных нетиповыми конструкторскими решениями. Компании по производству нефтехимического оборудования предлагают дооборудовать систему пожарных вертикальных резервуаров для хранения нефти различными средствами снижения пожарной опасности [6].

Вокруг каждого резервуара необходимо установить систему трубопроводов и объединить их в общую систему. К полученной системе необходимо подключить металлическую емкость под названием газгольдер, оборудовав его компрессором для установления необходимого давления инертного газа внутри полученной системы.

К каждому резервуару нефтяного парка необходимо подвести трубопровод. Второй конец трубопровода, оснащенный компрессором, должен быть подведен под основную стационарную крышу резервуара, ниже необходимо разместить плавающую крышу.

Каждый резервуар оснащается одновременно стационарной крышей и плавающей крышей, имеющую по всему периметру герметичный затвор. Синтетическая оболочка служит для герметизации стационарной крыши. Трубопроводы закольцованы в единую систему.

Трубопровод подходит к резервуару через компрессор и клапан. Ко всей системе подключена емкость с инертным газом - газгольдер через компрессор.

Клапан избыточного давления газа монтируется в стационарную крышу. Систему можно дооборудовать анализаторами для определения качественного и количественного состава газов и системой очистки газов от испарений нефтепродуктов.

Принцип работы предложенной системы пожарной безопасности резервуарного парка заключается в следующем.

Вся система должна быть заполнена инертным газом под небольшим избыточным давлением. Объем системы должен быть рассчитан так, чтобы объем газа из всех резервуаров помещался в газгольдер и трубопроводную систему. Данное уточнение объема предусмотрено на случай полного заполнения резервуаров нефтью и нефтепродуктами. Однако исходя из практики заполнения резервуаров, такая ситуация происходит крайне редко.

При заполнении резервуара нефтью происходит подъем плавающей крыши, вытесняющей излишек газа в общую систему. Плавающая крыша опускается во время выкачивания нефти из резервуара, в этот момент включается компрессор и инертный газ из общей системы попадает в резервуар, заполняя его объем.

В свободном пространстве резервуара давление будет постоянное, значение его будет несколько выше значения атмосферного давления. Величина давления для целостности конструкции резервуара будет незначительная. В тоже время сократится значение снеговой нагрузки на крышу резервуара.

Инертный газ будет блокировать выход испарений из-под плавающей крыши. Предлагаемый способ позволит снизить до минимума процесс нефтегазообразования, от которого существует наибольшая вероятность возгорания. При таком снижении концентрации нефтегазовоздушной смеси значительно снижается вероятность возникновения пожара.

В результате реализации данного предложения могут быть достигнуты следующие цели:

- сведется до возможного минимума одна из распространенных причин возникновения взрывопожароопасных ситуаций в резервуарном парке;
- значительно уменьшится испарение нефти и нефтепродуктов;
- сократится контакт нефти и нефтепродуктов, а также их паров с воздушной средой;
- увеличится качество нефтепродуктов за счет уменьшения потерь легких нефтяных фракций при испарении;

– снижения нефтяных испарений будет способствовать вопросам защиты окружающей среды, уменьшая негативное воздействие на экологию.

Система обеспечения пожарной безопасности в резервуарном парке может быть существенным дополнением к остальным мероприятиям по защите от пожаров. В едином комплексе всех мероприятий повысится уровень защищенности персонала и материальных ценностей предприятия. Пожары, происходящие на объектах с наличием горючих и легковоспламеняющихся жидкостей, часто приводят к травмированию и гибели людей. Именно сохранение жизни и здоровья людей является первоочередной задачей в вопросах обеспечения пожарной безопасности объекта. Исходя из этого, трудно переоценить важность разрабатываемых мер по предупреждению пожаров на складах нефти и нефтепродуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гордиенко Д.М.* Пособие по определению расчетных величин пожарного риска для производственных объектов и наружных установок. ВНИИПО. М.: Наука. 2017. - 262 с.

2. Химсталькон-Инжиниринг. Комплексное инжиниринговое решение. // Режим доступа: www.himstalcon.ru

3. Приказ МЧС РФ от 10 июля 2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (с изменениями и дополнениями) // Режим доступа: www.garant.ru.

4. *Самигуллин Г.Х.* Методика оценки промышленных рисков на опасных производственных объектах / Г.Х. Самигуллин, М.А. Симонова, Е.Н. Кадочникова. Учебное пособие СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2019. – 114 с.

5. *Самигуллин Г.Х.* Пожарная и промышленная безопасность при эксплуатации объектов нефтегазовой отрасли / Г.Х. Самигуллин, М.Т. Пелех, Е.Н. Кадочникова. Учебное пособие СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2019. – 134 с.

6. *Самигуллин Г.Х.* Проблемы обеспечения пожарной безопасности на теплогенерирующих объектах / Г.Х. Самигуллин, Е.Н. Кадочникова, В.И. Ардашев. Материалы III Международной заочной научно-практической конференции «Безопасность человека и общества: совершенствование системы реагирования и управления защитой от чрезвычайных ситуаций» Республика Беларусь, г. Минск Университет гражданской защиты Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь 29 ноября 2019 г. С. 38 – 41.

УДК 614.78:351.777.8

М. Е. Бабич

ФГБОУ ВО Дальневосточная пожарно-спасательная академия –
филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

СОВРЕМЕННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА В ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В работе рассматриваются радиационные факторы воздействия на сотрудников пожарной охраны в их повседневной деятельности. Анализируется совершенствование системы радиационно-гигиенических паспортов, которое позволяет обобщить данные о радиационной обстановке на предприятиях и территориях.

Ключевые слова: радиационно-гигиенический паспорт, радиационные аварии, радиационные факторы, альфа-частицы, гамма-фон, радон, здоровье.

M. E. Babich

FORMATION OF THE BASICS OF KNOWLEDGE ABOUT MICROWAVE RADIATION IN THE PROFESSIONAL TRAINING OF FIRE AND RESCUE UNITS

The work examines the radiation factors of impact on fire brigade employees in their daily activities. The improvement of the system of radiation-hygienic passports is analyzed, which makes it possible to generalize data on the radiation situation at enterprises and territories.

Keywords: radiation-hygienic passport, radiation accidents, radiation factors, alpha particles, gamma background, radon, health.

Повышение безопасности всегда было одним из ведущих принципов в деятельности сотрудников государственной противопожарной службы МЧС России, поэтому актуальной остается тема противопожарной защиты зданий, сооружений, транспорта в плане радиационной защиты. История радиационно-гигиенических паспортов предприятий и территорий началась в середине 90-ых годов. Несмотря на активное использование в народном хозяйстве радиоактивных веществ (РВ) и источников ионизирующего излучения (ИИИ), до 1997 года работа в этой сфере (ее проводили органы санэпиднадзора) не была унифицирована. Введение радиационно-гигиенических паспортов позволило обобщить данные о радиационной обстановке на предприятии (территории). Кроме того, в паспортах дается характеристика радиоактивной загрязненности окружающей среды – причем, не только техногенными радионуклидами (стронций, цезий и

т.д.), но и природными (радий, радон и т.п.). Здесь принимаются во внимание не только состояние почвы, воздуха, воды в открытых водоемах, но и пищевых продуктов и водопроводной воды. Радиационно-гигиенический паспорт дает представление о радиационных факторах, действующих в той или иной местности, и оценивает вклад каждого фактора в суммарную дозу облучения населения. Исходя из этой оценки, можно разработать санитарно-гигиенические мероприятия по снижению уровней облучения сотрудников пожарной охраны.

В паспортах также приводится характеристика радиационных аварий и их влияние на уровни облучения населения и персонала предприятий. Под паспорттизацию попадают все предприятия, использующие РВ и ИИИ. В паспорте территории дается характеристика таких предприятий и численность их персонала. Обобщение этих данных позволяет судить о том, насколько технически развита страна: значительное число медицинских учреждений, наличие ядерно-физических установок собственного производства и т.д. свидетельствует о широком применении РВ и ИИИ в мирных целях. На долю естественных (природных) радиационных факторов приходится 66,3% дозы облучения, полученной городскими жителями. К таким факторам относят радиоактивный газ радон и естественный гамма-фон на территории города. Последний не представляет никакой опасности для здоровья населения. Фоновые значения в различных городах колеблются в диапазоне 9-14 мкР/ч; этот показатель практически не меняется в течение последних лет.

Радон гораздо опаснее. Этот газ излучает радиоактивные альфа-частицы, разрушающие живые клетки, и является одной из причин онкологических заболеваний дыхательной системы. Радон выделяется из почвы и некоторых строительных материалов и при плохой вентиляции может накапливаться в подвалах и на первых этажах зданий. По данным специалистов ГУП МосНПО «Радон», по сравнению с 2019 годом, содержание радона в воздухе помещений жилых домов и общественных зданий г. Москвы выросло на треть (с 19,5-19,9 до 27 Бк/м³). Именно этот факт, по мнению специалистов, и обусловил увеличение среднегодовой эффективной дозы облучения москвичей. Данная ситуация требует введения унифицированных радиационно-гигиенических паспортов и предприятий.

Радон образуется из природного урана в земле и в горных породах и может накапливаться в зданиях. Радон - очень подвижный, радиоактивный благородный газ, который нельзя увидеть, понюхать или попробовать на вкус. Радон выделяется из всех материалов, содержащих уран.

Как промежуточный продукт цепочки распада урана- 238, которая встречается во всех почвах и горных породах, радон образуется из радия-226.

Изотопы (специальные варианты) радон- 219 (исторически называемый «актинон»), радон- 220 («торон») и радон- 222 (радон) являются частью есте-

ственных цепочек распада: Уран-235 (уран- актиниевая цепочка), Торий-232 (ториевая цепочка) и Уран-238 (уран- радиевая цепочка).

Радон - радиоактивный элемент. Ядро радиоактивных элементов нестабильно и распадается. Вовремя этого распада образуется излучение. Период полувыведения радона составляет 3,8 дня. Это означает, что независимо от уровня концентрации радона половина радона распалась на продукты его распада в течение четырех дней. Короткоживущие радон продукты распада являются изотопы полония, висмута и свинца. Они также радиоактивны и имеют очень короткий период полураспада. Их ядра распадаются всего за несколько минут, испуская альфа-излучение, которое может повредить ткани человека.

При радиоактивном распаде радона радиоактивные изотопы полония, висмута и свинца попадая в дыхательные пути человека в течение длительного времени повышают риск онкологического заболевания легких. Радон - одна из важнейших причин рака легких после курения. Еще в 16 веке было замечено, что шахтеры в горах страдают заболеванием легких. Их смертельная болезнь легких была известна как «болезнь Шнеебергера». Только в XX веке было признано, что это заболевание представляет собой рак легких, вызванный вдыханием радона и продуктов его распада. Радон и продукты его распада вдыхаются вместе с воздухом. Современные знания о влиянии радона на здоровье человека в значительной степени основаны на эпидемиологических исследованиях горняков, проводимых с 1960-х годов. Они показали, что радон увеличивает риск рака легких у шахтеров, добывающих уран. С 1980-х годов исследования горняков дополнялись исследованиями риска возникновения рака легких от радона в жилых домах в Европе, Северной Америке и Китае. Самым крупным и наиболее актуальным из них является международное исследование «Радон в домах и риск рака легких: совместный анализ индивидуальных данных европейских исследований случай-контроль», проведенное в 2005 году.

Газообразный радон практически полностью удаляется из организма человека, однако продукты радиоактивного распада полоний, висмут и свинец попадают в нижние отделы лёгких и продолжают там распадаться. Альфа-частицы, испускаемые отложившимися короткоживущими продуктами распада, могут повредить клетки легких, в частности генетический материал (ДНК), содержащийся в них. Другие органы человека, особенно область горла, носа, глотки или кожа, также могут получить значительные дозы. Для всех остальных органов доза облучения очень мала, даже при повышенных концентрациях радона. Это также относится к беременным женщинам с их будущими младенцами. В настоящее время нет доказательств того, что длительные повышенные концентрации радона в помещении могут вызывать другие заболевания, кроме рака легких. Курение и радон усиливают вредное воздействие друг друга на здоровье человека. Таким образом, радон особенно увеличивает риск рака легких у курильщиков.

Радон через поры, щели и трещины выходит из земли и горных пород, а также попадает в здания. Там радон накапливается в подвальных помещениях и первых этажах зданий. При радиоактивном распаде урана- 238 в Земле образуется радий, который, в свою очередь, распадается на радон. Часть радона попадает в поры почвы и горных пород. Чем больше урана содержится в почве, тем больше в ней радона.

Вместе с другими почвенными газами радон попадает из почвы на поверхность земли посредством потоков и диффузии и выбрасывается в атмосферу. Погодные условия влияют на концентрацию радона в почве.

На глубине менее одного метра концентрация радона в почве значительно варьируется в зависимости от погодных условий: например, в результате дождя, снега или мороза поры почвы и камней заполняются большим количеством воды или, соответственно, промерзают. Таким образом, концентрация радона в зданиях снижается, но увеличивается концентрация радона в верхних слоях почвы.

Только в более глубоких слоях почвы концентрация радона стабильна. Чем более газопроницаема почва, тем сильнее влияние погодных условий и тем глубже может быть обнаружена стабильная концентрация радона.

Радий, при распаде которого в почве образуется радон, имеет длительный период полураспада, составляющий примерно 1600 лет. Благодаря такому длительному периоду полураспада концентрация радона в почвенном воздухе остается стабильной даже в долгосрочной перспективе.

При оседании горная порода обычно разрыхляется и, таким образом, становится более проницаемой для содержащего радон почвенного воздуха.

При необходимости разработчики и архитекторы могут получить информацию, например, о ситуации с радоном на стройплощадке через экспертизу недр.

Из недр радон попадает в атмосферу, а также в здания. Поэтому внутри помещений радон присутствует везде. Старые постройки страдают чаще, чем новые, здания с подвалом чаще, чем здания без подвала. На уровень концентрации радона внутри здания влияют различные факторы: более высокие концентрации радона в недрах часто также увеличивают концентрацию радона внутри построенных на нем зданий.

Обычно отношение радона в воздухе помещений к радону в почвенном воздухе составляет примерно от одного до пяти на тысячу. Это означает: если в подпочве обнаружены концентрации радона 100 000 Бк/м³, то концентрации радона выше 100 Бк/м³ можно измерить примерно в 10–50 процентах построенных на нем зданий.

В районах, где концентрация радона в почве ниже 20 000 Бк/м³, повышенные концентрации радона в помещениях можно ожидать только менее чем в одном проценте зданий.

Если недра рыхлая и поэтому очень проницаема для переноса радона, радон может легче распространяться к поверхности и попадать в здание. Примером такого типа недр может быть песчаный грунт.

Из-за конструкции и использования практически всегда существует разница в давлении между внутренней частью здания и его грунтом. Если здание не плотно прилегает к грунту, на котором оно построено, радон может легче проникнуть в здание. Вакуум внутри здания приводит к засасыванию радона из недр в здание.

Конструкционные различия в давлении возникают, например, из-за высоты здания: большая высота дома приводит к небольшому разрежению на нижнем этаже, которое имеет эффект всасывания («эффект дымохода»). Разница в давлении в зависимости от использования возникает, когда воздух в помещении теплее, чем воздух снаружи, что создает вакуум на нижних этажах.

Почвенный воздух, содержащий радон, обычно может попадать в здание (в том числе и в новое) через кабельные каналы и утечки в кладке (трещины, отсутствие изоляции) или в плите перекрытия / цокольном этаже.

При использовании горных пород и грунтов в строительных целях радионуклиды, содержащиеся в них или выделяемые из них, могут привести к радиационному облучению населения. Особое значение имеют радионуклиды цепочек радиоактивного распада урана-238, тория-232 и калия-40.

Причины радиационного облучения людей, находящихся в закрытых помещениях, вызванного естественными радионуклидами в строительных материалах: гамма - излучение, испускаемое строительных материалов, влияющих на организм извне и вдыхание газа радона и продуктов его распада, выделяемых из строительных материалов внутри домов.

Уже более 50 лет в Российской Федерации проводятся исследования и оценки естественной радиоактивности строительных материалов и строительных изделий (Табл. 1).

Таблица 1

Материал	Радий-226 в беккерелях на килограмм Среднее значение (диапазон)	Торий-232 в беккерелях на килограмм Среднее значение (диапазон)	Калий-40 в беккерелях на килограмм Среднее значение (диапазон)
Гранит	100 (30–500)	120 (17 - 311)	1000 (600 - 4000)
Гнейс	75 (50–157)	43 (22–50)	900 (830–1500)
Диабаз	16 (10–25)	8 (4–12)	170 (100 - 210)
Базальт	26 (6 - 36)	29 (9 - 37)	270 (190 - 380)
Гравий, песок, гравийный песок	15 (1–39)	16 (1–64)	380 (3 - 1200)
Натуральный гипс, ангидрит	10 (2–70) <5	(2–100)	60 (7–200)

Материал	Радий-226 в беккерелях на килограмм Среднее значение (диапазон)	Торий-232 в беккерелях на килограмм Среднее значение (диапазон)	Калий-40 в беккерелях на килограмм Среднее значение (диапазон)
Туф, пемза	100 (<20 - 200)	100 (30–300)	1000 (500 - 2000)
Глина	<40 (<20 - 90)	60 (18–200)	1000 (300 - 2000)
Кирпич, клинкерный кирпич	50 (10–200)	52 (12–200)	700 (100 - 2000)
Силикатный кирпич, пористый бетон	15 (6–80)	10 (1–60)	200 (40-800)

Среднее значение мощности дозы в зданиях, вызванное естественными радионуклидами в строительных материалах составляет около 80 нЗв/ч; значения выше 200 нЗв/ч встречается крайне редко.

Газообразный радон-222, образующийся из радия-226 в результате радиоактивного распада, представляет особый интерес с точки зрения радиационной защиты.

Выделение радона из строительных материалов определяется удельной активностью радия-226 и другими характеристиками материала, определяющими перенос радона (например, пористостью). Исследования показали, что традиционное использование строительных материалов, таких как: конкретный, кирпич, пористый бетон и силикатный кирпич, обычно не являются причиной превышения среднегодового значения концентрации радона внутри помещений и не должно превышать 100 Бк/м³.

Создание стационарной сети наблюдения в каждом городском образовании ответственного за подготовку радиационно-гигиенического паспорта является жизненно необходимым условием существования на современном этапе. В этом документе — обобщаются данные о радиационной обстановке в городе. Помимо всего, паспорт определяет радиационные факторы, действующие в населённом пункте, и оценивает вклад каждого фактора в суммарную дозу облучения населения. Эта оценка очень важна для специалистов — исходя из нее, разрабатываются санитарно-гигиенические мероприятия по снижению уровней облучения. Например в Москве создана сеть радиационно-экологического мониторинга. Стационарная сеть наблюдения включает пункты отбора проб атмосферного воздуха, почвы и атмосферных осадков, и 52 поста контроля мощности эквивалентной дозы, расположенных на важнейших городских объектах. Эта сеть дает возможность контролировать выбросы радионуклидов предприятиями и ввоз в столицу радиоактивных веществ. Мобильные комплексы — автомобильный, водный, авиационный - позволяют проводить оперативное обследование значительных территорий. Все данные, полученные с использова-

нием стационарных и мобильных средств, поступают на обработку в информационно-аналитический центр. Тем не менее, специалисты считают контроль радиационной обстановки в столице недостаточно полным, что требует совершенствования и унификации радиационно-экологического мониторинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Арюткин О. В.* Ионизирующее излучение. Методы и приборы их регистрации, — М.: Высшая школа, 2007
2. *Ленн.С, Ферсен В, Вехиа П.* Уровни гамма-фона в различных географических районах; последствия для оценки воздействия. Профессиональная и экологическая медицина 2005; № 59(8) - С.565-585.
3. *Хейфец Л.* Эпидемиология последствий радиационного воздействия на здоровье. Перспективы здоровья окружающей среды 2007; №111(15) - С.1555-1577.

УДК 004.89; 004.942

В. Б. Бубнов, Д. С. Репин, И. В. Хазова, Б. К. Мацюрак

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

НАУЧНО ОБОСНОВАННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВРЕМЕНИ ЛИКВИДАЦИИ АВАРИИ В СИСТЕМАХ НАРУЖНОГО ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

В работе приведены описание и результаты исследований переходного теплового процесса в поперечном сечении трубопровода с неподвижной, остановленной вследствие аварийной ситуации жидкостью, с учетом кинетики промерзания тепловой изоляции и самой жидкости.

Основу для проводимых численных исследований тепловых процессов в сечении обогреваемого трубопровода при аварийной остановке подачи воды составила созданная нелинейная ячеечная математическая модель теплопроводности в кольцевой области с учетом изменения теплофизических свойств материала тепловой изоляции, фазовых переходов, действия внутренних источников теплоты. Выполнены расчетные исследования влияния параметров процесса на характеристики его протекания. Установлено влияние режимных и конструктивных факторов на кинетику процесса.

Анализ результатов исследований позволил предложить рекомендации по определению ресурса времени на ликвидацию аварии и по мерам его возможного увеличения.

Ключевые слова: противопожарное водоснабжение, математическая модель, тепловая изоляция, авария, фазовый переход, тепловой процесс, источник теплоты.

V. B. Bubnov, D. S. Repin, I. V. Khazova, B. K. Mazurek

SCIENTIFICALLY-BASED RECOMMENDATIONS FOR DETERMINING THE TIME OF LIQUIDATION OF AN ACCIDENT IN OUTDOOR FIRE-FIGHTING WATER SUPPLY SYSTEMS IN THE FAR NORTH

The paper presents a description and results of studies of the transient thermal process in the cross-section of a pipeline with a stationary liquid stopped due to an emergency, taking into account the kinetics of freezing of thermal insulation and the liquid itself.

The basis for the conducted numerical studies of thermal processes in the section of the heated pipeline during an emergency stop of the water supply was the created nonlinear cellular mathematical model of thermal conductivity in the annular region, taking into account changes in the thermophysical properties of the thermal insulation material, phase transitions, the action of internal heat sources. Computational studies of the influence of process parameters on the characteristics of its flow are performed. The influence of regime and design factors on the kinetics of the process is established.

The analysis of the research results allowed us to offer recommendations on determining the resource of time for the elimination of the accident and on measures for its possible increase.

Key words: fire-fighting water supply, mathematical model, thermal insulation, accident, phase transition, thermal process, heat source.

В зимние периоды в районах Крайнего Севера трубопроводы наружной прокладки, в том числе в системах противопожарного водоснабжения, эксплуатируются в напряженных термических условиях. В случае возникновения аварийной ситуации и остановки подачи воды тепловая изоляция трубопровода может промерзнуть, после чего может произойти замерзание и находящейся в трубопроводе неподвижной воды. В таких аварийных случаях важным вопросом является информация о том, каким ресурсом времени будут располагать ремонтные бригады до замерзания жидкости (частичного или полного), а также какие меры позволят увеличить имеющийся период времени. Известно [1], что в аварийном отключенном участке допустимо замерзание не больше 25 % жидкости.

Исследование тепловых процессов в трубопроводах систем наружного противопожарного водоснабжения в условиях Крайнего Севера и разработка рекомендаций по определению времени ликвидации аварии является важной и актуальной задачей.

Для проведения исследований тепловых процессов в поперечном сечении обогреваемого трубопровода при аварийной ситуации использовалась разработанная модель [2]. Данная математическая модель представляет собой модель ячеечного типа, учитывающая фазовые переходы при промерзании и оттаивании и изменение теплофизических свойств материала тепловой изоляции. Так-

же в случае использования электрического обогрева трубопровода модель учитывает действие внутренних источников теплоты.

Расчетная схема сечения противопожарного трубопровода представлена на рис. 1.

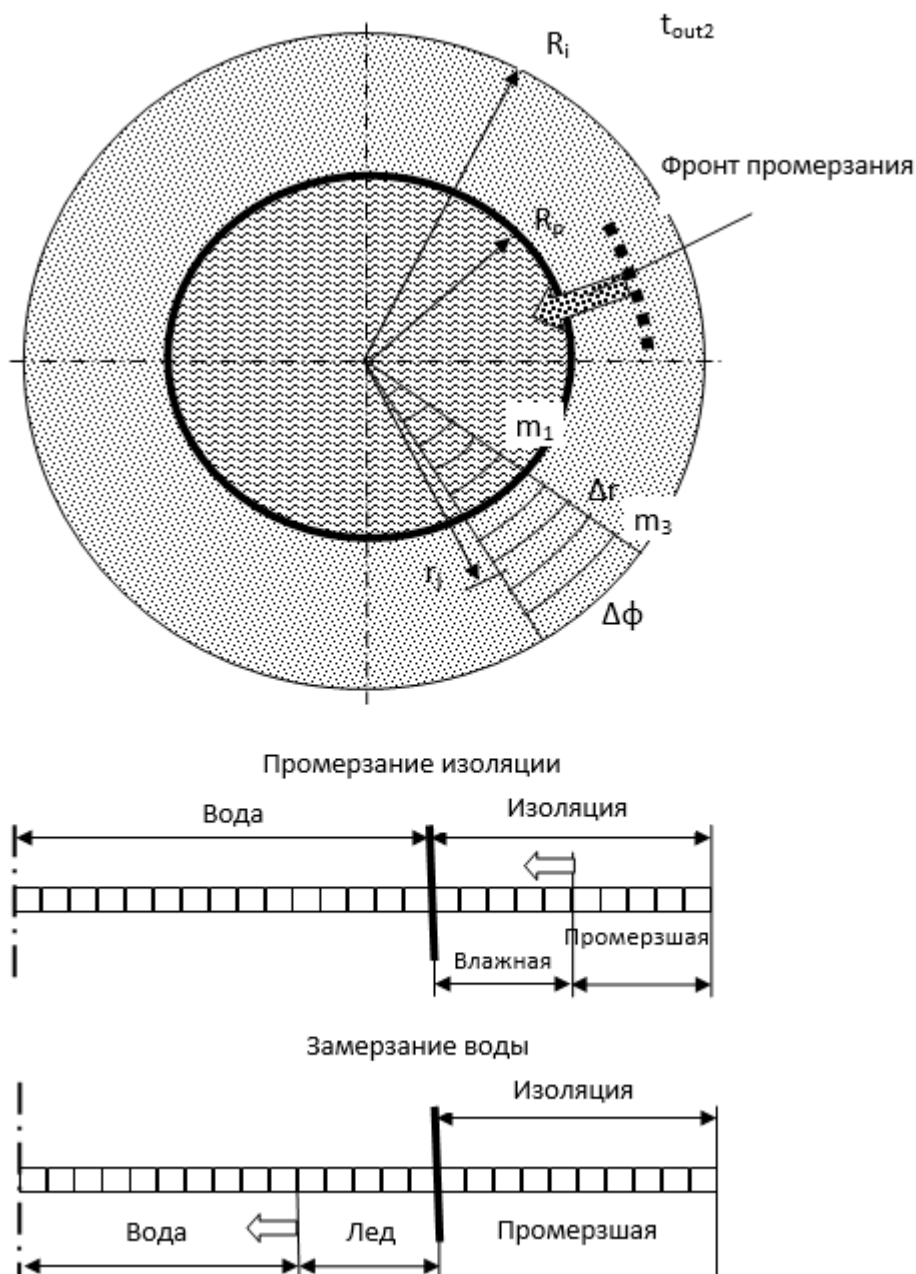


Рис. 1. Расчетная схема исследуемого процесса, основные стадии

При моделировании и численном исследовании трубопровод условно рассматривался как разделитель жидкость-теплоизоляция, при отсутствии изоляции как жидкость-окружающая среда. Толщина стенки водопровода, термическое сопротивление стенки достаточно малы. Таким образом, исследуемое сечение включает внутренний круг и охватывающие его кольца определенных размеров.

Когда в теплоизоляции присутствует влага, при отрицательных температурах эта влага постепенно промерзает и фронт промерзания движется к оси. Это приводит к значительному изменению теплофизических характеристик материала изоляции (удельная теплоемкость, теплопроводность, плотность). Тогда относящееся к теплоизоляции кольцо состоит из двух колец, а радиус контакта между ними меняется во время переходных процессов. Когда начинается замерзание воды, то на периферии также образуется кольцо льда и оно по своим теплофизическим характеристикам отличается от воды.

Распределение температуры по радиусу исследовалось для трех вариантов теплофизического состояния изоляции:

1. Полностью сухая тепловая изоляция.
2. Влажная изоляция, с теплофизическими характеристиками полностью промерзшей.
3. Промерзающая в процессах теплопереноса теплоизоляция.

Рассматривался трубопровод с параметрами: радиус 0,05 м, внешний радиус изоляции 0,1 м. Влагосодержание изоляции 2 кг/кг. Принималось, для наглядности изучения всех особенностей процесса, что в первоначальный период времени сечение- в тепловом равновесии при температуре +1°C. После происходит скачок окружающей температуры до -30 °C. Когда температура воды на радиусе трубопровода достигает нулевой температуры, начинается ее замерзание. Теплопроводность изоляции с влагой замерзшей в два раза больше теплопроводности сухой изоляции. При учете промерзания тепловой изоляции наблюдаются качественные изменения процесса, поскольку в ней влага замерзает, происходит фазовый переход, задерживающий охлаждение влаги.

На рис. 2 наглядно проиллюстрировано протекание процесса, показано для трех рассматриваемых случаев состояния теплоизоляции движение фронта промерзания внутри трубопровода.

Жидкость начинает замерзать: при сухой изоляции- через 3,5 ч; при полностью промерзшей изоляции- через 2 ч; при промерзающей изоляции- через 3 ч;

Линии фронта промерзания практически повторяют одна другую с запаздыванием на 1 ч, что соответствует времени замерзания влаги в тепловой изоляции. Влагосодержание тепловой изоляции будет оказывать влияние на продолжительность этого запаздывания.

Исследовано влияние толщины слоя теплоизоляции на протекающие в

сечении трубопровода процессы. Результаты некоторых исследований показаны на рис. 3. Полное замерзание жидкости в трубопроводе при толщине слоя изоляции 1 см происходит за 8,7 ч, при толщине 5 см незамерзшим за этот промежуток времени остается примерно 80 % радиуса. Допустимое замерзание - 25 % сечения жидкости [1]. Это соответствует промерзанию 86,6 % от радиуса трубопровода. Представленная на графике линия допустимого промерзания позволяет при разной толщине слоя теплоизоляции определить временной ресурс.

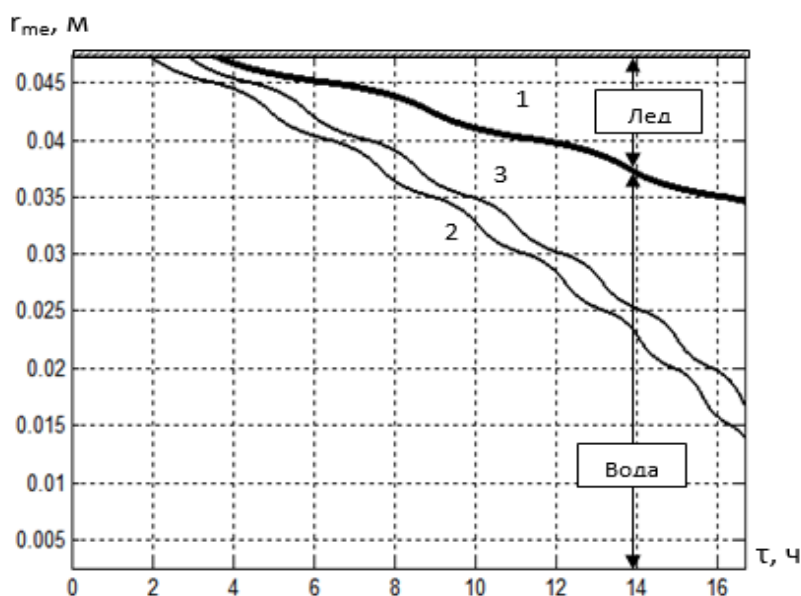


Рис. 2. Промерзание жидкости в водопроводе при разных теплофизических состояниях изоляции

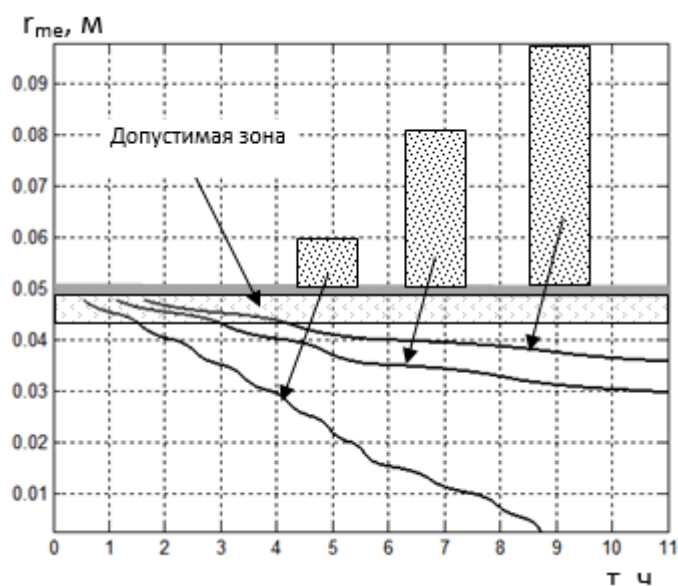


Рис. 3. Промерзание полностью промерзшей изоляции при разной ее толщине

Проведены численные исследования обогреваемого сечения трубопровода благодаря учитываемой в математической модели удельной мощности источников тепла ΔQ_e . Рис. 4 иллюстрирует продвижение фронта промерзания при отсутствии обогрева (линия 1) и при обогреве с различной удельной тепловой мощностью. При возрастании удельной тепловой мощности до 20 Вт/м замерзание воды затягивается. В этом случае на промерзание тепловой изоляции обогрев практически не оказывает влияния.

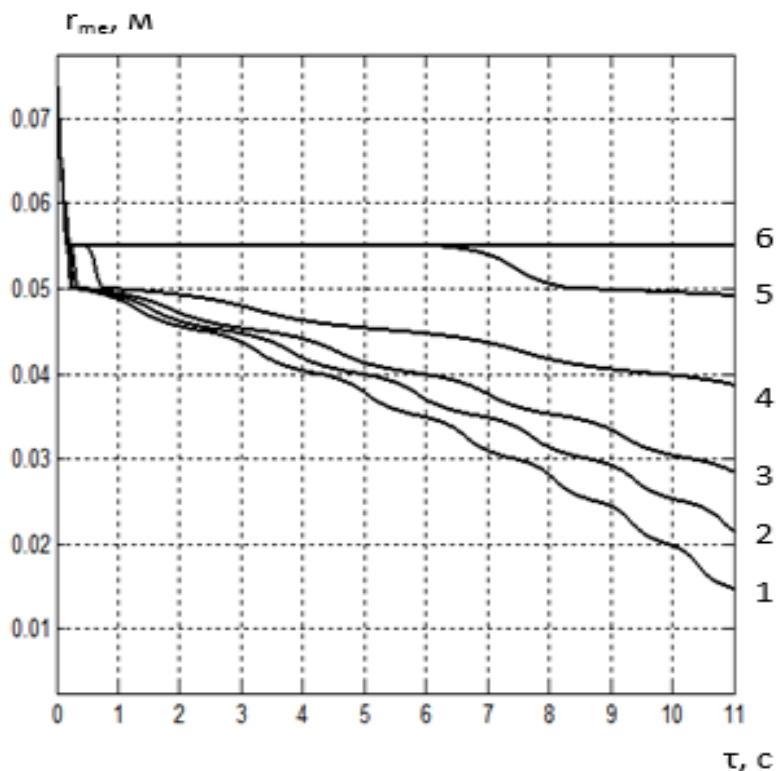


Рис. 4. Промерзание при различной мощности обогрева, локализованного над поверхностью трубопровода (скачек температуры окружающей среды от 0 до -30 °C): 1 – $\Delta Q_e=0$; 2 – $\Delta Q_e=10$ Вт/м

Влияние обогрева на теплоизоляцию становится заметным при удельной тепловой мощности 40 Вт/м. При 58 Вт/м ее примыкающая к водопроводу ячейка промерзает только после 6,5 ч. При этом за 11 ч замерзание жидкости только слегка затрагивает водопровод. При 80 Вт/м вода неограниченно долго остается жидкостью (тепловая изоляция полностью не промерзает).

Применение модели переходных процессов в поперечном сечении трубопровода при возникновении аварийной ситуации и остановке подачи воды позволяет предложить рекомендации по определению времени ликвидации аварии и исследовать вопросы управления его величиной.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тепловая изоляция: справочник / под ред. Г.Ф. Кузнецова. 3-е изд. М.: Стройиздат, 1985. 440 с.
2. *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.

УДК 004.89; 004.942

В. Б. Бубнов, И. М. Куликов, А. В. Муль

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕСТ ЛОКАЛИЗАЦИИ АВАРИЙНЫХ УТЕЧЕК ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

В работе изложены недостатки существующих методов расчета процессов аварийного истечения. Предложена математическая модель, позволяющая более точно прогнозировать динамику процессов аварийного истечения из эксплуатируемых газопроводов. Представлены некоторые результаты проведенных численных исследований.

Для работающего участка газопровода предлагаемая модель может быть использована для получения расчетных прогнозов локализации порыва по изменению давления и расхода газа в конце участка газопровода. Применение модели позволит повысить качество принимаемых управленческих решений по планированию противопожарных мероприятий и мероприятий по обеспечению безопасности персонала и оборудования.

Ключевые слова: газопровод, аварийное истечение, локализация порыва, методика расчета, математическая модель, массовый расход, давление.

V. B. Bubnov, I. M. Kulikov, A. V. Mule

STUDY OF LOCALIZATION OF EMERGENCY LEAKS DURING THE OPERATION OF GAS SUPPLY SYSTEMS

The paper outlines the shortcomings of the existing methods for calculating the processes of emergency outflow. A mathematical model has been proposed that makes it possible to more accurately predict the dynamics of emergency outflow processes from operating gas pipelines. Some results of the performed numerical studies are presented.

For an operating section of a gas pipeline, the proposed model can be used to obtain calculated predictions for the localization of a burst based on changes in pressure and gas flow

rate at the end of the gas pipeline section. The use of the model will improve the quality of management decisions taken on planning fire-prevention measures and measures to ensure the safety of personnel and equipment.

Key words: gas pipeline, emergency outflow, burst localization, calculation method, mathematical model, mass flow, pressure.

Анализ риска аварий в разных отраслях нефтегазового комплекса, который составлен из отчетов Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору показывает, что на магистральном трубопроводном транспорте и в частности, на газопроводах – наиболее высокий риск аварий [1].

В существующих методиках расчета процессов аварийного истечения не учитываются изменения в процессе истечения некоторых важнейших параметров среды [2]. Недостаточная точность расчетных прогнозов по этим методикам приводит к ошибкам в управленческих решениях.

В связи с этим актуальным является разработка методик, повышающих точность прогнозирования аварийного истечения из эксплуатируемых газопроводов.

На эксплуатируемом газопроводе в сечении локализации порыва давление определяется по известной формуле [3]. При этом принимаются обычные допущения об изотермическом течении газа и о его течении в автомобильной области гидравлического сопротивления.

Согласно предлагаемой методике, расход истечения (массовый) через порыв эквивалентным диаметром d рассчитывается по формуле, представленной в [4].

С учетом порыва в конце газопровода длиной L давление

$$p_l = p_b^2 - 1,62 \frac{z\lambda RT_w [M^2 L_a + (M-m)^2 (L-L_a)]}{D^5}, \quad (1)$$

где p_b – давление вначале газопровода, где поступает массовый расход газа M , T_w – температура транспортируемого газа, L_a – расстояние (начало участка – место порыва).

Принимая, что истечение критическое, что справедливо при давлении в газопроводе не менее 1,7...1,8 ата, выразим из формулы (1) величину L_a . Таким образом при известном диаметре отверстия можно определить место порыва.

$$L_a = \frac{(p_b^2 - p_l^2) D^5}{1,62 z \lambda R T_w [M^2 - (M-m)^2]} - \frac{(M-m)^2}{M^2 - (M-m)^2} L \quad (2)$$

Некоторые результаты численных исследований, выполненных по предлагаемой методике, представлены на рис. 1-3. Расчеты выполнены для газопро-

вода (длина 2850 м, диаметр 530×8 мм) с давлением вначале 5,9 ата при массовом расходе газа 29,632 кг/с. Газ имеет относительную плотность по воздуху 0,894. Средняя температура транспортировки газа составляет 30 °С. В расчетах учтено отклонение свойств газа от идеального.

На рис. 1 показана зависимость давления газа в конце участка газопровода от диаметра порыва (эквивалентного) в случае заданной его локализации $L_a = 1000$ м.

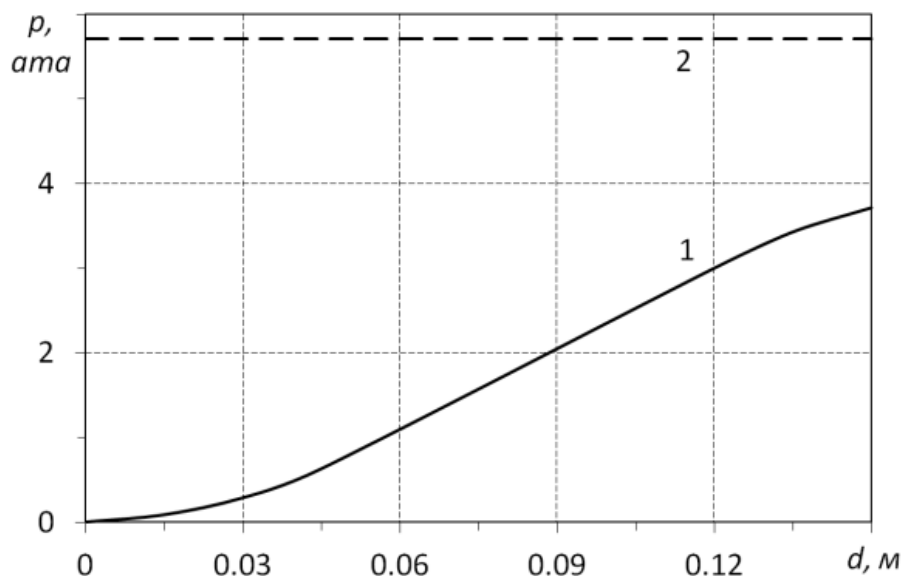


Рис. 1. Давление газа в конце участка газопровода в зависимости от эквивалентного диаметра порыва при его заданной локализации (1); 2 - давление газа на начальном участке

Увеличение эквивалентного диаметра отверстия порыва приводит к возрастанию расхода утечки, снижению расхода газа на участке газопровода после порыва и потере давления в газопроводе и, следовательно, к возрастанию давления газа в конце участка.

Зависимость давления газа в конце участка газопровода от его локализации при эквивалентном диаметре отверстия порыва 100 мм представлена на рис. 2.

При смещении к концу газопровода места порыва происходит увеличение длины участка, на котором потери давления и расход газа больше, чем после порыва. Приводит это к снижению давления в конце участка.

Зависимость величины L_a (локализации порыва) от эквивалентного диаметра отверстия порыва при давлении в конце участка газопровода 4,5 ата показана на рис. 3. Чем больше эквивалентный диаметр отверстия порыва, тем он должен ближе располагаться к концу участка газопровода для достижения заданной величины p_e .

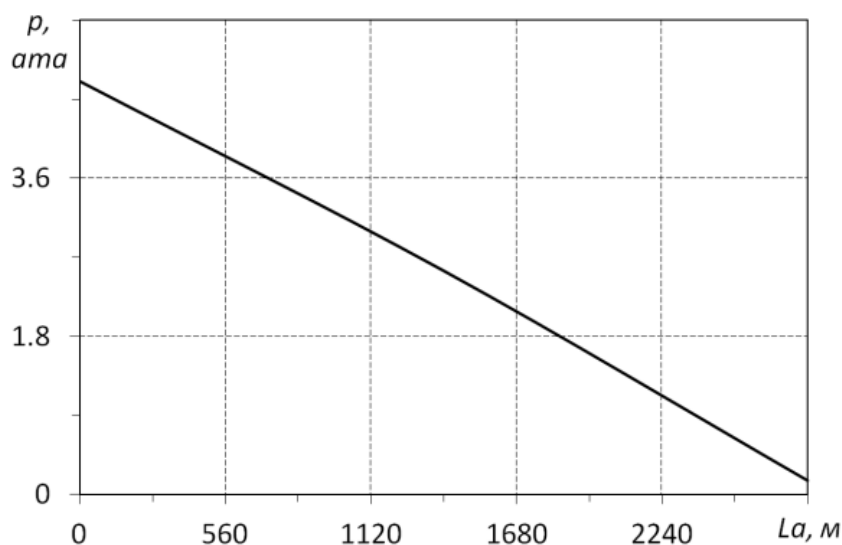


Рис. 2. Давление газа в конце участка газопровода в зависимости от его локализации (при заданном эквивалентном диаметре отверстия порыва)

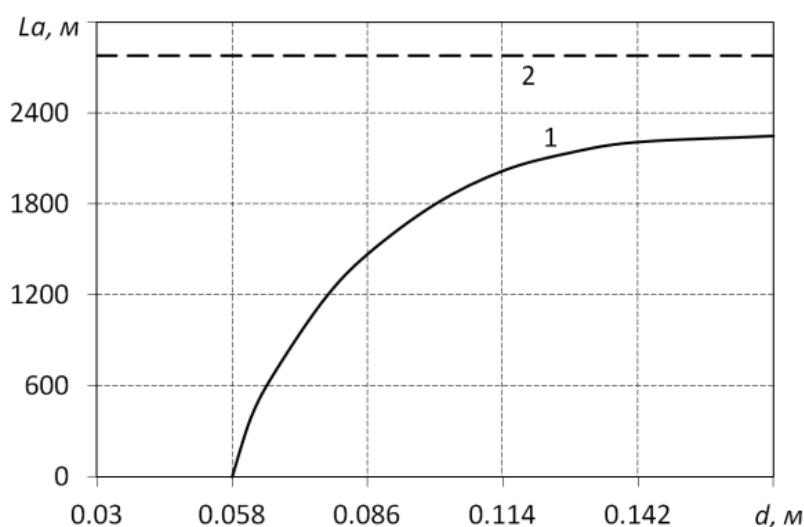


Рис. 3. Локализация порыва в зависимости от эквивалентного диаметра отверстия порыва при заданном давлении в конце участка газопровода (1);
2 – общая длина участка

В данном случае минимальная величина эквивалентного диаметра отверстия порыва d составляет 58 мм, если порыв имеет место в начале участка газопровода ($L_a = 0$). Максимальная величина эквивалентного диаметра отверстия порыва d составляет 170 мм, поскольку весь газ при этом уходит в порыв.

Зависимость величины L_a (локализации порыва) от величины утечки газа показана на рис. 4. Утечка определялась как разница между расходами (массовыми) на входе и выходе участка при различных давлениях в конце участка $p_e = 4,2$ ата; 4,5 ата и 4,8 ата.

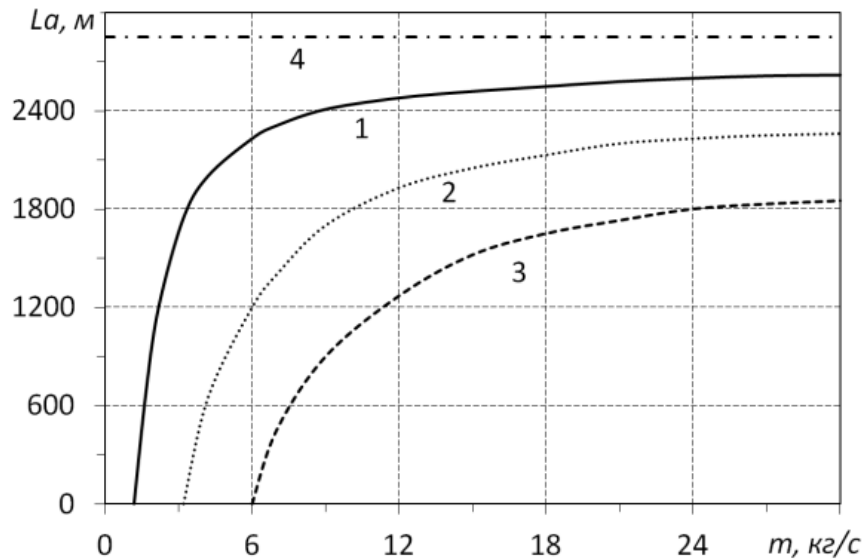


Рис. 4. Локализация порыва в зависимости от величины утечки при различных давлениях в конце участка газопровода:
1 - $p_e = 4,2$ ата; 2 - 4,5 ата; 3 - 4,8 ата; 4 – общая длина участка

Предлагаемые математические модели позволят для работающего участка газопровода прогнозировать локализацию порыва по изменению давления и расхода газа в конце участка. Необходимо это для обоснованного планирования как противопожарных мероприятий, так и мероприятий по обеспечению безопасности персонала и оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору [Электронный ресурс] // Ростехнадзор. URL: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/.
2. 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.
3. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. – М.: Наука, Гл. редакция физ.-мат. литературы, 1991. 597 с.
4. Куликов И.М., Бубнов В.Б., Ширяев Е.В. Исследование динамики истечения из отверстий при авариях на газопроводах. Современные проблемы гражданской защиты. № 2 (39) 2021. С. 61-67.

УДК 693+614.84

П. П. Буралков¹, И. А. Легкова²

¹Ярославский государственный технический университет

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОГНЕСТОЙКОСТЬ И ОГНЕЗАЩИТА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В статье проведен анализ применяемых средств и методов повышения предела огнестойкости и обеспечения огнезащиты несущих строительных конструкций зданий и сооружений, выполненных из древесины и металла, а также их сравнение и выявление возможных направлений улучшения.

Ключевые слова: огнестойкость, огнезащита, пожарная безопасность, конструкции из древесины, металлоконструкции, защитный экран, огнезащитные составы, огнезащитные штукатурки, вспучивающиеся краски.

P. P. Buralkov, I. A. Legkova

FIRE RESISTANCE AND FIRE PROTECTION OF BUILDING STRUCTURES

The article analyzes the means and methods used to increase the fire resistance limit and ensure fire protection of load-bearing building constructions of buildings and structures made of wood and metal as well as their comparison and identification of the use of improvement.

Key words: fire resistance, fire protection, fire safety, wood constructions, metal constructions, protective screen, fire protection compounds, fire retardant plasters, intumescent paints.

Необходимость повышения показателей огнестойкости и огнезащиты строительных конструкций позволяет обеспечить пожарную безопасность людей и материальных ресурсов с ними контактирующих, а также минимизировать риск и потери при возникновении пожарной ситуации. Для достижения этих целей приводимые в эксплуатацию строительные конструкции должны отвечать нескольким требованиям:

- обеспечить предупреждение возникновения пожара в здании или сооружении;
- обеспечить устойчивость здания при возникновении пожара;
- предотвратить распространение пожара на близлежащие конструкции или сооружения.

Основная ответственность по данным требованиям лежит на несущих конструкциях здания [1], так как при их разрушении в ходе температурного воздействия от пожара вероятность гибели людей (от падения на них обломков, удушья из-за перекрытого обломками прохода и т. д.) и материальные потери максимальна. На данный момент большая часть несущих конструкций выполняется из дерева или металла. Огнестойкость обоих этих материалов можно повысить несколькими методами.

Предел огнестойкости металлоконструкций повышается двумя основными методами. Первый – предотвращение появления и распространения пожара за счет грамотных конструктивных и планировочных решений, препятствующих распространению опасных производных пожара (пламени и дыма) по частям сооружения. Второй – огнезащита другими материалами. К этому методу может относиться как создание непосредственно защитного экрана из других твердых материалов (обетонирование, заделка камнем или кирпичом, облицовка асбестоцементными листами) так и нанесение на поверхность металла разнообразных огнезащитных штукатурок (цементно-перлитовые, цементно-песчаные) или вспучивающихся красок [2]. Краски заслуживают отдельного внимания, так как при нагревании покрытия происходит образование мелкоячеистого слоя, обладающего низкой теплопроводностью, который значительно замедляет прогрев металлических конструкций, повышая тем самым их предел огнестойкости. Так же стоит упомянуть фосфатные составы, которые повышают прочность конструкции за счет образования комплексных соединений фосфатных солей, устойчивых к повышению температуры. Каждый из приведенных методов имеет свои достоинства и недостатки: применение огнезащитного экрана значительно повышает трудовые затраты при строительстве, а также требует много ресурсов; штукатурки и краски же можно применять только при определенных температурно-влажностных условиях и с учетом возможной агрессивности внешней среды, ну и нельзя забывать эстетические требования к сооружению.

В пожарном отношении конструкции из дерева зачастую неправомерно рассматриваются более опасными, чем металл. Во время пожара незащищенные металлические конструкции быстро теряют свою прочность и внезапно разрушаются, в то время как массивные деревянные конструкции очень медленно теряют свою несущую способность. Например, в течение 20 минут, когда температура пожара достигает порядка 800 °С, деревянный брус 50x100 мм, сохраняет 40 % своей начальной прочности, в то время как металлический элемент – всего лишь 10 %. Чем больше размеры деревянного элемента, тем выше его огнестойкость.

Методы повышения огнестойкости и огнезащиты деревянных конструкций в значительной мере совпадают с соответствующими методами для металлических конструкций, однако есть и некоторые существенные различия [3]. Так как без дополнительной обработки древесина куда более подвержена возгоранию, необходимо размещать конструкции из этого

материала так, чтобы обеспечить открытый доступ для их осмотра, что позволит заранее увидеть нарушения, способные привести к пожару, а также разделять конструкции из древесины между собой при помощи преград из негорючих материалов. В отличие от металла, древесина является материалом, огнезащиту которого можно обеспечить не только поверхностной обработкой (красками или штукатурками) но и введением средств огнезащиты непосредственно внутрь объема конструкции (пропитка). Данные методы часто комбинируются для обеспечения необходимого уровня защиты от возгорания (рис.). Современные составы для обработки древесины способны сохранить его изначальные эстетические параметры или даже улучшить их, подчеркнув фактуру древесины или изменив ее оттенок. Некоторые составы, применяемые для глубокой пропитки, могут выполнять несколько задач, не только защищая древесину от возгорания, но и обеспечивая ее биологическую защиту [4].



Рисунок. Огнестойкость пропитанной древесины

Применяемые защитные составы могут обеспечивать защиту от возгорания разными способами. Фосфатные составы при повышении температуры покрывают материал стекловидной пленкой перекрывая доступ кислорода и впитывая тепло, штукатурки могут при повышении температуры образуют на поверхности материала инертные газы, перекрывающие доступ кислорода, краски, обугливаясь при возгорании, создают защитный слой низкой теплопроводности, предотвращая повышение температуры защищаемого материала. Разнообразие методов воздействия говорит о том, что в этом направлении существует огромное пространство для новшеств и улучшений.

Существует еще множество направлений, в которых можно оптимизировать применяемые огнезащитные составы, например:

- Уменьшение или полное исключение применения дефицитных материалов для огнезащитных облицовок.

- Снижение стоимости огнезащитных составов.
- Повышение предела огнестойкости, обеспечиваемого огнезащитным материалом.
 - Разработка методов огнезащиты более устойчивых к повышенной влаге, а также к постоянному воздействию воздуха.
 - Повышение прочности и долговечности применяемых составов
 - Повышение технологичности применяемых методов, например, использование рулонных материалов, более удобных для монтажа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буралков П.П., Легкова И.А. Анализ надежности каркасного и бескаркасного жилого строительства / Надежность и долговечность машин и механизмов: материалы XII Всероссийской научно-практической конференции. – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2020. – С. 19-21.
2. <http://sbcmi.ru/sovremennye-metody-povysheniya-predela-ognestojkosti-metallicheskih-konstruktsij/>
3. Бекенев В.А., Дехтерев Д.С., Елифантьев Д.В. и др. Конструкции из дерева и синтетических материалов / Учебное пособие. – Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2007. – 123с.
4. http://lib.secuteck.ru/articles2/firesec/ognezashita_stroit_konstrukc.

УДК 614.8:669

Е. М. Буслов, В. А. Бирюк

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси, г. Минск

АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Проведен анализ потенциальной опасности металлургических производств на примере Белорусского металлургического завода. Установлены наиболее опасных производственные факторы, основные причины аварий и меры по их предотвращению.

Ключевые слова: металлургическое производство, опасный производственный объект, авария, инцидент, промышленная безопасность.

E. M. Buslov, V. A. Biruk

ANALYSIS OF POTENTIAL HAZARDS AND PREVENTION OF EMERGENCY SITUATIONS IN METALLURGICAL PRODUCTION

The analysis of the potential danger of metallurgical production is carried out on the example of the Belarusian Metallurgical Plant. The most dangerous production factors, the main causes of accidents and measures to prevent them have been established.

Key words: metallurgical production, hazardous production facility, accident, incident, industrial safety.

Потенциальная опасность металлургических производств обусловлена высокой вероятностью и многовариантностью аварий, связанных с получением и литьем расплавов металлов, что вызывает необходимость прогнозирования обстановки при возникновении ЧС и организации работы по ее ликвидации.

При оценке пожаровзрывоопасности металлургического производства необходимо учитывать специфические особенности: использование большого количества и разнообразия топлива (газообразное, жидкое, твердое); высокая температура протекания технологических процессов; наличие большого количества расплавленного металла; применение взрывоопасных материалов и увеличение их химической активности в процессе переработки и др.

В металлургическом производстве в большинстве случаев к взрыву приводят процессы, связанные с преобразованием химической и тепловой энергий. Взрывы с выбросом тепловой энергии сжатых газов или паров формируются при неправильной эксплуатации компрессоров, автоклавов, трубопроводов, баллонов и других видов оборудования, работающего под давлением.

Обращающиеся в металлургическом производстве взрывоопасные материалы условно делят на 4 группы [1]:

- смеси горючих газов с кислородом, воздухом или другими окислителями;
- смеси паров легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ПЖ) с воздухом или другими газообразными окислителями;
- аэрозвеси или взвеси в какой-либо окислительной среде дисперсных горючих материалов;
- конденсированные (целиком жидкие или твердые) взрывчатые системы.

Из взрывоопасных газов в металлургическом производстве чаще всего встречается водород, метан, оксид углерода, пропан, ацетилен. Относительная взрывоопасность этих газов определяется содержанием в них водорода и оксида углерода, а также метана.

За последние годы количество чрезвычайных ситуаций техногенного характера по-прежнему остается на высоком уровне.

К наиболее тяжелым последствиям, приносящим материальный ущерб и групповые несчастные случаи, приводят аварии на взрывопожароопасных производствах, которые присущи любому металлургическому предприятию. По количеству аварий, связанных с взрывами и пожарами, металлургического производства находится на 2-м месте после объектов химии и нефтепереработки. Количество пожаров и взрывов в 4 раза меньше, чем в нефтеперерабатывающей промышленности, но на много превышает их число в остальных отраслях.

В Республике Беларусь крупнейшим предприятием по производству металлопродукции является ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «Белорусская металлургическая компания». Завод структурно состоит из четырех связанных технологической цепочкой производств: сталеплавильного, прокатного, трубного, метизного. Имеются вспомогательные цеха для материально-технического обеспечения. Площадь промышленной зоны занимает 240 га. Общий объем выплавки стали составляет около 2 млн 700 тыс. т в год. Численность персонала БМЗ – без малого 12 тыс. сотрудников.

БМЗ – единственный холдинг в Республике Беларусь, разработавший декларацию промышленной безопасности опасного производственного объекта II типа опасности. На предприятии таких объектов несколько. Функционируют три дуговые сталеплавильные печи емкостью по 100 т каждая. Находятся в эксплуатации установки внепечной обработки стали, в том числе четыре «печиков».

Неотъемлемая часть электросталеплавильного производства – сталеразливочные ковши: одновременно в эксплуатации может находиться 12–18 ковшей, 6 постоянно приведены в готовность к приему жидкого металла (разогреваются). Их работу дополняют промежуточные ковши. На учете находятся 7 единиц шлаковозов. Для подвоза шихты используются скраповые корзины, 28–30 единиц работают одновременно. Кроме перечисленного металлургического оборудования, в сталеплавильном производстве эксплуатируются грузоподъемные краны, оборудование, работающее под избыточным давлением, паропроводы, газопроводы и газовое оборудование, шкафные регуляторные пункты (ШРП), газорегуляторные пункты (ГРП), газорегуляторные установки (ГРУ) и конструкции для газопламенной обработки металлов, относящиеся к потенциально опасным объектам. Все объекты прошли регистрацию в Департаменте по надзору за безопасным ведением работ в промышленности Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (Госпромнадзор) и включены в государственный реестр опасных производственных объектов. Промышленная безопасность предусматривает комплекс мероприятий, ориентированных на предотвращение и(или) минимизацию последствий аварий на потенциально опасных и опасных производственных объектах [2], то есть создание таких условий на предприятии, когда риск возникновения аварий или инцидентов минимален. Одним из обязательных мероприятий является разработка для

опасных производственных объектов плана ликвидации аварий. Однако, это не исключает возникновения аварий, инцидентов и несчастных случаев.

Так, например, 25.11.2017 г. произошел пожар в здании сталепроволочного цеха №1 на территории ОАО «БМЗ» в г. Жлобине Гомельской области. Там же 05.02.2018 г. в электросталеплавильном цеху №2 произошёл инцидент. Обстоятельства инцидента: при ведении технологического процесса выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи №3, в период удаления печного шлака из рабочего пространства печи, произошло два последовательных хлопка в пространстве под печью. 05.03.2018 г. произошла сработка пожарной сигнализации в электросталеплавильном цеху №1 на территории ОАО «БМЗ». По внешним признакам наблюдалось плотное задымление внутри печи-ковша ЭСПЦ №1 и кабельном коллекторе. В результате пожара в кабельном тоннеле повреждено 600 погонных метров изоляции высоковольтных кабелей и 30000 погонных метров изоляции низковольтных кабелей. Временно, из-за прекращения подачи электричества, остановлен технологический процесс. За 12 месяцев 2020 года на поднадзорных объектах металлургических и литейных производств в Республике Беларусь не зарегистрировано аварий и несчастных случаев. Зарегистрирован один инцидент 04.09.2020 г. при внепечной обработке плавки на печь-ковше на ОАО «БМЗ» произошел выход металла через продувочный донный узел одной (основной) аргоновой фурмы без дальнейшего прогара корпуса сталеразливочного ковша с разливом стали в аварийный приямок печь-ковша. Причиной инцидента явилась потеря стойкости продувочного узла с пробкой.

Количество аварий, несмотря на их снижение (по официальным данным), приводит к существенному материальному ущербу.

Государственный надзор в области промышленной безопасности металлургических и литейных производств осуществляется Госпромнадзором в следующих формах: выборочные проверки; мероприятия технического (технологического, поверочного) характера; мониторинги; меры профилактического и предупредительного характера (выступления в трудовых коллективах о порядке соблюдения требований законодательства в области промышленной безопасности, выступления в СМИ (распространение информации с использованием печати (газеты, журналы), теле- и радиопрограмм, сети интернет, в том числе официального интернет-ресурса Госпромнадзора). Кроме этого, проводятся контрольные (надзорные) мероприятия по заявлению субъектов хозяйствования.

К наиболее характерным выявленным нарушениям нормативно-правовых актов (НПА) и технических нормативно-правовых актов (ТНПА) в области промышленной безопасности при осуществлении государственного надзора относятся следующие:

– ответственные лица, на которых возложены обязанности по обеспечению промышленной безопасности, не проходили проверку знаний по вопросам

промышленной безопасности (в объеме производственного контроля) в Госпромнадзоре, необходимую для осуществления полномочий;

– на опасных производственных объектах формально организован производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности, назначенные инженеры по промышленной безопасности (лица, на которые возложены обязанности) не в полном объеме проводят проверки опасных производственных объектов по выполнению требований промышленной безопасности;

– не обеспечена подготовка работников проверяемых субъектов и прохождение ими проверки знаний по вопросам промышленной безопасности, работники не отстраняются от выполнения работ;

– планы ликвидации аварий для опасных производственных объектов разработаны с отступлениями от требований ТНПА в области промышленной безопасности, работники не ознакомлены с этим планом;

– места заливки форм не оборудованы вытяжной вентиляцией;

– на рабочих площадках плавильных агрегатов и в других местах возможного попадания расплавленного металла или шлака обнаружена влага;

– отсутствует контроль за температурными режимами оборудования;

– не установлена периодичность проверки работоспособности блокировок безопасности, систем сигнализации, противопожарной защиты потенциально опасных объектов металлургических и литейных производств, порядок оформления результатов проверки;

– отсутствуют блокировки безопасности, системы сигнализации плавильного оборудования;

– не соблюдаются требования промышленной безопасности при эксплуатации машин литья под давлением: происходит утечка масла из гидравлических систем, зоны пресс-форм не ограждаются, в этих зонах не установлены вентиляционные устройства для удаления паров и газов.

Планирование и принятие своевременных, эффективных, адекватных угрозам управленческих решений субъектами хозяйствования и органами государственного надзора является одной из важнейших задач устойчивого развития территорий, обеспечения безопасности населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Платонов, М.А., Серикбол А.* Предупреждение и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций в металлургическом производстве / Современное состояние и проблемы естественных наук : сборник трудов II Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (Юрга, 4–5 июня, 2015 г.) // Юргинский технологический институт. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – С.181-184.

2. О промышленной безопасности : Закон Республики Беларусь от 05.01.2016 г. № 354-З (ред. от 28.05.2021).

УДК 614.841 + 528.482

Д. С. Владимиров, В. П. Спиридонов, А. А. Копылов, В. В. Жучков

ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ ПОСРЕДСТВОМ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Дана оценка опасного проявления природных процессов и явлений на объектах нефтяной и газовой отрасли, катастрофическое проявление которых зачастую приводит к чрезвычайным ситуациям и пожарам, приведены методы инженерно-геодезического контроля деформаций Земной коры, оснований зданий и сооружений.

Ключевые слова: объекты нефтяной и газовой отрасли, чрезвычайные ситуации, природные и техногенные пожары, инженерно-геодезический контроль деформаций.

D. S. Vladimirov, V. P. Spiridonov, A. A. Kopylov, V. V. Zhuchkov

ENSURING FIRE SAFETY AT FACILITIES THE OIL AND GAS INDUSTRY THROUGH ENGINEERING AND GEODETIC CONTROL

The assessment of the dangerous manifestation of natural processes and phenomena at the facilities of the oil and gas industry, the catastrophic manifestation of which often leads to emergencies and fires, the methods of engineering and geodetic control of deformations of the Earth's crust, foundations of buildings and structures are given.

Keywords: objects of the oil and gas industry, emergencies, natural and man-made fires, engineering and geodetic control of deformations.

Транспортирование и хранение нефти и газа, а также готовых нефтепродуктов являются важными составляющими нефтяной и газовой отрасли. Наличие большого количества газа, нефти и нефтепродуктов в ёмкостном оборудовании создает опасность возникновения пожара в случае природных катаклизмов, утечки топлива, нарушения правил эксплуатации и нормативных документов. На объекты топливно-энергетического комплекса страны, согласно статистическим данным, приходится до 40 % всех пожаров.

Особенно вызывает тревогу техническое состояние всего комплекса оборудования объектов по хранению и транспортировке нефтегазовой продукции. Сверхнормативные сроки его эксплуатации, непродуманные

решения при строительстве, нарушения правил безопасности стали представляют значительную и постоянно возрастающую угрозу.

Наблюдения за осадками и деформациями объектов нефтегазодобывающего производства, транспортирования и складирования выполняются с целью обеспечения эксплуатационной надежности и долговечности всего оборудования, а также для предотвращения случаев загрязнения окружающей среды нефтью (нефтепродуктами) и взрыво- и пожароопасных ситуаций.

Основной задачей наблюдений является получение постоянных данных контроля за сдвижением Земной коры и деформациями оснований зданий, сооружений и их конструкций на всем заданном интервале для проведения общего анализа ситуации и своевременного принятия мер по устранению или предупреждению возникновения возможных аварий и чрезвычайных ситуаций (пожаров).

В случае чрезвычайной ситуации происходит нанесение ущерба объекту на котором произошел аварийный случай, а также, возможно, окружающей природной среде. Чем устойчивей негативные факторы влияющие на объект эксплуатации и окружающую среду, тем значительней размер ущерба экономике. Поэтому общая величина ущерба выступает в качестве объективного критерия при оценке устойчивости объекта экономики и экономическом обосновании осуществляемых мероприятий по обеспечению его безопасности.

Чтобы предупредить и минимизировать возникновение пожарной опасности, чрезвычайных ситуаций и экологических бедствий на объектах нефтяного и газового комплекса необходимо внедрять современные технологии мониторинга с применением новейшей измерительной аппаратуры для контроля: состояния Земной коры и сооружений; начальной (скрытой) стадии деформаций массива геологических пород; инженерно-технических конструкций объектов и инженерно-технического комплекса пожарной безопасности объекта [8-12].

К возможным причинам и факторам, способствующим возникновению ЧС на объектах нефтяной и газовой отрасли относятся воздействия природного и техногенного характера:

Проявления природных явлений:

- землетрясения, провалы, сели, молнии;
- низкие температуры, полярная ночь, снежный покров, обледенение, ветровые нагрузки, волновые нагрузки, возможность подтопления;
- аварийные выбросы пластовых флюидов, особенно нефти. При этом особую опасность представляют нефтяные фонтаны, при которых бесконтрольно расходуется пластовая энергия, истощающая продуктивные пласты, происходят бесконтрольные межпластовые перетоки флюидов, а также массивное загрязнение ими поверхности;
- провалы и деформации Земной поверхности приводят к авариям (пожарам) на газо-нефтепроводах, газовых хранилищах (ПХГ). Поэтому данные объекты - постоянно действующий источник значительной опасности, источник техногенных катастроф с большим (сверхбольшим) энерговыделением.

- осадка основания зданий и сооружений является причиной многих аварий. Осадка основания обычно происходит неравномерно, максимального значения она достигает возле стен, а минимального – в центре;

- комбинированное действие следующих факторов: наличие дефектов, состояние окружающей среды, нарушение требований проекта и режимов эксплуатации оборудования, несоблюдение ПТБ и др.

Проявления техногенного характера:

- образования взрывоопасных концентраций топливно-воздушной смеси в технологических колодцах, что при наличии источника инициирования взрыва может обусловить взрыв топливно-воздушной смеси в технологических колодцах и создать условия для дальнейшего развития аварии в подземных хранилищах. Не исключена вероятность аварии в резервуарах даже при наличии исправной системы защиты от статического электричества и нормальной эксплуатации технически исправного оборудования. Вероятность возникновения в зоне резервуаров пожара или взрыва составляет $2,9 \cdot 10^{-4}$;

- негативное воздействие на недра при консервации/ликвидации скважин связано с вероятностью загрязнения недр, в первую очередь, продуктами скважин (нефть, газ, минерализованные пластовые воды) из вскрытых продуктивных пластов, а также веществами и реагентами, которые применяются в процессе консервации/ликвидации и заполнении ствола скважины;

- возникновение опасности химического загрязнения может быть связано с потерей герметичности в результате нарушения целостности обсадных колонн (смятия, коррозии и т.п.), внутрискважинной и фонтанной арматуры, задвижек высокого давления, закупоркой пласта при вторичном вскрытии; возникновения высокого давления на устье и пр.;

- износ или усталость материала (дефекты сварных соединений, неоднородность материалов, несоответствие марки материалов, используемых для изготовления арматуры и фланцев, требованиям надлежащих правил. Использование дефектных материалов и изделий, превышение сроков эксплуатации оборудования);

- отказы технологического оборудования, в т.ч. из-за заводских дефектов;

- выход параметров за критические значения (повышение давления, температуры, уровня в резервуаре выше регламентных значений, скорости налива может привести к разрушению или разгерметизации оборудования (трубопровода) при отсутствии или неисправности защитных предохранительных устройств, к проливу);

- выход из строя предохранительных устройств (применение предохранительных устройств без проведения испытаний и ревизий согласно графика ППР);

- разгерметизация оборудования (трубопровода) (при превышении регламентных параметров температуры и давления может произойти

разгерметизация или разрушение оборудования, трубопроводов, запорной арматуры, проливы нефтепродуктов, пожары и т.д);

- ошибки ремонтного и обслуживающего персонала (допуск к работе обслуживающего и ремонтного персонала без соответствующего инструктажа, обучения, проверки знаний, квалификации, болезненного и наркотического состояния);

- при проведении ремонтных работ и аварийно-спасательных работ (АСР) в резервуарах особую опасность представляют пирофорные отложения железа, способные к самовоспламенению в присутствии кислорода воздуха при обычной температуре. Пирофорные соединения наиболее опасны в том случае, если они образовались под слоем нефтепродуктов;

- нарушение сроков и режимов эксплуатации резервуаров;

- ошибки при проведении чистки, ремонта и демонтажа;

- опасность статического электричества (при определенных условиях налива нефтепродуктов в ёмкости (при увеличении скорости налива) заряды статического электричества накапливаются быстрее, чем отводятся через заземление, т.к. бензин и дизтопливо относятся к диэлектрикам с очень слабой проводимостью электрического тока;

- повреждение (порыв в результате наезда и др. причин) газопровода, конденсатопровода, межцеховых коммуникаций;

- замерзание сетей теплоснабжения;

- обледенение, падение опор, срыв проводов линий электропередач, короткое замыкание, повреждение линий и сетей основного электропитания;

- разрушение зданий, сооружений и их конструкций;

- грубое нарушение правил, норм и требований по эксплуатации оборудования и пожарной безопасности, отсутствие надлежащего контроля.

Анализ возможных сценариев развития аварий.

Основными факторами риска аварий на нефтебазах и АЗС являются:

- сложные природно-климатические условия эксплуатации;

- большое количество резервуаров хранения;

- межплощадочная перекачка нефтепродуктов по наземному трубопроводу длиной 1,5 км;

- использование эстакад налива, раздаточных, где происходит контакт нефтепродуктов с атмосферным воздухом;

- наличие морского терминала для танкерного отпуска/приёма нефтепродуктов;

- нерегулярный отпуск нефтепродуктов различными способами (автоцистерны, танкеры, бочкотара);

- низкий уровень автоматизации: запорная арматура выполнена в ручном исполнении;

- эксплуатация неисправного оборудования, заземления, средств защиты от проявлений молнии, несоблюдение графика ППР;

- аварийный разлив нефтепродукта в результате разгерметизации;

- применение неомедленного инструмента, метр-штока, способных вызывать искру - может привести к аварии;
- отсутствие квалификации у обслуживающего персонала, несоблюдение на территории «Правила промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов» [1-7;10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Государственная политика обеспечения безопасности населения и объектов хозяйства в районах развития опасных природных процессов должна базироваться прежде всего на профилактике возможных проявлений чрезвычайных ситуаций (ЧС) природного и техногенного характера, не ограничиваясь ликвидацией их последствий, на что, как правило, требуются усилия и средства, во много раз превышающие первоначально затраты на предотвращение негативных последствий этих процессов. Эффективность превентивных мер в значительной степени зависит от качества и заблаговременности прогноза катастрофических природных явлений, который основывается на сумме знаний о природных опасностях, причинах их возникновения, особенностях проявления и воздействия. Владение информацией о возможных местах, интенсивности, размерах и сроках проявления возможных чрезвычайных ситуаций природного характера, способных нанести ущерб, позволяет своевременно разработать и провести мероприятия по предупреждению и локализации такого ущерба.

Таким образом, для предотвращения природных ЧС общество и государство остро нуждаются в полноценной и разносторонней информации о масштабах распространения и степени опасности природных и техногенных процессов, действующих (или способных действовать) в пределах определенной территории и слаженном взаимодействии всех заинтересованных организаций.

Исходя из вышеизложенного, разработка и развитие методов контроля, внедрение инженерно-геодезического мониторинга за сдвижением Земной поверхности и деформацией оснований зданий, сооружений и их конструкций на объектах газо-нефтяной транспортной отрасли Российской Федерации, и при их последующей эксплуатации представляют собой актуальное направление, решение которого позволит своевременно прогнозировать состояние объектов, оповестить о возможной опасной или аварийной ситуации на них, а так же чрезвычайных ситуациях, катастрофах и экологических бедствиях, что будет способствовать принятию организационных и технических мер по предупреждению и устранению этих ситуаций и обеспечит надежность и долговременную эксплуатацию зданий и сооружений. Совокупность всех этих технических, технологических решений и исследований их сопровождающих является актуальной работой и представляет несомненный как научный (учебный), так и практический интерес.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» (ред. от 23.06.2016).
2. Приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 N 529. Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности складов нефти и нефтепродуктов».
3. Приказ Минтруда России от 16.12.2020 N 915н "Об утверждении Правил по охране труда при хранении, транспортировании и реализации нефтепродуктов" (Зарегистрировано в Минюсте России 30.12.2020 N 61968)
4. РД 03-496-02 Методические рекомендации по оценке ущерба на опасных производственных объектах.
5. НПБ 111-98 Автозаправочные станции. Требования пожарной безопасности.
6. СНиП 2.11.03-93 Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы.
7. Методические рекомендации по разработке типового плана по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов для нефтегазовых компаний. – М.: Федеральное Агентство по энергетике (Росэнерго), 2006 г.– 28 с.
8. *Ройтман В.М., Серков Б.Б., Шевкуненко Ю.Г.* и др. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре. Учебник.; под редакцией В.М. Ройтмана. – М.: Академия ГПС МЧС России – 2013. -364 с.
9. *Денисов В.В., Грачёв В.А., Спиридонов В.П.* и др. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения и территорий при чрезвычайных ситуациях. Учебное пособие для ВУЗов. Минобрнауки РФ./Под. ред. В.В. Денисова. - М-Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2011. – 720с.
10. Спиридонов В.П. Экологическая информационно-картографическая оценка опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций на территориях федеральных округов Российской Федерации и объектах топливно-энергетического комплекса. Журнал «Проблемы региональной экологии». № 4, - М., 2011. **С.284 - 290.**
11. *Галкин П.В., Спиридонов В.П., Копылов А.А., Баженов С.А.* Обеспечение пожарной безопасности на топливно-энергетических объектах посредством инженерно-геодезического контроля. Журнал «Маркшейдерия и недропользование». № 5 (109), - М., 2020. С.17-22.

УДК 614.849

С. А. Вожжаников

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА СОЗДАНИЯ УСЛОВИЙ ДЛЯ УСПЕШНОГО ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ «КОВРОВ МОЛЛ»

При помощи метода экспертных оценок автором определены действия персонала и посетителей торгового центра на начальной стадии пожара, которые создают условия для успешного тушения пожара.

Ключевые слова: пожарная безопасность в торговых центрах, метод экспертных оценок, коэффициент конкордации Кендалла, условия успешного тушения пожара.

S. A. Vozhzhnikov

ASSESSMENT OF CREATION OF CONDITIONS FOR SUCCESSFUL FIRE EXTINGUISHING IN THE SHOPPING AND ENTERTAINMENT CENTER «KOVROV MALL»

Using the method of expert assessments, the author determines the actions of the staff and visitors of the shopping center at the initial stage of the fire, which create conditions for successful fire extinguishing.

Key words: fire safety in shopping centers, the method of expert assessments, the Kendall concordance coefficient, the conditions for successful fire extinguishing.

Пожарная безопасность в торговых центрах (молах) многократно исследовалась с различных сторон [2, 11, 13, 15]. Для обеспечения мер пожарной безопасности в торговых центрах необходимо наличие комплекса мер, направленных на предотвращение, возникновения пожарной ситуации, а при необходимости самое быстрое время ее ликвидации и грамотной эвакуации посетителей торговых центров (далее – ТЦ) и персонала. С этой целью в каждом случае разрабатывается своя противопожарная система, обеспечивающая безопасность как самому зданию, так и посетителям и персоналу. С персоналом проводятся занятия [6, 8, 9, 10]. Торгово-развлекательные комплексы, в случае пожара, представляют в значительной степени опасность в следующих случаях: эвакуация может быть затруднена недостаточным количеством эвакуационных выходов, планировкой, загромождением предметами, дополнительными дверями,

блокирование нескольких эвакуационных выходов из-за возникновения пожара. Поэтому пожары в таких зданиях могут привести к человеческим жертвам.

Тушение пожара в ТЦ может быть осложнено тем, что в здании одновременно может находиться большое количество людей, паника, неслаженная и неопытная работа персонала по эвакуации посетителей, ограниченное количеством подъездов к ТЦ для пожарных машин, большие размеры помещений [3, 5, 7, 14]. На данный момент прогнозировать развитие пожаров во всех деталях не представляется возможным, но можно утверждать, что пожар обладает определенными закономерностями свободного развития, что позволяет делать выводы об общих факторах и параметрах.

В рамках анализа условий успешного тушения пожара в ТЦ выполнялся ряд мероприятий для определения начальных действий как посетителей ТЦ, работников ТЦ, так и для первых прибывших подразделений пожарной охраны. Данные действия влияют на успешность тушения пожара при первоначальном свободном развитии, дальнейшее распространение пожара по горючим веществам и материалам всего ТЦ.

При осуществлении системного анализа использовались экспертный анализ и методы экспертных оценок [12]. Проведение экспертного опроса включал в себя несколько этапов: отбор экспертов, участвующих в опросе; выбор формы и метода проведения опроса и заполнения анкет; оценка качества работы и компетентности экспертов, обработку результатов, выводы. [1]. Для определения степени согласованности мнений экспертов использовалась формула расчета коэффициента конкордации Кендалла [4].

Вопрос успешного тушения пожара рассматривался на примере торгово-развлекательного центра «КОВРОВ МОЛЛ», включая гипермаркет «АШАН», кинотеатр «СИНЕМАПАРК», батутный центр «ЯРКОПАРК», а также различные небольшие бутики по продаже одежды.

В рамках исследования были опрошены 7 экспертов, которых условно можно разделить на несколько групп.

1. Группа «Тушение», в нее вошли сотрудники пожарной охраны, которые непосредственно принимают участие в тушении пожара и имеют допуск на руководство тушением пожара.

2. Группа «Профилактика», в нее вошли представители от торгового центра и сотрудники государственного пожарного надзора.

Им всем было предложено проранжировать по важности 10 разных факторов. После получения ответов на 10 вопросов (таблица) был проведен анализ и расчет коэффициента конкордации Кендалла.

Таблица. Результаты экспертной оценки условий успешного тушения пожара в ТЦ

Вопрос	Баллы	Вариант ответа	Ответы экспертов
Более точное описание проведения эвакуации посетителей	1	А. После отгрузки приобретенного товара	0
	2	Б. После употребления приобретенных продуктов питания	0
	3	В. Незамедлительно	0
	4	Г. Незамедлительно но, с попутным вовлечением иных посетителей в процесс эвакуации	7
Более точное описание проведения эвакуации персонала	1	А. Продолжать обслуживание покупателей до совершения ими покупки	0
	2	Б. Попросить выйти покупателей из секции в магазине и отправить их к выходу	1
	3	В. Незамедлительно вместе с покупателями выбежать из магазина	1
	4	Г. Незамедлительно вместе с покупателями эвакуироваться из магазина, сообщив о проведенной эвакуации представителю ГПС	5
Более точное описание проведения эвакуации охраной ТЦ во время пожара.	1	А. Немедленно приступить к тушению пожара, не вмешиваясь в процесс организации эвакуации	0
	2	Б. Созвониться со старшим смены и другими коллегами и согласовать свои действия	0
	3	В. Закрыть запасные выходы из ТЦ и контролировать выход посетителей только через главный вход в ТЦ	0
	4	Г. Если очаг пожара небольшой попытаться ликвидировать его самостоятельно с помощью огнетушителя, при этом параллельно приступить к эвакуации посетителей и персонала на свежий воздух	7
Более точное описание проведения эвакуации из кинотеатра	1	А. Продолжать просмотр кинофильма	0
	2	Б. Продолжить просмотр кинофильма до того момента пока сотрудники кинотеатра не попросят удалиться из зала	0
	3	В. Незамедлительно, через главный проход в торговом центре	0

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ:
V МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

Вопрос	Баллы	Вариант ответа	Ответы экспертов
	4	Г. Незамедлительно, поторапливая других посетителей, и убедившись, что в зале не остались дети и старики по специальным проходам на свежий воздух	7
Более точное описание проведения дежурного за пультом видеонаблюдения	1	А. Не реагировать на панику, покинуть место своего дежурства	0
	2	Б. Попытаться найти по камерам возможное место возгорания, разобраться, а потом принять меры	0
	3	В. Включить систему оповещения людей о пожаре	0
	4	Г. Включить систему оповещения людей о пожаре, а также контролировать на пульте исправность других противопожарных систем	7
Более точное описание проведения дежурного энергетика	1	А. Сходить и проверить, что произошло в ТЦ	0
	2	Б. Позвонить в охрану ТЦ и уточнить информацию по тревоге	0
	3	В. Отключить ТЦ от электроснабжения	0
	4	Г. Отключить ТЦ от электроснабжения и с возможным персоналом и работниками приступить к организации эвакуации	7
Более точное описание периодичности проверки пожарных гидрантов (далее – ПГ) на территории ТЦ?	1	А. На территории имеются ПГ, но их работоспособность не проверяется	0
	2	Б. На территории имеются ПГ, они имеют обозначения, их работоспособность проверяется 1 раз в год	0
	3	В. На территории имеются ПГ, они имеют обозначения, их работоспособность проверяется от 2 раз в год	0
	4	Г. На территории имеются ПГ, постоянно очищаются от снега, имеют специальные ограждения которые позволяют не занимать их транспортом посетителей, постоянно проверяются обслуживающей организацией 2 раза в год, а также после неблагоприятных природных явлений	7
Подход к определению ответственного лица за	1	А. Не назначать ответственных лиц	0
	2	Б. Назначить одного человека ответственным за ПБ ТЦ	3

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

Вопрос	Баллы	Вариант ответа	Ответы экспертов
обеспечение пожарной безопасности	3	В. Все сотрудники охраны должны следить за пожарной безопасностью во всем ТЦ	0
	4	Г. Назначить ответственным главного инженера, а также должностных лиц за разные системы противопожарной защиты.	4
Встреча подразделений пожарной охраны	1	А. Пожарные сами должны найти представителя ТЦ	0
	2	Б. встречей пожарных должен заниматься непосредственно директор ТЦ	0
	3	В. Охрана должна организовать беспрепятственный проезд пожарной техники к месту пожара, к ПГ, к местам установки АЛ, АКП	3
	4	Г. Представитель ТЦ встречает РТП, передает ему имеющуюся информацию о месте происшествия, количестве пострадавших, эвакуированных, спасенных, могут ли внутри ТЦ находиться еще пострадавшие, возможные места их нахождения.	4
Определение лица, осуществляющего ведение документации (приказы, инструкции, журналы и т.д.), которые обеспечат защиту ТЦ	1	А. Вести документацию не обязательно	0
	2	Б. Ведение документации осуществляется только непосредственно перед проверкой надзорного органа	0
	3	В. Ведение документации осуществляет только администрация ТЦ	2
	4	Г. Ведение документации осуществляет только администрация ТЦ, а также арендаторы и субарендаторы.	5

На основе анализа ответов экспертов были сделаны следующие выводы:

1. Наибольшее значение, по мнению экспертов, для успешного тушения пожара имеют факторы своевременного проведения эвакуации покупателей и зрителей в кинотеатре, слаженность действий персонала и охраны при проведении эвакуации.

2. Вторая группа по значимости включает в себя такие факторы как: действия дежурного за пультом видеонаблюдения, определение ответственного лица за пожарную безопасность, соблюдение периодичности проверки ПГ на территории, **действия дежурного энергетика.**

3. Третья группа включает в себя факторы: встреча подразделений пожарной охраны, определение персоналий для осуществления ведения документации (приказов, инструкций).

По итогам расчета коэффициента конкордации было получено значение 0,94, что говорит о наличии высокой степени согласованности мнений экспертов.

Таким образом, результаты проведенного на основе анализа состояния противопожарной защиты ТЦ исследования позволили выделить 3 группы условий, способствующих успешному тушению пожаров. Создание указанных условий позволит создать предпосылки для предотвращения повторения трагедии аналогичной пожару в ТЦ «Зимняя вишня». Результаты анкетирования могут быть использованы при проведении тренировок, подготовки сотрудников пожарно-спасательных подразделений, персонала, охраны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Анохин А. Н.* Методы экспертных оценок : учеб. пособие. Обнинск : ИАТЭ, 1996. 148 с.
2. *Варнаков Д.В., Кузьминов А.В., Калинин В.Ю.* Особенности обеспечения пожарной безопасности в торговых центрах. E-Scio. 2020. №6(45). С. 193-199.
3. *Гордеев В.А.* Пожарная опасность в многосветном помещении (атриуме) торгово-развлекательных центрах. Форум молодых ученых. 2017. № 6 (10). С. 558-592.
4. *Кендалл М., Стьюарт А.* Статистические выводы и связи. М. : Наука ; Физматлит. 1973. Т. 2. 899 с.
5. *Костин А.Г., Михайлова С.М.* Пожары на объектах торговли с массовым пребыванием людей. В сборнике: Проблемы и перспективы пожарно-технической экспертизы и надзора в области пожарной безопасности. Сборник трудов секции № 11 XXIX Международной научно-практической конференции. Химки, 2019. С. 36-40.
6. *Лазарев А.А., Волкова Т.Н., Коноваленко Е.П., Лапшин С.С., Потапов Е.Н.* Педагогическое сопровождение организации противопожарной пропаганды в сельской местности. Аграрный вестник Верхневолжья. 2017. № 1 (18). С. 70-74.
7. *Лазарев А.А., Емелин В.Ю.* Об основных подходах к обоснованию пожарной опасности торговых центров в суде. В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. сборник материалов IV международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России. Иваново, 2020. С. 371-373.
8. *Лазарев А.А., Коноваленко Е.П.* О видеороликах для ведения противопожарной пропаганды. Технологии техносферной безопасности. 2015. № 6 (64). С. 133-139.
9. *Лазарев А.А., Лапшин С.С.* Организация противопожарной пропаганды в рамках культурно-досуговой деятельности. В сборнике: Актуальные проблемы пожарной безопасности. материалы XXVIII международной научно-практической конференции: в 2 частях. 2016. С. 152-162.
10. *Лазарев А.А., Лапшин С.С., Коноваленко Е.П., Мочалов А.М., Потапов Е.Н.* О создании компьютерных программ для ведения противопожарной пропаганды. Аграрный вестник Верхневолжья. 2016. № 2 (14). С. 46-51.

11. *Мироненко Р.В.* Ограничение распространения пожара через многосветные помещения по зданиям торгово-развлекательных центров. *Modern science/ 2020.№3-2. С 212-215.*

12. *Орлов А. И.* Экспертные оценки : учеб. пособие. М., 2002. 31 с.

13. *Присадков В.И.* Инженерный метод выбора рационального варианта противопожарной защиты объектов с экономической ответственностью. *Пожаровзрывобезопасность. 2016. №8. С. 49-57.*

14. *Прохоров В.И., Федотов В.А.* Определение средней теплоты сгорания пожарной нагрузки для помещений торговых центров. *Сантехника, Отопление, Кондиционирование. 2017. № 11 (191). С. 66-67.*

15. *Федоринов А.В.* Исследование и обоснование выбора противопожарной защиты общественных зданий с большими внутренними объемами: атриумам М., 2002.123с.

УДК 614.847.15

Д. А. Воронин, М. С. Кнутов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИННОВАЦИОННАЯ РАЗРАБОТКА В ОБЛАСТИ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

Рассматривается инновация в области пожарной и аварийно-спасательной техники в различных условиях для эффективной работы по тушению пожаров и проведения аварийно-спасательных работ подразделениями пожарной охраны МЧС России.

Ключевые слова: пожарная автолестница, тушение пожаров, высотные здания, сочлененное колено и система посекционного выдвижения.

D. A. Voronin M. S. Knutov

INNOVATIVE DEVELOPMENT IN THE FIELD OF FIRE PROTECTION

The article considers the use of modern fire-technical weapons in various conditions for timely and effective work to extinguish fires and conduct rescue operations by fire departments of the Ministry of emergency situations of Russia.

Keyword: fire ladder, fire fighting, high-rise buildings, articulated knee and the system of sectional extension.

В настоящее время эффективность проведения действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ усложнены различными

факторами современных мегаполисов. Так, из-за высокой плотности населения и недостаточной площади земельных участков, присутствует необходимость стройки высотных зданий. Пожар может возникнуть на различных этажах высотных зданий, поэтому в пожарной охране МЧС России используются автолестницы. Пожарные автолестницы (АЛ)- это пожарный автомобиль, оборудованный стационарной механизированной выдвижной и поворотной лестницей и предназначенный для проведения аварийно-спасательных работ на высоте, подачи огнетушащих веществ на высоту и возможностью использования в качестве грузоподъемного крана при сложенном комплекте колен [1]. Но из-за высокой плотности населения и высотных зданий в современных городах применения большинства стоящих на вооружении автолестниц является усложненным. Поэтому создаются различные пожарные автолестницы, которые способны решать задачи по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ в условиях высот. На примере пожарной автолестницы на базе автомобиля MAGIRUS. Рассмотрим эту разновидность пожарной автолестницы более детально.

Изложение основного материала

Для полного понимания особенностей данной техники можно рассмотреть основные конструктивные особенности пожарных автолестниц, которые находятся на вооружении в большинстве подразделений ГПС ФПС МЧС России. Это автомобили со стационарной механизированной выдвижной и поворотной лестницей, принцип работы которой заключается в подаче стрелы или люльки в необходимую точку пространства в пределах рабочей зоны.

Основными конструктивными элементами автолестницы являются:

базовое шасси с платформой и передней опорной стойкой;

силовая установка;

опорное основание;

подъемно-поворотное основание;

комплект колен (стрела);

механизмы поворота башни, подъема-спуска, выдвижения - сдвигания стрелы;

гидросистема;

электрооборудование;

пульт (или пульта) управления с механизмами управления и блокировки.

Для эффективного использования грузоподъемность шасси и размеры АЛ не должны ограничивать их проходимость в условиях городской застройки и должна иметься возможность установки и маневра АЛ и АПК у объектов, вблизи которых нет асфальтобетонных покрытий. Поэтому они сооружаются на высокопроходимых шасси с колесной формулой бхб или бх4 (в зависимости от массы) с двигателями, обеспечивающими их эксплуатацию в транспортном и стационарном режимах.

Отличительными особенностями пожарных автолестниц на базе автомобиля MAGIRUS являются непревзойденно высокая скорость выполнения опе-

раций, безотказность в работе и максимальная безопасность. Они соответствуют самым высоким стандартам транспортных средств данного класса, адаптированы к российским условиям эксплуатации и стабильно работают в любых климатических условиях.

Рассмотрим пожарную автолестницу MAGIRUS M 32 L-AS.



Рис. 1. Пожарная автолестница MAGIRUS M 32 L-AS

Пожарная автолестница MAGIRUS M 32 L-AS является лидером по своим рабочим характеристикам и сферам применения. Так, автолестница M 32 L-AS имеет комплект колен из 7 секций, усиленную систему опор Vario и систему компьютерной стабилизации, которые в общем итоге обеспечивает максимальную среди автолестниц рабочую высоту спасения – 68 м.

Разберем преимущества данной пожарной автолестницы.

Система опор

Максимальную функциональность и простоту эксплуатации обеспечивает система опор MAGIRUS по типу Vario.

Непревзойденная устойчивость автолестницы и максимальная безопасность работы

Сокращенное время боевого развертывания

Увеличенный боковой вылет

Оптимальная адаптация к любой поверхности

Компенсация вертикальных перепадов опорной поверхности

Система автоматического выравнивания при работе на уклонах

Минимальная высота опор, возможность расположения опор под препятствиями

Высокая гибкость управления

Автоматическая система компенсации бокового уклона MAGIRUS SNR автоматически активируется при подъеме комплекта колен с опорной стойки и компенсирует уклон местности до 10° (17,6%) вне зависимости от угла поворота башни.



Рис. 2. Применение аутригеров

Особенности системы выдвижных опор позволяет использовать аутригеры с малой высотой подъема и расположить их как можно ниже. Благодаря этому выдвижную опору можно установить под припаркованный автомобиль. Также имеется возможность без труда перешагнуть через выдвижную опору, что оказывает положительное воздействие на быстрдействие пожарного расчета. В случае, если выдвижная опора начнет проваливаться в землю, то она упрётся всей своей длиной.

Компьютерная стабилизация

Уникальная система компьютерной стабилизации MAGIRUS является единственной в мире и может обеспечивать множество необходимых параметров, таких как:

Автоматическое демпфирование (гашение) колебаний комплекта колен (при порывах ветра, движении людей, прыжках в люльку и пр.)

Высокая точность управления даже при максимальной рабочей высоте подъема.

Увеличенная скорость работы и спасения.

Минимальный износ конструктивных элементов, сокращение времени и стоимости технического обслуживания.

Непревзойденный срок службы.

Функция вертикального спасения из шахт.

Дополнительные инструменты безопасности (датчики столкновения, цифровые системы контроля работы, предупреждающая индикация и др.)

Главный пульт управления

Для удобства кресло оператора сконструировано с подогревом, сведено к минимуму воздействие окружающей среды, удобная работа для оператора благодаря оптимальному обзору всех устройств управления, имеются многофункциональные рычаги управления.

Основной особенностью данной пожарной лестницы является сочлененное колено с системой посекционного выдвижения. Данное устройство обеспечивает возможность работы в условиях недоступных для простых пожарных автолестниц: мансардные окна, карнизы вне прямого доступа с дороги, доступ в люльку, размещенную перед автомобилем без подъема комплекта колен, функционирование ниже уровня земли и т.д.

Система посекционного выдвижения-это уникальная система посекционного выдвижения, когда сначала выдвигается верхняя секция, а затем все остальные, обеспечивает непревзойденную надежность автолестницы, минимальный износ элементов и максимальную скорость выполнения операций.



Рис. 3. Разложенная пожарная автолестница MAGIRUS M 32 L-AS

Спасательная люлька модели RC-300, постоянно закреплена на комплекте колен, увеличивает тактические возможности использования автолестницы, рассчитана на нагрузку 300 кг/3 чел., также имеется два отдельных входа в спасательную люльку с открывающимися дверьми и откидывающимися в стороны ограждениями для свободного доступа, два многофункциональных приемных устройства для установки оборудования (носилки, лафетного ствола, нагнетательного вентилятора).

Пульт управления в центре спасательной люльки, имеет механическую защиту от повреждений во время движения люльки. Элементы управления аналогичны элементам на главном пульте управления. Установлен лафетный ствол с дистанционным управлением с места оператора имеет подачу 41 л/с (2500л/мин)

Основные тактико-технические характеристики:

Лестница:

максимальная рабочая высота - 69м

максимальный боковой вылет от оси вращения - 19,2 - 27,6м

максимальная глубина опускания люльки - 6,4м

Выносные опоры:

Тип: Vario, X-образные.

ширина установки - любая, от 2500 до 5200 мм.

компенсация вертикальных перепадов опорной поверхности – 800 мм.

количество точек опоры- 8

удельное давление на грунт – 80 Н/см²

Шасси:

IVECO Cargo 160E30

Колесная формула - 8 x 4

Мощность двигателя 299 л.с. при 2700 об/мин

Тип КПП / количество передач - механическая / 6+1.

Максимальная скорость автолестницы - ~108 ограничитель: 96 км/ч

Радиус поворота по краю люльки - 9,7 м

Габаритные размеры - 10000x2500x3300 мм, не более

Масса снаряженного автомобиля – 13900 кг, не более

Допустимая полная масса автолестницы - ~16000 кг

Из выше представленных особенностей данной пожарной автолестницы можно сделать вывод о том, что она является идеальным вариантом ведения действий по тушению пожаров в современном городе. При разработке данной техники учитывались все недостатки и факторы работы в городской местности, что в итоге позволило добиться хороших результатов и высоких оценок по всему миру, что делает приоритетной задачей приобретение данной техники в современные города России и мира.

ВЫВОДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Данный вид пожарной лестницы является наиболее эффективным для выполнения действий по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ в районах с плотной застройкой и наличием высотных зданий, так как конструктивные особенности, а так же одновременное движение в трех направлениях лестницы (подъем, выдвижение, поворот), малое время боевого развертывания, чувствительные к нагрузкам гидравлические системы, высокоточные системы контроля и диагностики и, как следствие, безупречная функциональная надежность, максимальная безопасность за счет уникальной системы демпфирования колебаний комплекта колен (компьютерной стабилизации), система опор Vario, контроль вылета стрелы, расположение опор под препятствиям, спасательный лифт с автоматически выдвигающимися рельсами для простого и быстрого входа/выхода позволяют эффективно и быстро действовать пожарным расчетам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 53247-2009 "Техника пожарная. Пожарные автомобили. Классификация, типы и обозначения"
2. ГОСТ Р 52284-2004 "Автолестницы пожарные. Общие технические требования. Методы испытаний."
3. Режим доступа: <http://www.magirus.ru>, свободный. – (дата обращения: 14.12.2019).

УДК 699.812

А. А. Гилязов, В. Р. Шуваева, В. Б. Барахнина

ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ НА УСТАНОВКЕ РЕГЕНЕРАЦИИ ОТРАБОТАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ ГАЗОКАТАЛИТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

В исследовательской работе выполнен анализ существующего уровня безопасности установки регенерации отработанной серной кислоты. Повышение эффективности работы электрофилтра достигнуто за счет снижения вторичного уноса. Требуемый результат достигнут за счет изменения технологических режимов работы и применения новых конструктивных элементов. Установлено влияние технологических параметров процесса пылегазоочистки на степень вторичного уноса.

Ключевые слова: регенерация, аварийная ситуация, промышленная безопасность, анализ, пылегазоочистка, электрофильтр, осадительный электрод, вторичный унос, эффективность улавливания.

A. A. Gilyazov, V. R. Shuvaeva, V. B. Barakhnina

ENSURING UNIT SAFETY REGENERATION OF SPENT SULFURIC ACID GAS CATALYTIC PRODUCTION

In the research work, the analysis of the existing level of safety of the spent sulfuric acid regeneration unit was carried out. The increase in the efficiency of the electrostatic precipitator by reducing the secondary entrainment was achieved by changing the technological modes of operation and the use of new structural elements. The influence of technological parameters of the dust and gas cleaning process on the degree of secondary entrainment has been established.

Keywords: regeneration, emergency, industrial safety, analysis, dust and gas cleaning, electrostatic precipitator, collecting electrode, re-entrainment, collection efficiency.

Установка регенерации серной кислоты (РОСК) нефтеперерабатывающего завода относится к взрывоопасным, пожароопасным и токсичным объектам производства. Источниками воспламенения газоздушных смесей на установке РОСК являются нагретая до высокой температуры поверхность технологического оборудования, открытый огонь печей, электрические искры неисправного оборудования, открытый огонь при газо- и электросварочных работах, повышение температуры при трении, самовоспламенение продуктов и пр. Данные опасности обусловлены особенностями технологического процесса, характерными свойствами сырья, готовой продукции, отличительными характеристиками используемого оборудования и условиями его эксплуатации, возможными последствиями при нарушении правил техники безопасности работающими и др. Также опасность установки обусловлена наличием в аппаратах и трубопроводах большого количества горючих газов в смеси с сероводородом и наличием в системе давления и высокой температуры [1].

Другими опасными и вредными факторами на установке РОСК являются токсичность, опасность поражения электрическим током (электроснабжение цеха обеспечивается с трансформаторных подстанций), опасность получения химических ожогов (на объекте используются вещества, вызывающие тяжелые ожоги), опасность получения термических ожогов (процесс сопровождается выделением большого количества тепла), опасность механического травмирования (производственное здание является четырехэтажным, имеются ограждения, поручни) [2].

Целью исследовательской работы явилось повышение уровня промышленной безопасности на установке регенерации отработанной серной кислоты с установки серноокислотного алкилирования газокаталитического производства нефтеперерабатывающего завода.

Для достижения данной цели был поставлен ряд задач:

- исследование основных опасностей и вредностей установки регенерации отработанной серной кислоты;
- исследование эффективности процесса улавливания технологических пылей и оценка вторичного уноса;
- повышение промышленной безопасности путем модернизации процессов и аппаратов для пылегазоочистки на установке РОСК;
- систематизация технических и технологических мер по снижению аварийности при регенерации отработанной серной кислоты.

В составе выбросов установки РОСК диоксид серы занимает первое место. Во время работы установки РОСК постоянно происходит рассеивание в атмосфере загрязняющих веществ. Минеральные отходы от газоочистки (пыль от электростатического осадителя) образуются в количестве 46,2 т/год (при производительности установки – 132 т/сут). После расщепления отработанной серной кислоты в печи в технологическом газе содержится некоторое количество твердых частиц пыли, и неочищенный технологический газ поступает в электростатический осадитель. Технологический газ, содержащий частицы пыли, проходит через систему перфорированных пластин, служащих предварительным осадителем и распределителем газа. Очищение технологического газа происходит в ячейках, которые образуют самоподдерживающую сотовую конструкцию, в середине ячеек находятся коронирующие электроды [3].

При эксплуатации электрофильтров возникают следующие проблемы: электрофильтр не «держит» напряжение; не достигаются режимные показатели по напряжению; происходят резкое увеличение или понижение тока короны; снижение эффективности работы при выходе установки РОСК на регламентную производительность; образование наростов на коронирующих электродах; нарастание пыли на осадительных электродах; усиленная коррозия электродной системы и корпуса; трудности с выгрузкой уловленной пыли.

Среди негативных явлений, происходящих в процессе очистки газов, особо выделяется вторичный унос – возвращение в поток газа уловленного материала. Величина вторичного уноса находится в прямой зависимости от интервала между встряхиваниями осадительного электрода. В отечественных электрофильтрах (аппаратах непрерывного действия) встряхивание каждого осадительного электрода производится через 3 мин независимо от запыленности газов, эффективности очистки, скорости газов и т. д. Чем больше интервал между встряхиваниями, тем меньше величина вторичного уноса.

Применение расчетной методики оптимизации встряхивания осадительных электродов при эксплуатации электрофильтров показывает, что оптимизация встряхивания осадительных электродов позволяет снизить выбросы пыли из электрофильтров в 1,3-4 раза по сравнению с непрерывным режимом встряхивания. Представленный расчет степени очистки газов электрофильтром, который составляет 94,461 %, а также расчет степени очистки газов в электрофильтре при оптимизированном режиме встряхивания осадительных электродов, составляющий 98,6 % обеспечивает снижение вторичного уноса в 3,8 раза. Оптимизация работы механизмов встряхивания приводит к повышению надежности их работы, уменьшению расцентровок электродной системы и снижению потребления электроэнергии электродвигателями этих механизмов.

Также вторичный унос в электрофильтрах зависит и от формы осадительных электродов. В электрофильтре РОСК применяются перфорированные осадительные электроды. Однако, как показывает опыт эксплуатации данных электрофильтров, внутренние полости электродов постепенно заполняются уплотняющейся при встряхивании пылью, перемещения пыли внутри электрода не происходит, вся уловленная пыль осаждается на наружной поверхности электрода, что не уменьшает пылеунос.

Анализ показал, что в настоящее время имеется несколько форм осадительных электродов. Среди всех перечисленных видов наиболее подходят электроды открытого профиля. Элементы данных электродов обычно имеют корытообразную форму с фигурными бортами, а при большой ширине состоят из нескольких объединенных корытообразных профилей. Такая форма сечения элементов обеспечивает наибольшую жесткость при минимальной металлоемкости, наличие зоны аэродинамической тени снижает вторичный унос и позволяет использовать электроды открытого профиля в электрофильтрах при скоростях до 1,7 м/с.

По сравнению с другими типами электродов они выгодно отличаются пониженной металлоемкостью, имеют высокие аэродинамические характеристики, хорошо встряхиваются. Важным преимуществом электрода открытого профиля является равномерное распределение осаждаемой пыли по его поверхности по сравнению с карманным или перфорированным электродом, у которых внутрь коробки попадает не более 12 % осаждающейся на электроде пыли. Предлагается, в качестве возможного варианта повышения промышленной безопасности установки РОСК, замена перфорированных электродов на электроды открытого профиля.

Горючая пыль в смеси с воздухом или кислородом часто является причиной взрывов, достигающих силы газовых взрывов, особенно в тех случаях, когда пыль очень тонкая и смешана с воздухом в надлежащей пропорции.

Основные факторы пожаровзрывоопасности электрофильтров: наличие взрывоопасной концентрации пыли в аппарате; искры межэлектродного

искрового разряда, возникающие между электродами при обрыве коронирующих проволок, поступлении воздуха с повышенной влажностью, сильном охлаждении и конденсации паров из воздуха, образовании «мостиков» (во время падения комков пыли, плохой центровке коронирующих электродов), искр тления (загоревшихся в верхнем потоке частиц), а также самовозгорание при неполном опорожнении бункера от пыли.

При проектировании систем удаления и очистки воздуха от взрывоопасной пыли необходимо учитывать следующие требования:

– *обеспечение надежной транспортировки пыли* (оседание пыли может привести к повторному взрыву, требуется обеспечение постоянно высокой скорости потока и устройства продувки);

– *трубы с фланцевым соединением* (участки трубы между изолирующим клапаном и фильтром обязательно должны иметь прочные соединения, выдерживающие давление внутри трубы);

– *антистатические токопроводящие материалы* (для предотвращения накопления статического электричества в системе должны использоваться токопроводящие материалы по всей длине трубопроводов).

В тех случаях, когда полностью предупредить образование пылевоздушной смеси в аппарате невозможно, применяют устройства, исключающие разрушение аппарата с помощью ослабленных элементов конструкции: мембран, клапанов и т.п.

Анализ состава выбросов установки РОСК газокаталитического производства подтвердил необходимость совершенствования газоочистного оборудования. Причем, на величину вторичного уноса влияние оказывает интервал между встряхиваниями осадительного электрода, формы осадительных электродов. Степень очистки повышается путем снижения вторичного уноса при реализации оптимального режима встряхивания. По результатам проведенных расчетов оптимизация встряхивания осадительных электродов позволяет снизить выбросы пыли из электрофильтров в 3,8 раз и поэтому для снижения вторичного уноса разработаны мероприятия, направленные на снижение производственного риска. На предприятиях должны соблюдаться не только специальные, предупредительные меры готовности на случай аварии, но и должна быть предусмотрена защита, которая соответствует потенциальной опасности и на тех площадях, которые, возможно, подвергаются воздействию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 *Абдрахманов Н.Х., Киреев И.Р., Еникеева Т.М.* и др. Основы токсикологии для специалистов нефтегазового производства: монография/ Н.Х. Абдрахманов, И.Р. Киреев, Т.М. Еникеева, В.Б. Баряхнина. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2018. 130 с.

2 *Бахтизин Р.Н., Шарафиев Р.Г., Киреев И.Р.* и др. Энциклопедия безопасности жизнедеятельности. Учеб. пособие / Р.Г. Шарафиев, В.Б. Барахнина, И.Р. Киреев, В.В. Ерофеев. М.: Недра, 2016. 719 с.

3 *Штур В.Б., Киреев И.Р., Абдрахманов Н.Х.* и др. Безопасность жизнедеятельности в техносфере [Электронный ресурс]: учебное пособие для всех специальностей, изучающих предмет «Безопасность жизнедеятельности» / УГНТУ, каф. ПБиОТ ; сост. Штур В.Б. [и др.]. Уфа: УГНТУ, 2017. 950 Кб.

УДК 621.9

Н. С. Горячев, С. М. Убайдатов, Е. В. Зарубина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Разработано устройство по обследованию систем противопожарного водоснабжения на водоотдачу. Применяется пожарная колонка.

Ключевые слова: Обследование, система водоснабжения, пожарная колонка, надежность системы водоснабжения.

N. S. Goryachev, S. M. Ubaydatov, E. V. Zarubina.

DEVELOPMENT AND RESEARCH OF DEVICES FOR INSPECTION OF FIRE- FIGHTING WATER SUPPLY SYSTEMS

The object of the study is devices for the inspection of fire-fighting water supply systems for water output. A fire column is used.

Keywords: Inspection, water supply system, fire pump, reliability of the water supply system.

Необходимость разработки перспективных и актуальных решений в системе обеспечения пожарной безопасности на объектах разной функциональной предназначённости, обуславливается возрастающей сложностью конструкций эксплуатируемых и строящихся зданий и сооружений, а так же в некоторых случаях и значительным количеством людей одновременно находящихся на территории данных объектов.

Одним из условий обеспечения пожарной безопасности объекта, является соответствие противопожарного водоснабжения требованиям норм. Для проверки соответствия водоотдачи наружного противопожарного водопровода используют много разных способов:

1. Объемный метод (рис.1).
2. Использование патрубка с манометром (рис.2).
3. С помощью пожарной машины (рис.3).



Рис. 1. Определение расхода отношением объема вылившейся жидкости к времени за которое наполнился емкость



Рис. 2. Метод определения расхода с помощью показания манометра



Рис. 3. Метод обследования при помощи автонасоса

Нами был предложен метод путем подключения непосредственно расходомера подтверждает минимизацию затраты рабочей силы и времени обследования.

4. С помощью комплекта измерительных средств разработанный на базе академии (рис.4).

Данный способ обследования систем водоснабжения (с помощью ультразвукового расходомера, установленного на вставке трубы) подтвердил свою актуальность, но единственным недостатком явился достаточно большой вес фланцевого расходомера (32 кг).

Для упрощения данной конструкции предлагается ультразвуковой расходомер вмонтировать в пожарную колонку, путем разделения колонки на две части. С помощью электросварки присоединить к нижней части пожарной колон-



Рис. 4. Отличительной чертой этого способа является его простота и быстрота, для проведения испытания достаточно одного оператора и в среднем 3-4 минут времени

ки отрезок трубы большего диаметра с резьбой, на который будет вмонтирован расходомер (см. рис. 5).

УСТРОЙСТВО ПОЖАРНОЙ КОЛОНКИ В РАЗРЕЗЕ

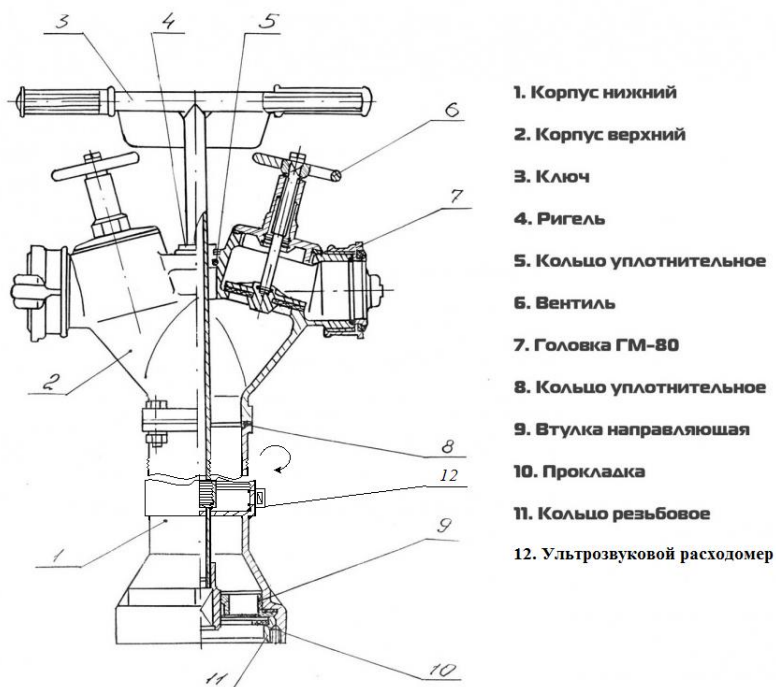


Рис. 5. Предлагаемый вариант пожарной колонки с расходомером

Данный вариант колонки прост в применении, не требует пересчета показания давления на расход. Пожарная колонка становится разборной и хорошо может переноситься.

Устройство снабжено электронным прибором, которое позволяет осуществлять запись результатов в память устройства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Е. В. Полякова, А.М. Полякова, В. А. Комельков, А. Г. Наумов, Д.С. Ретин. 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.

2. 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 614.842.6

А. В. Грачулин, К. Е. Шинкоренко

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

УСТАНОВКИ ПОЖАРОТУШЕНИЯ КОМПРЕССИОННОЙ ПЕНОЙ

Проведен анализ конструктивных особенностей установок пожаротушения компрессионной пеной. Рассмотрены классификация, принцип действия, имеющиеся преимущества и недостатки данных установок пожаротушения.

Ключевые слова: пена, установка пожаротушения, компрессионная пена, пенообразователь, сжатый воздух, пеногенерирующее устройство, ороситель.

A. V. Grachulin, K. E. Shinkorenko

FIRE EXTINGUISHING INSTALLATIONS WITH COMPRESSION FOAM

The analysis of the design features of fire extinguishing systems using compression foam is carried out. The classification, the principle of operation, the available advantages and disadvantages of these fire extinguishing installations are considered.

Key words: foam, fire extinguishing installation, compression foam, foaming agent, compressed air, foaming device, sprinkler.

Пена как огнетушащее вещество широко используется для тушения твердых и жидких веществ, не вступающих во взаимодействие с водой. Пена является наиболее эффективным средством тушения возгораний нефти и нефтепродуктов. Изобретателем пенного пожаротушения является русский инженер-ученый А.Г.Лоран, который в 1904 году подал заявку (на патент) на способ тушения пожара. В результате химической реакции между содой и сернокислым алюминием была получена химическая пена. При смешении кислотной и щелочной частей химического заряда выделялся углекислый газ, который формировал пузырьковую систему. Стабилизатором такой вспененной структуры являлся «мыльный корень», а затем экстракт солодкового корня [1].

В дальнейшем в Европе, а затем и в Америке были запатентованы способы получения пены и составы пенообразователей для тушения пожаров. Непосредственно перед Второй Мировой войной был выпущен синтетический пенообразователь «Aer-O-Foam», который применили для тушения пожаров нефтепродуктов [1].

Для образования пены использовали специальные устройства, которые формировали встречные потоки водных струй. При соударении струй происходила эжекция (подсос) воздуха, который смешивался с раствором пенообразователя, образуя пену низкой кратности. Таким образом, для тушения пожаров стала применяться воздушно-механическая пена [1], получившая впоследствии широкое распространение.

В традиционных технологиях тушения пожаров воздушно-механической пеной низкой кратности к соответствующим пеногенерирующим устройствам по рукавным линиям или трубопроводам подводится раствор пенообразователя, а генерирование пены происходит непосредственно в этих устройствах. Это обуславливает необходимость соблюдения в каждой из технологий пожаротушения жестких условий (давление и расход раствора пенообразователя и его концентрация) для обеспечения требуемого режима работы пеногенерирующих устройств, что позволяет обеспечить обусловленные техническими характеристиками параметры подачи воздушно-механической пены: кратность, расход, дальность подачи. В свою очередь это приводит к завышению параметров работы пожарных насосов и количества расходуемого на тушение пенообразователя. Помимо того, пеногенерирующие устройства обладают фиксированными техническими характеристиками, что ограничивает область их применения. Подобные недостатки отсутствуют в альтернативных технологиях тушения пожаров воздушно-механической пеной низкой кратности [2].

В настоящее время одной из альтернативных и перспективных технологий тушения пожаров воздушно-механическими пенами низкой кратности является использование систем подачи компрессионной пены. Такая пена формируется вследствие принудительного введения воздуха (инертного газа) под давлением в поток раствора пенообразователя. Таким образом, по рукавным линиям (трубопроводам) к пожарным стволам (оросителям) двигается не раствор пенообразователя, а смешанные между собой вода, воздух и пенообразователь. Данная технология получила широкое распространение в практике пожаротушения зарубежных стран, однако на территории Республики Беларусь она только внедряется.

В зависимости от области применения и способа подачи компрессионной пены рассматриваемые установки пожаротушения можно классифицировать на следующие группы:

- автоматические (стационарные);
- монтируемые на пожарные автомобили;
- мобильные.

В качестве примера автоматической установки пожаротушения компрессионной пеной можно рассмотреть оборудование «Smart Foam» группы компаний «СТАЛТ» (Российская Федерация) (рис. 1), в состав которого входят оросители, осуществляющие распределение компрессионной пены по защищаемой зоне, станция пожаротушения, состоящая из пеногенерирующего устройства, баллонов для сжатого воздуха и бака для пенообразователя. При необходимо-

сти могут применяться распределительные устройства, предназначенные для подачи компрессионной пены в определенный питающий трубопровод [3].



Рис. 1. Оборудование «Smart Foam» группы компаний «СТАЛТ»

Основным элементом является пеногенерирующее устройство, которое обеспечивает формирование компрессионной пены путем одновременного смешивания под давлением воды, пенообразователя и сжатого воздуха (или азота). Запас воздуха хранится в баллонах высокого давления и подается через редуктор. Пенообразователь и вода хранятся в специальных баках из нержавеющей стали. Компрессионная пена формируется непосредственно в пеногенерирующем устройстве, находящемся в станции пожаротушения, что обуславливает движение по системе трубопроводов к оросителям, расположенным в защищаемой зоне, не раствора пенообразователя, а компрессионной пены (рис. 2).

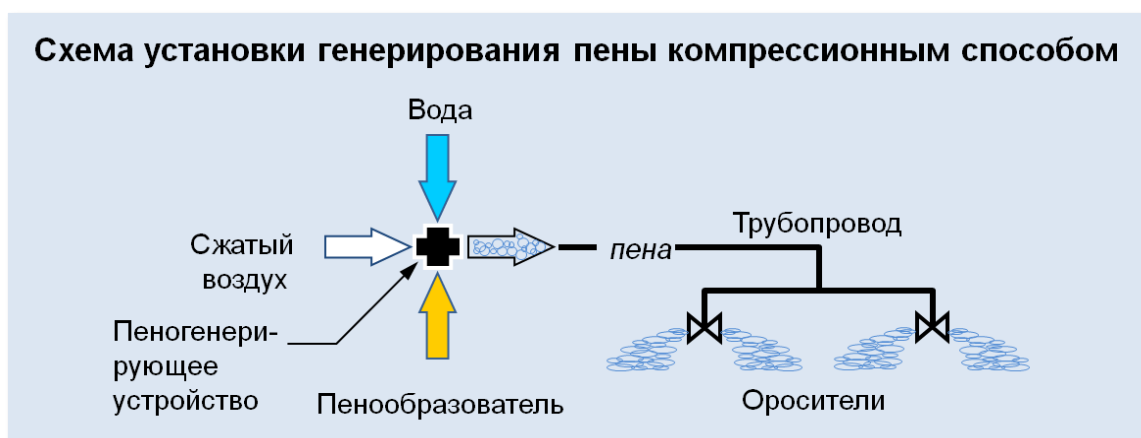


Рис. 2. Общая схема автоматической установки пожаротушения компрессионной пеной

В автоматической установке пожаротушения компрессионной пеной применяются ротационные (вращающиеся под действием реактивной силы пенной струи) и осциллирующие (совершают возвратно-поворотные движения выходного патрубка в заданном секторе за счет кинетической энергии проходящего через него огнетушащего состава) оросители.

В соответствии с предоставляемой производителем информацией автоматические установки пожаротушения компрессионной пеной обладают следующими преимуществами [3]:

уменьшенный в 3-7 раз расход воды и пенообразователя в сравнении с традиционными установками;

уменьшение времени тушения пожара в 2-3 раза, благодаря высокой эффективности компрессионной пены;

компрессионная пена образует плотный барьер, эффективно препятствует доступу кислорода к очагу пожара и обеспечивает экранирование тепловой энергии, так как обладает повышенной адгезией и прочностью;

высокая кинетическая энергия пенной струи ввиду расширения сжатого газа на выходе из оросителя позволяет подавать пену на значительные расстояния и равномерно орошать соизмеримую площадь;

технология позволяет построить полностью энергонезависимую установку, обеспечивающую тушение пожара в течение расчетного времени при отсутствии напряжения в первичных сетях электропитания.

В табл. 1 приведены основные характеристики автоматической установки пожаротушения компрессионной пеной.

Таблица 1. Основные характеристики автоматической установки пожаротушения компрессионной пеной [3]

Наименование показателя	Значение
Требуемое давление воды на вводе, МПа	0,345 – 1,2
Расход воды, л/с	от 0,75 до 24
Кратность формируемой воздушно-механической пены	10
Тип пенообразователя	AFFF
Рабочее давление воздуха в установке, МПа	0,7
Тип газа в баллонах	Азот или сжатый воздух
Диапазон рабочих температур, °С	от +5 до +50

Генерирование компрессионной пены может происходить и в установках, перевозимых пожарными автомобилями. Это позволяет использовать установки на различных пожарах, для тушения которых требуется подача воздушно-механической пены низкой кратности. В качестве примера рассмотрим установку пожаротушения компрессионной пеной «NATISK» завода пожарных автомобилей «Спецавтотехника» (Российская Федерация).

Модельный ряд мобильных установок, монтируемых на пожарный автомобиль, состоит из установок с емкостями 100, 300 и 600 литров.

NATISK-600W (рис. 3) – мобильное огнетушащее устройство, монтируемое на раму, прицеп, колесную базу, или другую транспортную платформу (сравним по ресурсу с двумя пожарными автоцистернами тяжелого класса). Оснащен собственным бензиновым компрессором, не требует зарядки баллонов сжатым воздухом [4].



Рис. 3. Установка пожаротушения NATISK-600W

В табл. 2 приведены основные технические характеристики установки NATISK-600W.

Таблица 2. Основные характеристики установки пожаротушения NATISK-600W [4]

Наименование показателя	Значение
Габаритные размеры, мм	2300x1392x1055
Масса в снаряжённом состоянии, кг	1230
Ёмкость для воды, л	600
Тип пенообразователя, %	1
Объем пенообразователя, л	6
Кратность пены	регулируемая от 5 до 20
Объем производимой пены, л	до 12000
Расход раствора, л/с	1,8 – 2,4
Время работы установки, мин	30
Дальность подачи пенной струи, м	до 23
Баллон воздушный, л/МПа	50/20
Рабочее давление в установке, МПа	0,3-0,7

По принципу действия данные системы аналогичны установкам пожаротушения компрессионной пеной «Smart Foam». В зависимости от объема емкостей для воды, сжатого инертного газа и пенообразователя, предусмотренных в конструкции такой пеногенерирующей системы, изменяется ее размер, что обуславливает способ применения установки. Так, например в [4] описывается устройство передвижной («NATISK-35 BL», рис. 4а) и даже ранцевой («NATISK-12 BL», рис. 4б) установок пожаротушения. Производитель отмечает, что установки «NATISK-12 BL» и «NATISK-35 BL» сертифицированы на тушение пожаров электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В [5].



Рис. 4. Установки пожаротушения NATISK

а – передвижная установка NATISK-35 BL; *б* – ранцевая установка NATISK-12 BL

Установки пожаротушения компрессионной пеной «NATISK» обладают следующими преимуществами [4]:

сокращение времени тушения пожара в 5–7 раз;

генерируемая компрессионная пена держится на горизонтальных и вертикальных поверхностях более 2-х часов;

предотвращение тления и повторного возгорания за счет уникальных смачивающих свойств компрессионной пены.

Существуют безмоторные установки, встраиваемые в пожарный автомобиль единым модулем и приводимые в действие от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности, например, установка подачи компрессионной пены LSA 3000 производства компании Johstadt (Германия) (рис. 5), а также комплекты оборудования для модернизации пожарных автомобилей (состоят только из компрессорной установки и дополняют уже имеющийся на пожарном автомобиле пожарный насос с системой дозирования пенообразователя, рис. 6).

Компрессионная пена создается аналогичным с автоматическими установками образом. За счет современных измерительных и регулирующих приборов такие установки способны эффективно генерировать пену даже в условиях сильно изменяющихся параметров работы автомобильного двигателя [6].



Рис. 5. Безмоторная установка подачи компрессионной пены Johstadt LSA 3000



Рис. 6. Комплект оборудования для модернизации пожарного автомобиля

Стоит обобщить основные преимущества применения установок пожаротушения компрессионной пеной по сравнению с традиционными технологиями тушения пожаров воздушно-механическими пенами низкой кратности:

- значительное (до 7 раз) сокращение количества воды, требуемое для тушения пожаров, и, как следствие, снижение косвенного ущерба от пролитой воды;

- уменьшение веса рукавной линии и, как следствие, увеличение маневренности ствольщика и возможность работы без подствольщика;

- возможность подачи пены на значительные расстояния благодаря высокой кинетической энергии пенной струи;

- генерируемая пена обладает повышенной адгезией и устойчивостью, благодаря чему образует плотный барьер, эффективно препятствует доступу кислорода к очагу пожара и обеспечивает экранирование тепловой энергии, хорошо держится на горизонтальных и вертикальных поверхностях;

- уменьшение времени тушения пожара (до 7 раз).

Основными недостатками установок пожаротушения компрессионной пеной является высокая стоимость проектирования, монтажа, эксплуатации и обслуживания данных установок, а также нехватка информации, касающейся методов применения установок для тушения пожаров. Данный факт не позволяет в полной мере раскрыть преимущества систем пожаротушения компрессионной пеной и использовать их пожарными подразделениями максимально эффективно.

Очевидные преимущества систем подачи компрессионной пены по сравнению с традиционными технологиями тушения пожаров воздушно-механическими пенами низкой кратности указывают на необходимость внедре-

ния данных систем в практику пожаротушения в Республике Беларусь. Вместе с тем, высокая стоимость иностранных систем подачи компрессионной пены требует разработки отечественных аналогов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шароварников, А. Ф. Пенообразователи и пены для тушения пожаров. Состав, свойства, применение / А. Ф. Шароварников, С. А. Шароварников. – М. : Пожнаука, 2005. – 335 с.

2. Камлюк, А. Н. Компрессионная пена для нужд пожарных подразделений : монография / А. Н. Камлюк, А. В. Грачулин. – Минск : УГЗ, 2019. – 224 с.

3. Каталог группы компаний «СТАЛТ» (Российская Федерация) [Электронный ресурс] / «СТАЛТ». – Режим доступа : <http://www.stalt.ru>. – Дата доступа : 06.09.2021.

4. Каталог продукции завода пожарных автомобилей «Спецавтотехника» (Российская Федерация) [Электронный ресурс] / Завод пожарных автомобилей «Спецавтотехника». – Режим доступа : <https://natisk-system.ru/> – Дата доступа : 08.09.2021.

5. Каталог продукции завода пожарных автомобилей «Спецавтотехника» (Российская Федерация) [Электронный ресурс] / Завод пожарных автомобилей «Спецавтотехника». – Режим доступа : <https://specialauto.ru/> – Дата доступа : 08.09.2021.

6. Каталог компании JOHSTADT (Германия) [Электронный ресурс] / PF Pumpen und Feuerlöschtechnik GmbH. – Режим доступа : <http://www.johstadt.com/en/CAFS-Compressed-Air-Foam-System-LSA3000>. – Дата доступа : 10.09.2021.

УДК 614.842.4

А. А. Гудырев

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА В ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОМ ЦЕНТРЕ

Рассмотрены современные системы обнаружения пожара и оповещения персонала и посетителей торгово-развлекательных центров. Рассмотрена концепция обнаружения пожара с помощью тепловых извещателей, характеризующихся минимальным порогом ложного срабатывания.

Ключевые слова: пожарная безопасность, оповещение, пожарная сигнализация, тепловые пожарные извещатели, эвакуация.

A. A. Gudyrev

IMPROVEMENT OF FIRE DETECTION TECHNOLOGY IN THE SHOPPING AND ENTERTAINMENT CENTER

The modern systems of fire detection and notification of personnel and visitors of shopping and entertainment centers are considered. The concept of fire detection using heat detectors characterized by a minimum false alarm threshold is considered.

Key words: fire safety, warning, fire alarm, thermal fire detectors, evacuation.

За последние десятилетия на территории Российской Федерации открылись тысячи торгово-развлекательных центров - от крупных мегаполисов до поселков городского типа. Среди населения данный формат торгово-развлекательной площадки оказался крайне популярным, так как именно здесь всей семьей можно не только приобрести необходимые продукты, различные товары, а также провести досуг, особенно в выходные и праздничные дни.

Среди положительной статистики роста прибыли торгово-развлекательных центров, растет и статистика несчастных случаев и трагедий, связанных, в первую очередь, с пожарной безопасностью данных объектов [5]. С 2016 года в торгово-развлекательных центрах произошло порядка 200 случаев возгораний, особенно крупные привели к выгоранию тысяч квадратных метров торговых площадей [10]. В марте 2018 году город Кемерово, как и всю страну, всколыхнула трагедия в торговом центре «Зимняя вишня» - пожар, в результате которого погибло 60 человек, из них - 37 детей. Резонанс данной трагедии заключался в совершенном отсутствии какой-либо организации эвакуации посетителей торгового центра, а также несрабатывании системы оповещения (ее полном отключении) [3, 9, 10].

Как известно, торгово-развлекательные центры (далее - ТРЦ) - это исключительно коммерческие проекты, с одной единственной целью - получение максимальной прибыли при таком же максимально низком уровне затрат. Для строительства ТРЦ используются самые дешевые и некачественные материалы, привлекаются зачастую некомпетентные люди, которые без тщательно проработанного проекта электросетей, создают нерационально спланированные сети электропроводов, что сопряжено с высоким риском воспламенения электропроводки. Помимо этой проблемы, существует «экономия» на целом списке противопожарного оборудования, используемого в целях обеспечения безопасности посетителей ТРЦ. Нередки случаи наличия пожарной сигнализации, щитов, отметок для прохождения проверок контрольно-надзорных органов, а по факту система сигнализации в ТРЦ может быть отключена, как, например, в «Зимней вишне».

Однако, стоит отметить, что многие ТРЦ сегодня идут по пути безопасности, владельцы учитывают риски и понимают - гораздо дешевле обеспечить максимальную безопасность здания, чем ликвидировать последствия возможного пожара в ТРЦ [1].

Торговые центры, с точки зрения пожарной безопасности, характеризуются следующими основными параметрами:

- большая площадь размещения и сложность внутренней планировки;
- количество людей и их неравномерное распределение;
- большое количество различных видов пожарной нагрузки [7, 8].

Во время эвакуации из здания ТРЦ при пожаре у неподготовленного человека возникает ряд проблем, связанных с его безопасностью - пожарная сигнализация или признаки пожара (дым, запах) дают недостаточно информации о местоположении источника пожара, его серьезности, безопасных маршрутах эвакуации и количестве времени, находящемся в распоряжении эвакуируемых [4, 12].

Поэтому, необходимо, в первую очередь, внедрить в ТРЦ современные системы обнаружения пожара и предупредить его развитие и распространение, что позволит, в зависимости от ситуации, даже не останавливать работу ТРЦ.

Детекторы или датчики дыма чувствительны к дыму в окружающей атмосфере. В фотоэлектрических/оптических датчиках дыма использованы светодиодные и фотодиодные чувствительные элементы. Частицы дыма, попадающие в камеру, приводят к рассеиванию светодиодного света и срабатыванию сигнализации. В ионизационных детекторах дыма используется ионизационная камера. Попадающие в камеру частицы дыма прикрепляются к ионам, что приводит к нарушению протекания тока и срабатыванию сигнализации.

Детекторы тепла обнаруживают изменения в окружающей температуре и направляют аварийный сигнал на приемно-контрольную аппаратуру. Дифференциальные детекторы тепла измеряют скорость нагрева воздуха, а пороговый детектор тепла реагирует на достижение установленного порога температуры [11].

Большинство ТРЦ на сегодняшний день оборудованы автоматическими тепловыми пожарными извещателями, которые реагируют на любое повышение температуры, превышающей максимально заданную и мгновенно срабатывают - передают сигнал автоматической системе пожаротушения [6]. Также, данный тип извещателей срабатывает на дым. Но здесь также стоит отметить нюанс - в зимнее время при большом скоплении людей в ТРЦ и низкой влажности воздуха от отопления, сухой воздух в повышающейся температурой может перемещаться, особенно в больших помещениях, что грозит так называемым «ложным срабатыванием» теплового извещателя. Ложное срабатывание способно не только приостановить работу объекта, запустить систему пожаротушения, но и навредить ничего не ожидающим посетителям без главной причины - пожара, о есть это прямые убытки ТРЦ. Поэтому сейчас все производители

систем пожарной сигнализации ищут технические решения для максимальной минимизации или невозможности ложного срабатывания [8].

Из всего многообразия тепловых пожарных извещателей, сегодня можно выделить линейные тепловые извещатели с сенсорным кабелем, который имеет датчики, расположенные по индивидуальному заказу на определенном расстоянии друг от друга по всей длине кабеля. Такой извещатель характеризуется точностью обнаружения до 0,1 градуса, высокой скоростью реакции, простотой установки, ввода в эксплуатацию и ремонта, а также длительным сроком службы со стабильными характеристиками чувствительности.

Также, необходимо отметить аспирационный извещатель ASD, который отличается производительностью, прочностью и надежностью обнаружения, а так же высокой чувствительностью к пожарам. Извещатели обладают непревзойденными характеристиками, прочностью конструкции и надежностью обнаружения. Кроме того они могут иметь очень высокую чувствительность при практическом отсутствии ложного срабатывания [11].

Благодаря оригинальным алгоритмам, заложенным в современные системы пожарной сигнализации типа Aritech, каждый извещатель пожарной тепловой серии обеспечивает высокий уровень достоверности обнаружения пожара. Для различных помещений (офис, цех, кухня ресторана, комната для игр детей) тепловой извещатель допускает установку различных порогов срабатывания, что защищает систему пожарной сигнализации от ложных тревог. Кроме того, для каждого извещателя в отдельности или для групп извещателей можно задать дневной и ночной режимы работы с разными порогами срабатывания. Это особенно важно, если извещатели пожарные тепловые установлены в помещениях общественного назначения. Для снижения вероятности ложного срабатывания под воздействием электромагнитных наводок в извещатель пожарной тепловой заложены современные технологии и схемотехнические решения. Печатные платы, устанавливаемые в извещатели, выполнены методом поверхностного монтажа (SMD-технология) с трассировкой проводников на плате. Кроме того, первичную обработку сигнала извещатель пожарной тепловой производит с помощью специализированной микросхемы ACIS, которая имеет повышенную надежность и стабильность характеристик, а также позволяет существенно уменьшить размеры печатной платы.

Несмотря на современные технологии, наиболее надежной формой обнаружения пожара является визуальное наблюдение. В этих целях системы обнаружения и сигнализации пожара всегда включают в себя устройство ручного включения пожарной сигнализации, позволяющее находящемуся в здании человеку активировать сигнализацию с целью подачи сигнала об эвакуации здания [7].

Таким образом, несмотря на развитие интернет-торговли, ТРЦ до сих пор не теряют свою актуальность и становятся объектами массового посещения,

особенно в выходные и праздничные дни. Изучение возможностей незамедлительного оповещения о пожаре, особенно в ТРЦ - проблема серьезная и требующая высокой степени внимания со стороны руководства ТРЦ, которое должно, в первую очередь, обеспечивать безопасность людей в ТРЦ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксютин, В.П. Пожарная безопасность / В.П. Аксютин, Н.А. Шелудько. – М.: Трансинфо, 2018. – 224 с.
2. Бадагуев, Б.Т. Пожарная безопасность на предприятии: Приказы, акты, журналы, протоколы, планы, инструкции. 4-е изд., пер. и доп. / Б.Т. Бадагуев. – М.: Альфа-Пресс, 2017. – 720 с.
3. Домаков В.В., Матвеев А.В., Матвеев В.В. Правовые предпосылки национальной трагедии в торгово-развлекательном центре "Зимняя вишня" г. Кемерово // Национальная безопасность и стратегическое планирование. – 2018. – № 1(21). – С. 48-63.
4. 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).
5. Матвеев А.В. Организационные и методические аспекты обеспечения безопасности потенциально опасных объектов. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2019. – 144 с.
6. Михайлов, Ю.М. Пожарная безопасность учреждений социального обслуживания / Ю.М. Михайлов. – М.: Альфа-Пресс, 2018. – 120 с.
7. Порхачев М. Ю. Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности [Текст] : материалы Дней науки с международным участием (3-7 декабря 2018 г.), посвященных 90-летию со дня образования Уральского института ГПС МЧС России: в 2-х частях / сост. М. Ю. Порхачев, А. А. Корнилов, О. Ю. Демченко. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2019.
8. Скоропад В.С. Оценка уровня безопасности в торговых центрах [Текст]: Журнал «Пожарная безопасность: проблемы и перспективы» / сост. Скоропад В.С., Чуйков А.М. Мещеряков А.В. Плаксицкий А.Б. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия, 2018.
9. Главное Управление МЧС России по Кемеровской области - Кузбассу [Электронный ресурс]. Точка доступа: <https://42.mchs.gov.ru/> (дата обращения 26.09.2021).
10. Риа-Новости [Электронный ресурс]. Точка доступа: <https://ria.ru/20181110/1532523360.html> (дата обращения 26.09.2021 г.).
11. Техноспирит - журнал инноваций <http://www.techspirit.ru/spirens-238-1.html>
12. Matveev A.V., Maximov A.V., Zadurova A.A. Simulation model of emergency evacuation in case of fire in a nightclub // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Ser. "International Science and Technology Conference "Earth Science"" 2021. С. 012019.

УДК 614.846.35

А. В. Дремин, А. Д. Семенов, А. Н. Бочкарев

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

О РАЗМЕЩЕНИИ СТРУЙНОГО НАСОСА В РЕЗЕРВНОЙ ВАКУУМНОЙ СИСТЕМЕ ПОЖАРНОГО АВТОМОБИЛЯ

В работе рассмотрена возможность реализации технического решения по установке струйного насоса резервной вакуумной системы на вакуумный кран водопенных коммуникаций пожарной автоцистерны, что позволит упростить конструкцию резервной линии вакуумирования при заполнении рабочей полости пожарного насоса водой из открытого водисточника.

Ключевые слова: струйный насос, вакуумная система, пожар, пожарный автомобиль.

A. V. Dremin, A. D. Semenov, A. N. Bochkarev

ABOUT THE PLACEMENT OF THE JET PUMP IN THE BACKUP VACUUM SYSTEM OF A FIRE TRUCK

The paper considers the possibility of implementing a technical solution for installing a jet pump of a backup vacuum system on a vacuum tap of water supply communications of a fire tanker, which will simplify the design of a backup evacuation line when filling the working cavity of a fire pump with water from an open water source.

Keywords: jet pump, vacuum system, fire, fire truck.

Тушение пожара сложный процесс, который зависит от большого количества факторов. Материальный ущерб от пожара тем выше, чем больше время его тушения, что требует поддержание боеготовности пожарно-спасательных подразделений на высоком уровне. Боеготовность подразделений определяется техническим состоянием пожарной техники и оборудования, а также подготовленностью личного состава к действиям по тушению пожара и проведению аварийно-спасательных работ.

Пожарные автомобили основной вид техники применимой при тушении пожаров. Анализ литературных источников [1] показал, что основная доля - 75% автомобилей приходится на основные. Основные пожарные автомобили оснащены насосными установками и примеряются для тушения пожара в городах и населенных пунктах. Недостатком при эксплуатации пожарного насоса является невозможность подачи воды при незаполненной рабочей полости во-

дой. Поэтому от работоспособности автоматической вакуумной системы пожарного автомобиля зависит время начала тушения пожара, что требует рассмотрения возможности ее резервирования.

Основным оборудованием для подачи огнетушащих веществ является пожарный насос. Насос относится к центробежным, что позволяет не прекращать его работу при закрытии рукавных линий. Вследствие этого свойства (работать сам на себя) центробежные насосы нашли широкое применение при оборудовании пожарных машин.

На пожарных автомобилях применяется вакуумная система двух видов: газоструйный вакуумный агрегат или шибберный насос.

Поломки, возникающие в насосных установках и водопенных коммуникациях, приводят к нарушению работоспособности, снижению эффективности тушения пожаров и увеличению материального ущерба. Основные причины, приводящие к отказам насосных установок:

1. Низкая квалификация операторов.
2. Старение оборудования.
3. Изнашивание манжетных уплотнений, герметизирующих насос.

Известно, что наибольшее число поломок вакуумной системы пожарного автомобиля приходится на зимний период времени.

Однако не во всех районах выезда пожарно-спасательных подразделений есть возможность установки пожарного автомобиля на гидрант, а в некоторых случаях при повторном вызове на пожар нет времени заправить цистерну пожарного автомобиля водой.

Таким образом, разработка альтернативных способов заполнения рабочей полости пожарного насоса водой является перспективной задачей.

На современных пожарных автомобилях, качестве резервного агрегата вакуумной системы, предлагается использовать струйный насос. Струйный насос встраивается в пневматическую систему пожарного автомобиля по схеме представленной на рисунке 1 [2-4]. 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.

В работе [5] проведены расчеты и получены геометрические размеры струйного насоса. Использование его в качестве резервного вакуумного агрегата позволит повысить оперативную готовность пожарных автоцистерн при тушении пожаров в безводных районах. Однако не решен вопрос с размещением спроектированного насоса в водопенных коммуникациях пожарного автомобиля.

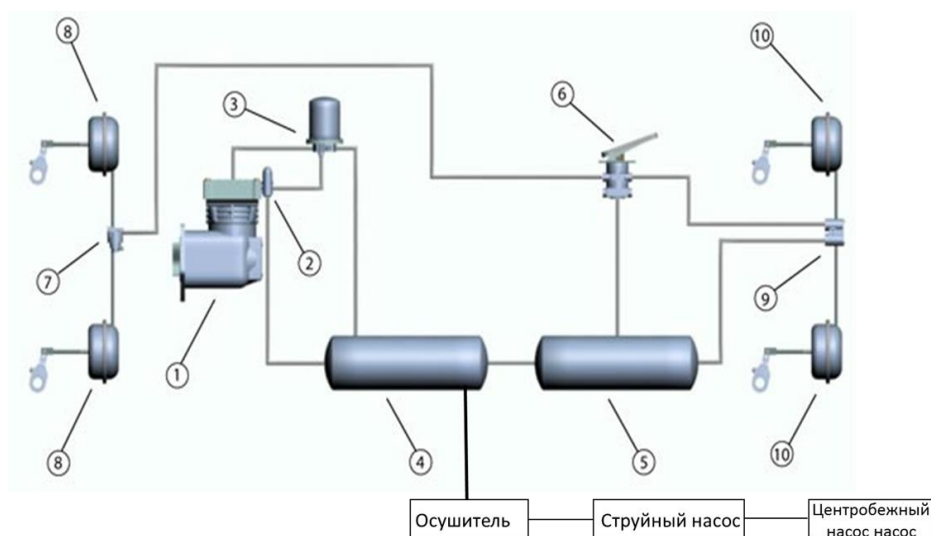


Рис. 1. Принципиальная схема устройства модернизированной пневматической тормозной системы

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

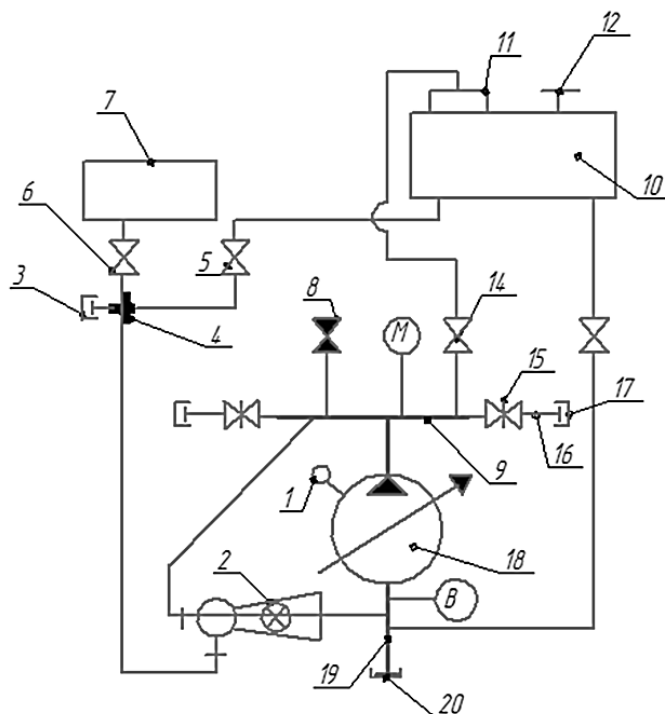


Рис. 2. Схема водопенных коммуникаций пожарной автоцистерны

1 – масленка; 2 – пеносмеситель; 3 – патрубок забора пенообразователя из сторонней емкости; 4 – крестовина; 5 – вентиль; 6, 21 – кран; 13 – клапан; 7 – пенобак; 8 – вакуумный кран; 9 – коллектор; 10 – цистерна; 11 – смотровой люк;

12 – заливная горловина; 14, 15 – задвижки; 16 – напорная труба;
17, 20 – заглушка; 18 – пожарный насос; 19 – всасывающий патрубок

Конструкция водопенных коммуникаций пожарной автоцистерны имеет замкнутый, герметичный контур. Исходя из схемы (рис. 2) видно, что заполнение пожарного насоса осуществляют через вакуумный кран, который соединен с шиберным насосом. Резервный струйный агрегат предлагаем установить на вакуумный кран (8), что позволит при поломке шиберного насоса без затрат времени переключиться на работу со струйным насосом по схеме представленной на рисунке 1.

Таким образом, установку струйного насоса резервной вакуумной системы следует проводить на вакуумный кран водопенных коммуникаций пожарной автоцистерны. Такое техническое решение позволит упростить конструкцию резервной линии вакуумирования при заполнении рабочей полости пожарного насоса водой из открытого водоисточника.

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. 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.
3. 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).
4. Соколов Е. Я. Струйные аппараты / Е. Я. Соколов, Н. М. Зингер –3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат. 1989. – 352 с.
5. Дохтукаев У.А., Семенов А.Д. Применение струйного насоса в резервной вакуумной системе пожарного автомобиля / Современные пожаробезопасные материалы и технологии сборник материалов IV международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России. – Иваново, 2020. С 174-177.

УДК 675.0143.8:620.197.3

Н. Ю. Ермакова, И. Р. Киреев, В. Б. Барахнина, Я. А. Коннов
ФГОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет

НОВЕЙШИЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ПОЛИМЕРА ДЛЯ ЗАЩИТЫ СТАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ОТ КОРРОЗИИ

Высокосернистые нефть и нефтепродукты обладают высокой коррозионной активностью. Этому способствуют сульфатвосстанавливающие бактерии (СВБ), для жизнедеятельности которых не нужен кислород. При отсутствии бактерицидов размножение СВБ в герметизированных емкостях приводит не только к усиленной коррозии металла, но и к образованию сероводорода. Целью исследовательской работы явилось повышение промышленной безопасности резервуарного парка за счет внедрения нового полимерного материала – сотового поликарбоната. В Уфимском государственном нефтяном техническом университете проведены исследования его прочностных характеристик. Результаты позволяют предложить его для облицовки внутренней поверхности и крыши стальных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов.

Ключевые слова: коррозия, полимер, сотовый поликарбонат, резервуар вертикальный стальной.

N. Yu. Ermakova, I. R. Kireev, V. B. Barakchnina, Ya. A. Konnov

MODERN POLYMERIC MATERIALS FOR PROTECTION OF STEEL STORAGE TANKS FOR OIL AND OIL PRODUCTS FROM CORROSION

Sour crude oil and petroleum products are highly corrosive. This is facilitated by sulfate-reducing bacteria (SRB), which do not need oxygen for their vital activity. In the absence of bactericides, the reproduction of SRB in sealed containers leads not only to increased corrosion of the metal, but also to the formation of hydrogen sulfide. The purpose of the research work was to increase the industrial safety of the tank farm through the introduction of a new polymer material - cellular polycarbonate. At the Ufa State Petroleum Technical University, studies of its strength characteristics have been carried out. The results allow it to be proposed for lining the inner surface and roof of steel storage tanks for oil and petroleum products.

Key words: corrosion, polymer, cellular polycarbonate, vertical steel tank.

С наступлением XXI века были созданы новые материалы на основе полимерных соединений, которые по своим эксплуатационным характеристикам

не уступают металлическим, а по некоторым даже превосходят. Развитие современной науки и техники неразрывно связано с применением таких материалов со специфическими физико-механическими и эксплуатационными свойствами. Новые свойства необходимы в связи с развитием ракетостроения, специального машиностроения, промышленных объектов и т.д. Например, полиэтиленовые трубы отличаются удобством монтажа, долговечностью, низкими затратами на обслуживание. Расширяется применение полимерных материалов и в нефтяной промышленности [1].

На сегодняшний день актуальной задачей является использование современных материалов для защиты от коррозии внутренней поверхности вертикальных стальных резервуаров (РВС), используемых для хранения техногенных углеводородов [2].

В ходе эксплуатации РВС подвергаются коррозии как снаружи, так и внутри. Существует несколько способов защиты резервуаров от коррозии: защита поверхности резервуаров лакокрасочными материалами, нанесение на внутреннюю поверхность резервуара комбинированных металлизационно-лакокрасочных покрытий, установка протекторной защиты и др. [1, 3]:

В выборе защитных покрытий обращают внимание на степень агрессивного воздействия среды на элементы металлоконструкций внутри резервуара и на его наружные поверхности, которые находятся на открытом воздухе. Для средне- и сильноагрессивных сред используют такие системы лакокрасочных покрытий [2, 4]: грунт ВЛ-08, эмаль ЭП-56, шпатлевка ЭП-00-10, эмаль ЭП-773, эмаль ЭП-51116. Контроль состояния покрытия производится визуально после очистки резервуара от хранимого продукта. Поврежденные участки впоследствии можно будет восстановить. Каждые три года покрытие меняют.

Этап получения комбинированных металлизационно-лакокрасочных покрытий трудоемок и состоит из трех самостоятельных процессов: абразивной подготовки поверхности, нанесения металлизационного слоя, нанесения покрытия из полимерных материалов. Подготовка металлоконструкций резервуара (удаление парафинов, ржавчины, шлаков и других загрязнений, а также придание определенной шероховатости поверхности металла и др.) достигается абразивно-струйной обработкой. Перед нанесением металлизированного слоя поверхность резервуара обеспыливается. В роли лакокрасочного материала применяются эмали, в основе которых эпоксидная смола типа «Полак ЭП-21» (ТУ-2313-002-2421693). Лакокрасочное покрытие состоит из двух слоев:

- пропитывающий толщиной слой 50...70 мкм (заполняющий поры металлизационного покрытия);
- покрывающий слой толщиной 110...130 мкм.

Только после полной полимеризации пропитывающего слоя наносится покрывающий слой.

За рубежом при проектировании защиты резервуаров от коррозии уделяется большое внимание полимерным материалам. При этом прогнозируется высокая степень надежности работы резервуаров без аварийных утечек. В США полимерные материалы успешно применяются для ремонта днищ резервуаров и защиты их от коррозии уже более 15 лет [4, 5]. В Бразилии этот способ ремонта впервые был применен в 1970 году компанией «Петробраз» [6]. В качестве материалов из полимера использовалась эпоксидная смола, армированная стеклотканью.

Проведенные в УГНТУ испытания полимерных покрытий показали, что эпоксидное покрытие обладает лучшим сцеплением с углеродистой сталью и большим сопротивлением на сдвиг. Учитывая эти факторы, для ремонта резервуаров применяют эпоксидные смолы.

Одним из широко используемых поликарбонатных материалов в настоящее время является сотовый поликарбонат (СПК). В последнее время он получил широкое распространение. Изначально листовый материал необычного сечения был разработан для устойчивых к градобитию и снеговым нагрузкам кровельных конструкций. Уникальные свойства СПК дали возможность выйти далеко за рамки общепринятой области применения.

СПК обладают высоким разрушающим напряжением при изгибе, прочностью при действии ударных нагрузок, высокой стабильностью размеров. При действии растягивающего напряжения 220 кг/см^2 в течение года не обнаружено пластической деформации образцов поликарбонатов. По диэлектрическим свойствам поликарбонаты относят к среднечастотным диэлектрикам. Диэлектрическая проницаемость СПК практически не зависит от частоты тока [5]. Основные физические свойства СПК представлены в таблице 1.

Таблица 1. Физические свойства СПК (минимальные и максимальные значения)

Наименование показателей	Значения
Плотность материала, г/см^3	1,19-1,20
Теплостойкость по Вика	95-153
Модуль упругости при растяжении (1 мм/мин), МПа	2000-2600
Твердость при вдавлении шарика (358 Н, 30 с), МПа	95-1108
Максимальная температура эксплуатации, °С	120
Предел текучести при растяжении (50 мм/мин), МПа	40-67
Ударная вязкость по Шарпи, кДж/м^2	8-91
Водопоглощение (24 ч) %	0,13-0,4
Коэффициент светопропускания(4 мм), %	85-89

Благодаря своим уникальным свойствам поликарбонат в строительстве стал очень распространенным, а за последние годы наблюдается настоящий бум применения этого материала. Проектировщики стремятся использовать бо-

лее легкие материалы, чтобы снизить общий вес каркасных конструкций и уменьшить нагрузки на фундамент различных зданий, оборудования, конструкций.

Для антикоррозионной защиты внутренней поверхности резервуаров предложено использовать СПК. Его редкие свойства повышают безопасность РВС, а также облегчить конструкцию резервуара и повысить экономическую эффективность его применения.

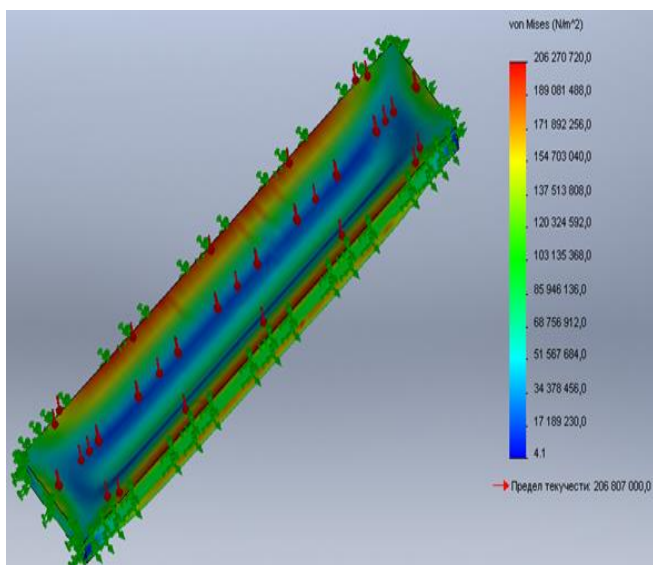


Рис. 1. Распределения напряжений в Ст3 при нагрузке 35 МПа (общее заземление)

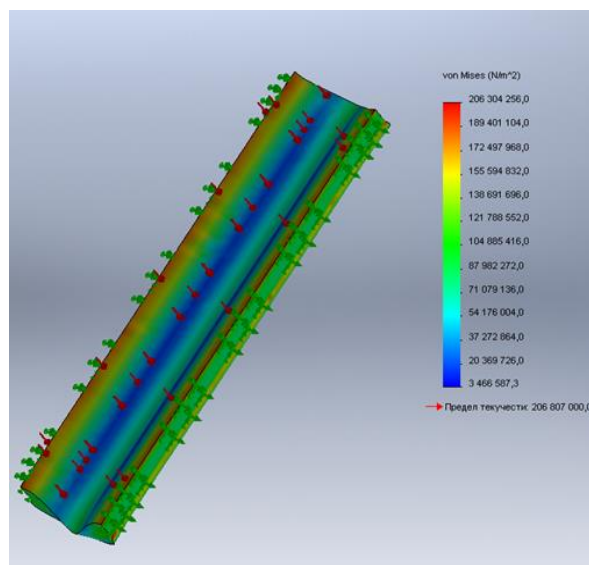


Рис. 2. Распределения напряжений в Ст3 при нагрузке 32 МПа (другое заземление)

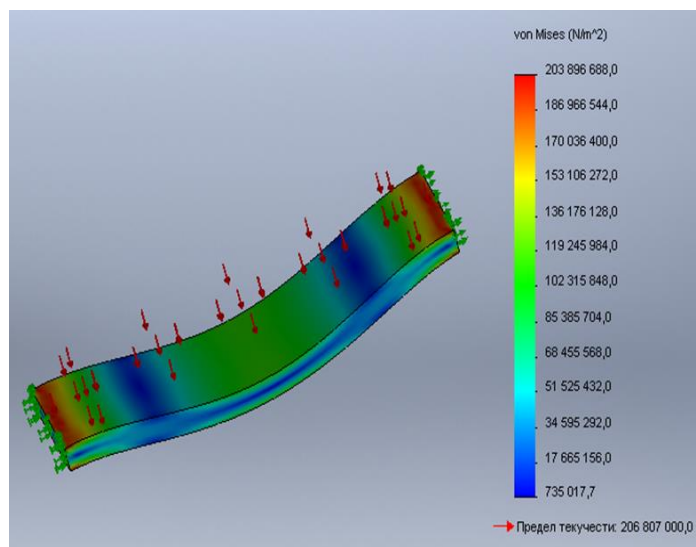


Рис. 3. Распределения напряжений в Ст при нагрузке 1,65 МПа

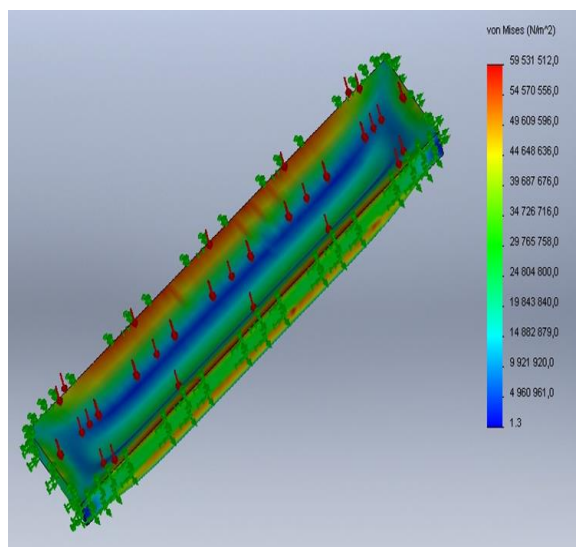


Рис. 4. Распределения напряжений в СПК при нагрузке 11,3 МПа (общее заземление)

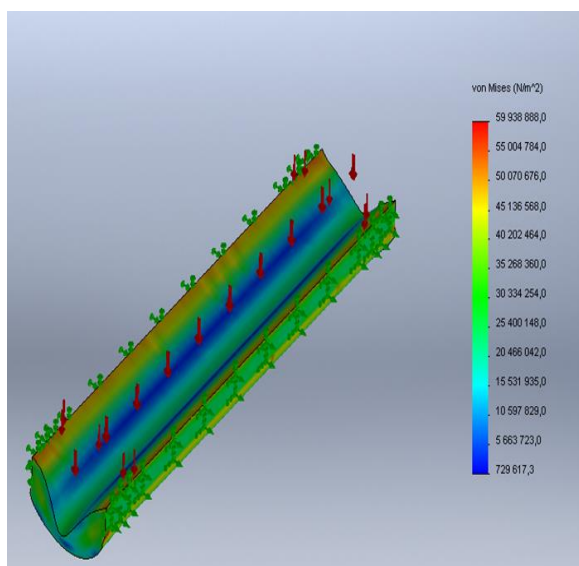


Рис. 5. Распределения напряжений в СПК при нагрузке 10 МПа (другое заземление)

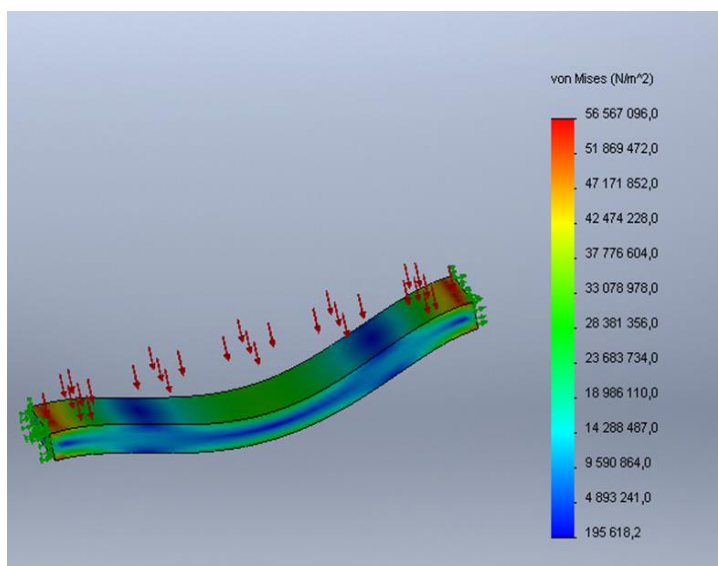


Рис. 6. Распределения напряжений в СПК при нагрузке 0,45 МПа

Полученные результаты исследования эксплуатационных характеристик сотового поликарбоната позволяют обоснованно предложить его для облицовки внутренней поверхности и крыши резервуара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бахтизин Р.Н., Радионова С.Г., Шарафиев Р.Г.* Энциклопедия промышленной безопасности и охраны труда. Учеб. пособие / Р.Г. Шарафиев, В.Б. Баракхнина, И.Р. Киреев, В.В. Ерофеев, Уфа: УГНТУ, 2016. 719 с.
2. *Лыков М. В.* Защита от коррозии резервуаров, цистерн, тары и трубопроводов для нефтепродуктов бензостойкими покрытиями: 2-е изд., перераб. и доп. /М. В. Лыков, М.: Химия, 1998. 239 с.
3. *Никитин Б.А., Багаутдинов Н.Я., Шарафиев Р. Г.* Охрана окружающей среды от нефтяных загрязнений. Учеб. пособие / Б.А. Никитин [и др.]; под ред. В.В. Ерофеева и Р.Г. Шарафиева. Челябинск, Уфа, 2014. 380 с.
4. «Правила технической эксплуатации резервуаров», акционерное общество НК «РОСНЕФТЬ», М.: Химия. 2004. 32 с.
5. РД 112-РСФСР-015-89 «Основные требования к антикоррозионной защите объектов проектируемых и реконструируемых предприятий нефтепродуктообеспечения». М.: Химия. 24 с.
6. *Шарафиев Р.Г., Багаутдинов Н.Я., Киреев И.Р.* Экологический словарь-справочник / Р.Г. Шарафиев и др.; под ред. Р.Г. Шарафиева и В.В. Ерофеева. Челябинск, Уфа: 2011, 400 с.

7. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018610396, 10.01.2018. «Программа для расчета параметров пожаров и аварийных разливов нефти» Исмаков Р.А., Хафизов И.Ф., Шарафутдинов А.А., Каримов Р.Р.

8. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018610351, 10.01.2018. «Программа моделирования и расчета водопенных коммуникаций пожарных автоцистерн» Бахтизин Р.Н., Баулин О.А., Хафизов Ф.Ш., Хафизов И.Ф., Шарафутдинов А.А., Шайдуллин А.Т.

9. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2021610493, 14.01.2021 «Программа для визуализации и получения аналитического решения многокритериальных задач» Валиев Р.Р., Баулин О.А., Хафизов Ф.Ш., Хафизов И.Ф., Альмухаметов А.А., Шарафутдинов А.А.

УДК 614.8

М. М. Журов, И. В. Лямцев

Университет гражданской защиты МЧС Беларуси,
Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДАЧИ ОГНЕТУШАЩИХ ПОРОШКОВЫХ СОСТАВОВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТЕ РАБОТНИКАМИ ОПЧС

Разработана модернизированная конструкция порошкового огнетушителя, которая позволяет использовать весь объем баллона огнетушителя для заполнения огнетушащим порошковым составом, исключив при этом необходимость наличия свободного объема баллона для закачки газа.

Ключевые слова: огнетушащий порошковый состав, устройство сжатого воздуха, огнетушитель, текучесть порошка, длина струи.

М. М. Zhurov, I. V. Liantsau

INSTALLATION OF SUPPLY OF FIRE EXTINGUISHING POWDER COMPOSITIONS FOR EXTINGUISHING FIRES IN ELECTRIC VEHICLES BY EMPLOYEES OF BDES

An upgraded design of a powder fire extinguisher has been developed, which allows using the entire volume of the fire extinguisher cylinder to fill with a fire extinguishing powder composition, while eliminating the need for a free volume of the cylinder for gas injection.

Key words: fire extinguishing powder composition, compressed air device, fire extinguisher, powder fluidity, jet length.

Возгорания транспортных средств возникают довольно часто, из-за большого количества горючих материалов и условий, сопутствующих быстрому распространению зоны горения, тушение пожаров в транспортных средствах является весьма сложным. В последнее время на дорогах общего пользования становится все больше и больше транспорта с электроприводом. Тушение из представляет еще большую сложность.

В качестве огнетушащих средств использовать распыленные струи воды, порошковые составы и негорючие газы, а также комбинированные составы. Тушение всеми видами воздушно-механической пены запрещается. Тушение пожаров и ликвидацию чрезвычайных ситуаций с участием электромобилей необходимо осуществлять в средствах индивидуальной защиты, поскольку при горении аккумуляторные батареи выпускают токсичные пары – оксиды лития, никеля, углерода, меди и кобальта, а также серную кислоту.

Особенностью загораний в электромобилях является повышенная опасность, которая обусловлена угрозой для жизни и здоровья людей, находящихся в непосредственной близости от очага возгорания, в связи с высокой вероятностью отравления компонентами электролита, быстрым распространением огня внутри салона и на соседние транспортные средства, опасностью поражения электрическим током от оборудования горящего транспортного средства и электрических сетей на ЭЭС напряжением от 380 В до 1000 В. Вследствие чего одним из перспективных способов тушения является тушение с помощью огнетушащих порошковых составов.

В настоящее время в подразделениях Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь (далее – МЧС) в комплектации пожарных автоцистерн, автомобилей быстрого реагирования и аварийно-спасательных автомобилей, входят два порошковых огнетушителя с массой заряда 10 кг (далее – ОП-10). После применения указанных огнетушителей требуется проводить их техническое обслуживание и перезарядку.

Перезарядка и техническое обслуживание порошковых огнетушителей в подразделениях МЧС требует значительных временных и трудовых затрат. Кроме того, баллон огнетушителя под давлением является дополнительным источником опасности.

Для решения этих проблем и улучшения параметров подачи огнетушащего порошка предлагается в качестве движущей силы огнетушащего порошка использовать воздух из устройства сжатого воздуха или газа. Подразделения МЧС в качестве такого устройства могут применять аппарат для сжатого воздуха (далее – АСВ). Нормируемые характеристики работы применяемых в МЧС порошковых огнетушителей ОП-10 представлены в табл. 1.

*Таблица 1. Нормируемые характеристики
работы порошкового огнетушителя ОП-10*

Масса ОТВ, кг	Продолжительность подачи ОТВ (не менее), с	Длина струи ОТВ (не менее), м
10	15	4

Длина струи определяется как расстояние по горизонтали от среза насадка огнетушителя до дальней границы распространения основной массы огнетушащего вещества. При этом длину струи порошка фиксируют за время работы, соответствующее 1/3 продолжительности подачи огнетушащего порошка. Экспериментально установлено, что для применяемого в МЧС ОП-10 после 1/3 продолжительности подачи огнетушащего порошка длина струи снижается более, чем в два раза. Следовательно, прерывание и возобновление подачи огнетушащего порошка в процессе тушения значительно снижают эффективность применения данного ОП-10. Использование в качестве движущей силы порошка давления воздуха из АСВ, вторичное давление на выходе которого составляет от 7,5 до 9,5 атм (0,76–0,96 МПа), позволяет значительно повысить эффективность тушения, в том числе после прерывания подачи порошка. Для реализации этого предлагается модернизированная конструкция устройства, позволяющего подавать огнетушащий порошок от АСВ (рисунок 1).

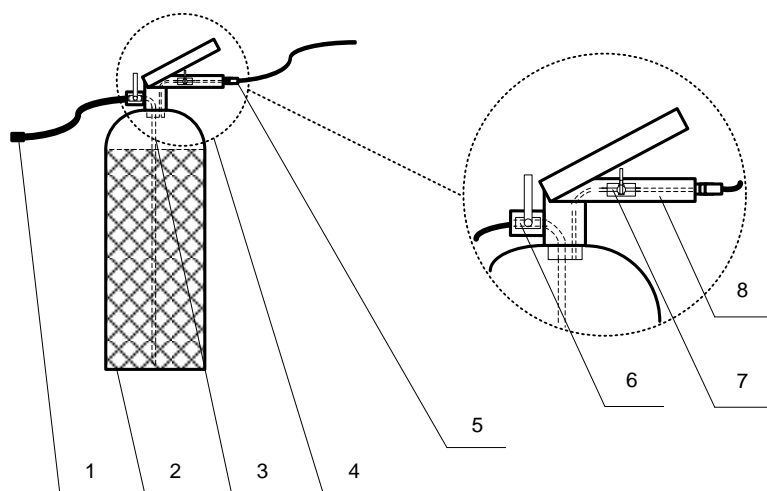


Рис. 1. Модернизированная конструкция устройства

- 1 – шланг с насадкой-распылителем;
- 2 – баллон для хранения огнетушащего вещества;
- 3 – сифонная трубка; 4 – запорно-пусковое устройство;
- 5 – быстросъемное соединение;
- 6 – кран для прекращения подачи огнетушащего состава; 7 – пневмокран;
- 8 – ручка для переноски с подвижным рычагом

Модернизированная конструкция устройства состоит из баллона для хранения огнетушащего вещества 2, шланга с насадкой-распылителем 1, сифонной трубки 3, запорно-пускового устройства 4 и быстросъемного соединения 5. Запорно-пусковое устройство 4 состоит из крана для прекращения подачи огнетушащего состава 6, пневмокрана 7 и ручки для переноски огнетушителя с подвижным рычагом 8, опирающимся на толкатель пневмокрана 7. Переносная установка приводится в действие от АСВ, воздухопадающий шланг которого присоединяется через быстросъемное соединение 5. Пневмокран 7 может быть с обратным клапаном с целью исключения возможности поступления огнетушащего порошка в воздухопадающий шланг.

Результаты исследований также показали, что за первые 3 секунды давление в применяемом в МЧС порошковом огнетушителе ОП-10 падает более чем в два раза и составляет не более 7 атм (рис. 2).

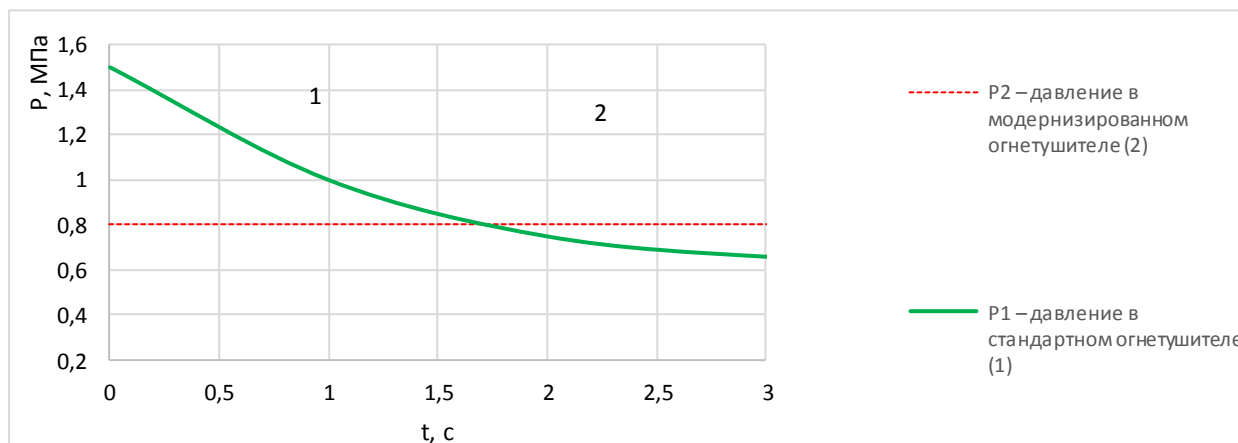


Рис. 2. Зависимость изменения рабочего давления в течение первых 3 секунд применения огнетушителя

Как видно из рис. 2, эффективность работы модернизированного огнетушителя по параметру рабочего давления после второй секунды выше применяемого в МЧС ОП-10. В модернизированном огнетушителе, который работает от АСВ, рабочее давление в огнетушителе сохраняется на протяжении использования всего запаса огнетушащего порошка и составляет не менее 7,5 атм (рис. 3).

Кроме того, от рабочего давления в баллоне зависит и дальность струи порошка. Согласно действующим ТНПА, для огнетушителя ОП-10 минимальная дальность струи порошка составляет 4 м. Методика определения дальности порошковой струи основана на определении расстояния по горизонтали от насадка огнетушителя до дальней границы распространения основной массы порошка за время равное $1/3$ продолжительности подачи огнетушащего порош-

ка. Для применяемого в МЧС ОП-10 оно составило 9 секунд. Поэтому сравнительную оценку дальности порошковой струи из применяемого в МЧС и из модернизированного ОП-10 проводили за первые 9 секунд (рис. 4).

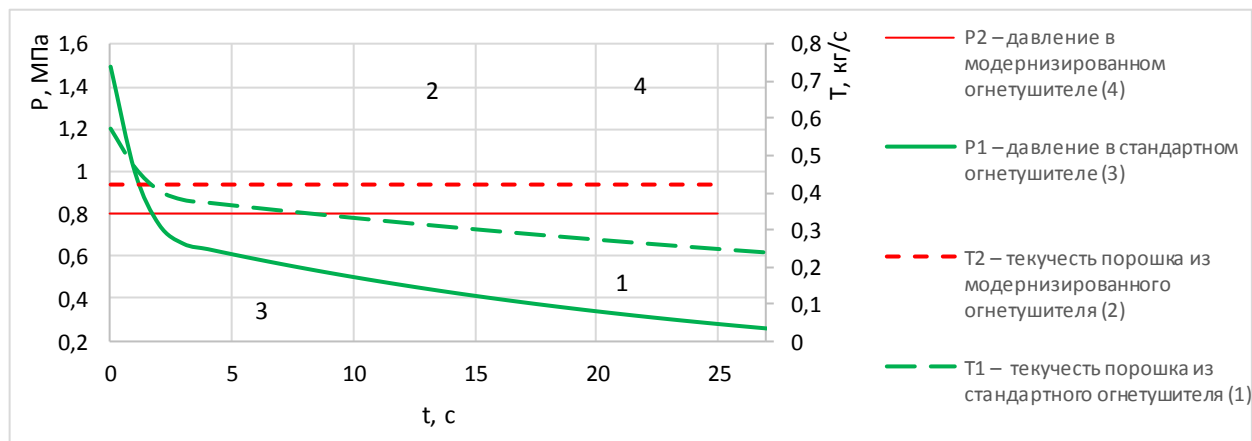


Рис.3. Зависимости изменения рабочего давления и текучести порошка за время использования всего заряда огнетушителя

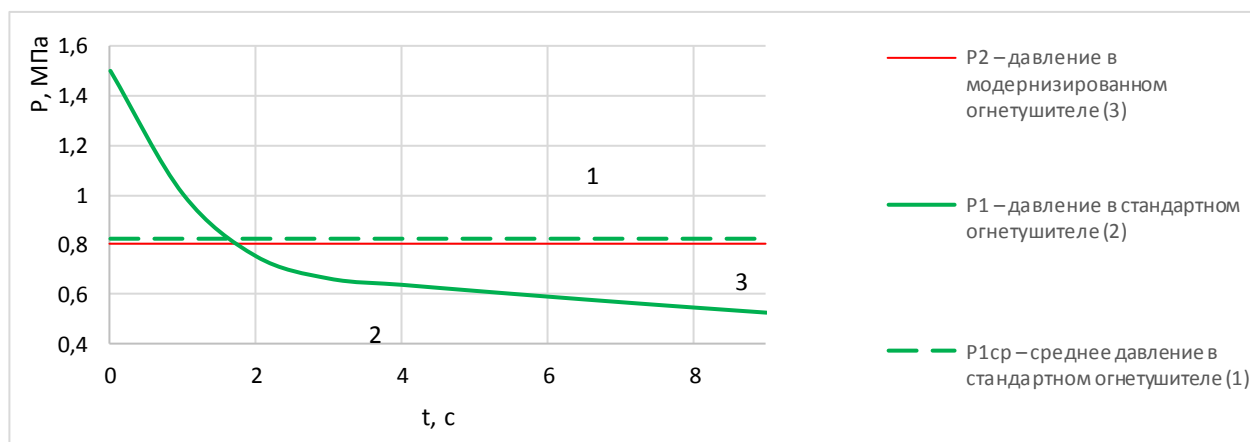


Рис. 4. Значения рабочих давлений в применяемом в МЧС и модернизированном огнетушителе в течение первых 9 секунд применения

За первые 9 секунд значение среднего давления в применяемом в МЧС и модернизированном порошковом огнетушителе примерно равны и составляют 0,82 и 0,8 МПа соответственно. При этом за время использования всего заряда огнетушащего порошка значение среднего рабочего давления в модернизированном огнетушителе больше на 0,28 МПа (рисунок 3). На основании этого, можно сделать вывод об увеличении рабочего давления в модернизированном ОП-10 по сравнению со средним значением рабочего давления в применяемом в МЧС на 48 %.

В свою очередь, от рабочего давления в баллоне огнетушителя зависит текучесть огнетушащего порошка, снижение которой приводит к снижению интенсивности его подачи. При этом для успешного тушения пожара интенсивность подачи огнетушащего порошка должна быть не меньше требуемой [2]. Для сравнительной оценки эффективности работы огнетушителей по параметру текучести порошка за время использования всего огнетушащего заряда, нами получены их средние значения. На основании проведенных исследований (рисунк 3) установлено, что средние значения текучести огнетушащего порошка из огнетушителя, применяемого в МЧС, и из огнетушителя с модернизированной конструкцией составляют 0,33 кг/с и 0,42 кг/с соответственно.

На основании этого можно сделать вывод об улучшении текучести огнетушащего порошка из модернизированного огнетушителя ОП-10 на 27 %, при уменьшении времени работы модернизированного огнетушителя ОП-10 по сравнению с применяемым в МЧС на 2 секунды (на 8%). Это объясняется возможностью более полного заполнения объема баллона огнетушителя порошком, т.к. в нем в отличие от применяемого в МЧС закачного порошкового огнетушителя требуется меньший объем под сжатый газ. Предлагаемая модернизированная конструкция порошкового огнетушителя, работающего от АСВ (рисунк 1), содержит более простое запорно-пусковое устройство. Оно представляет собой рукоятку с быстросъемным соединением без манометра. Манометр для контроля давления в баллоне модернизированного огнетушителя не требуется, так как АСВ оснащен собственным манометром. По его показаниям можно судить о наличии вторичного давления воздуха, подаваемого в баллон огнетушителя с целью вытеснения огнетушащего порошка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Система стандартов пожарной безопасности. Пожарная техника. Огнетушители переносные. Общие технические условия: СТБ 11.13.04-2009. – Введ. 01.09.2009 (с отменой на территории РБ НПБ 1-2005). – М.: НИИ ПБ и ЧС МЧС Беларуси, 2009. – 46 с.
2. Журов М.М., Бобрышева С. Н., Лахвич В.В., Рыжков М.Б. Исследование параметров подачи огнетушащего порошкового состава огнетушителем / Журов М.М., Бобрышева С. Н., Лахвич В.В., Рыжков М.Б. // Вестн. Университета гражд. защиты МЧС Беларуси. – 2020 – Т. 4., № 2. – С. 186–193.

УДК 699.812:666.972.16+691.6

А. А. Каgrimонян

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

КЛАССИФИКАЦИЯ МАТЕРИАЛОВ ПО ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

В статье изучены свойства и пожарная опасность различных материалов, в частности, строительных. Дана оценка наиболее безопасным и пожароустойчивым материалам в сравнении с материалами, отличающимися высокой скоростью сгорания.

Ключевые слова: пожарная безопасность, пожароустойчивость, строительные материалы, горючесть.

A. A. Kagrimonyan

FIRE HAZARD CLASSIFICATION OF MATERIALS

The article studies the properties and fire hazard of various materials, in particular, construction materials. The assessment of the safest and most fire-resistant materials in comparison with materials with a high combustion rate is given.

Key words: fire safety, fire resistance, building materials, flammability.

Многообразие строительных и отделочных материалов для строительства на сегодняшний день дает возможность выбора и уже на этапе проектирования определяет какой будет будущая постройка с точки зрения пожарной безопасности.

Федеральный закон Российской Федерации от 22 августа 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» определяет классификацию материалов по пожаровзрывоопасности и пожарной опасности и делит все материалы (строительные, текстильные и др.) на группы в зависимости от показателей, например, агрегатного состояния, степени горючести, воспламеняемости, способность гореть при взаимодействии с другими веществами, линейной скорости распространения огня, удельной теплоты сгорания и многих других показателей, имеющих значение при оценке пожарной опасности материала [1, 2].

В данной статье рассмотрены, преимущественно, строительные материалы, ввиду необходимости использования качественных, безопасных с точки зрения пожароопасности материалов при постройке здания - этот фактор, определенно, позволяет снизить нагрузку на здание при пожаре, даст время провести эвакуацию людей и материальных ценностей. Повышенные требования к

пожарной безопасности зданий и сооружений включают, в первую очередь, использование безопасных и пожаростойчивых материалов.

Как известно, строительные материалы характеризуются рядом свойств: горючесть, способность воспламеняться, токсичность, скорость распространения пламени по поверхности, способность к дымообразованию [1]. Все вышеперечисленные факторы относятся к опасным факторам пожара и требуют повышенного внимания при исследовании материалов.

С точки зрения пожарной безопасности, оптимальная классификация разделяет стройматериалы на 2 вида:

- горючие;
- негорючие.

В свою очередь, горючие материалы подразделяются на 4 категории:

- слабо горючие (Г1);
- умеренно горючие (Г2);
- нормально горючие (Г3)
- сильно горючие (Г4).

Совокупность характеристик дает возможность назначить определенному материалу класс пожарной опасности: от КМ₀ - для негорючих материалов до КМ₁-КМ₅ - для горючих.

Главным фактором, характеризующим пожарную опасность материалов, считается сырье, из которого они изготовлены. В данной зависимости их можно распределить на 3 большие категории:

- неорганические;
- органические;
- смешанные.

В современном строительстве наиболее безопасными материалами считается камень, кирпич, бетон, железные конструкции, а опасными, традиционно - дерево и полимеры.

Обширное распространение получила продукция на базе полимеров, которая относится к неорганическим материалам и является горючей - несмотря на такое опасное свойство данной группы материалов, их использование в строительстве не только не уменьшается, а даже модернизируется, ввиду невысокой стоимости, относительно группы негорючих стройматериалов. Также, в полимеры вносят специальные растворы, позволяющие подавлять огонь на этапе горения, однако, не зависимо от типа, полимерные стройматериалы невозможно перевести в разряд негорючих, но вполне вероятно уменьшить их пожарную опасность.

Для того чтобы снизить пожарную опасность используются антипирены – всевозможные вещества, способствующие увеличению огнестойкости. Антипирены для полимерных материалов можно разбить на 3 большие группы. В первую входят вещества, которые осуществляют химическое взаимодействие с

полимером. Данные антипирены используются в большей степени для реактопластов, без ухудшения их физикохимических свойств. Вторая группа антипиренов – интумесцентные добавки – под влиянием пламени образует на поверхности материала вспененный ячеистый коксовый слой, который препятствует горению. И третья группа – это вещества, которые механически смешиваются с полимером. Их применяют для понижения горючести, как термопластов, так и реактопластов и эластомеров.

Все органические материалы принадлежат к группе горючих. Их пожарная опасность увеличивается при прибавлении разных полимеров. К примеру, лакокрасочные материалы не только увеличивают горючесть, а также содействуют наиболее стремительному распространению пламени по поверхности, повышают дымообразование и токсичность. В данном случае к угарному газу, который является основным продуктом горения органических материалов, прибавляются и иные ядовитые вещества. С целью понижения пожарной опасности органических стройматериалов их обрабатывают антипиренами. Нанесенные на поверхность, под влиянием высоких температур антипирены могут преобразовываться в пену либо выделять негорючий газ. В этих случаях они затрудняют доступ кислорода, препятствуют возгоранию древесины и распространению огня.

Увеличенные требования к пожарной безопасности зданий с массовым скоплением людей устанавливают необходимость разработать комплекс противопожарных мероприятий. Одним из более принципиальных является предпочтительное использование негорючих и слабо горючих материалов. В частности это имеет отношение к несущим и ограждающим конструкциям зданий, кровли, а также к материалам, которые используются с целью отделки путей эвакуации.

Существует очень много отделочных и облицовочных материалов, среди которых можно отметить полистирольные плитки, ПВХ - и ДСП-панели, обои, пленки, керамическую плитку, стеклопластики. Основная масса продукции этого типа принадлежат к горючей группе. В зданиях с многочисленным скоплением людей, а помимо прочего в зданиях, где эвакуация затруднена из-за большой площади и этажности, отделочные материалы могут образовывать дополнительную угрозу жизни и здоровью людей, вызывая задымление, выделяя токсичные продукты горения и содействуя стремительному распространению огня. Следовательно очень важно подбирать материалы не ниже класса КМ2.

Пожароопасность кровельных материалов указывается в сертификатах в виде группы горючести. Кровли из металла и глины являются наименее опасными. а наибольшую опасность представляют материалы на основе битумов, каучуков, резинобитумных продуктов и термопластичных полимеров. Одними из более пожароопасных считаются кровельные и гидроизоляционные материалы, которые в своем составе содержат битумы. Эти материалы самостоятельно загораются при температуре 230-300°С. Битум имеет высокое дымообразование и большую скорость горения. Почти все кровельные материалы, которые ос-

нованы на битуме относятся к группе Г4. Это оказывает ограниченность на их применение в зданиях, к которым предъявляются строгие требования к пожарной безопасности. Преимущественно благополучными, считаются гидроизоляционные мембраны, которые относятся к группе горючести Г2. Как правило, это материалы на основе поливинилхлорида с добавлением антипиренов.

В заключении, очень важно ещё раз обозначить важность успешных противопожарных мероприятий в ходе проектирования и возведения строений. Одно из основных мест занимают оценка пожарной опасности и грамотный выбор стройматериалов, который основан на действующих нормах и стандартах и учитывающий функциональное назначение и индивидуальные особенности строения. Использование современных материалов дает возможность обеспечить полное соответствие требованиям пожарной безопасности, гарантируя сохранность жизни и здоровья людям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 августа 2008 года №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»
2. *Аксютин, В.П.* Пожарная безопасность / В.П. Аксютин, Н.А. Шелудько. - М.: Трансинфо, 2018. - 224 с.
3. *Варламова, Т.В.* Пожарная безопасность в строительстве [Текст]: Учебное пособие / Т.В. Варламова, Т.И. Болуто. - Саратов: Изд-во Наука, 2013 – 97 с.
4. *Грошев А.Д.* Экспертиза пожарной безопасности зданий и сооружений : учеб. Пособие для вузов / А. Д. Грошев, М. Д. Грошев, К. А. Складчиков, А. А. Грошев ; под ред. к.т.н., доц. С. А. Колодяжного ; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. - Воронеж: Изд-во учеб. литературы и учеб.-метод. пособий ВГАСУ, 2017. -279 с.
5. *Собурь, С.В.* Пожарная безопасность предприятия: Курс пожарно-технического минимума: Учебно-справочное пособие / С.В. Собурь. — М.: ПожКнига, 2017. — 480 с.

УДК 614.84

М. В. Квасов, И. А. Легкова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ СООРУЖЕНИЯ

В статье рассмотрен вопрос о повышении огнестойкости сооружений с помощью нанесения на конструкции специального огнезащитного покрытия. Представлено применение покрытия для металла и для древесины.

Ключевые слова: пожар, степень огнестойкости, здания и сооружения, огнезащитное покрытие, металлоконструкции, древесина.

M. B. Kvasov, I. A. Legkova

WAYS TO INCREASE THE FIRE RESISTANCE LEVEL OF A STRUCTURE

The article discusses the issue of increasing the fire resistance of structures by applying a special fire retardant coating on the structures. The application of the coating for metal and wood is presented.

Key words: fire, degree of fire resistance, buildings and structures, fire retardant coating, metal structures, wood.

Одной из важнейших характеристик пожара любого ранга является его скорость распространения. В зависимости от значения этой величины сотрудники пожарной охраны принимают те или иные решения, направленные либо на локализацию очага возгорания либо на защиту соседних сооружений, конструкций и техники. На скорость распространения пожара влияет великое множество факторов. К таким факторам относятся: скорость и направление ветра, время года, погодные условия, территориальное местонахождение источника возгорания, материал и вид сооружения, в котором развивается пожар, и т.п. И если с погодными условиями человек бороться не в силах, то повлиять на качество воздвигаемого сооружения еще на этапе строительства вполне возможно [1], учитывая огнестойкость строительных конструкций.

В зависимости от материала и степени огнестойкости сооружения, согласно нормативным документам, выделяют пять основных групп [2].

К первой степени относятся самые огнестойкие конструкции с применением железобетона, камня и огнеупорных плит. У таких зданий и сооружений самая высокая стойкость к высокой температуре и воздействию прямого огня. Скорость распространения огня в данных сооружениях минимальна.

Вторая степень отличается от первой менее жесткими требованиями к возведению зданий, они могут строиться с применением стальных конструкций.

К третьей степени огнестойкости относятся сооружения с бетонными, железобетонными, каменными несущими конструкциями, но с деревянными элементами, прошедшими противопожарную обработку. Для огнестойкого покрытия применяют штукатурку, трудногорючие листовые материалы и плиты. Сюда же входят и каркасные здания, при строительстве которых используется профилированный стальной лист, укрытый негорючими материалами. А также одноэтажные деревянные каркасные конструкции, обработанные специальным огнезащитным составом. Панельные ограждения также изготовлены из дерева, предварительно пропитанного химическими составами (эмалирование).

Четвертая степень включает два разных варианта огнестойкости. Во-первых, сооружения с несущими конструкциями и ограждениями из легко воспламеняемых материалов, например, древесины. Защита от высоких температур обеспечивается покрытием из штукатурки или плитки. Во-вторых, одноуровневые здания с незащищенным стальным каркасом.

Конструкции пятой степени имеют самый низкий порог к огнестойкости и скорости распространения огня. Такие сооружения не предполагают постоянного наличия людей, они не предназначены для хранения горючих и взрывоопасных материалов и для использования в них электроприборов. При возникновении пожара распространение огня будет практически мгновенным.

Одним из способов повышения уровня огнестойкости сооружения с низкой степенью огнестойкости, является эмалирование и нанесение на конструкцию специального огнезащитного покрытия, которое снизит воздействие теплового фактора в случае возникновения пожара. Создание такого вида пассивной защиты – действительно очень удобный и эффективный способ. Удобен он, в первую очередь, своей простотой и надежностью. Все что требуется от человека так это емкость специального раствора, кисть и пара часов свободного времени.

Чтобы выбрать нужный раствор для покрытия конструкции необходимо отталкиваться от материала сооружения, которое необходимо защитить от теплового воздействия. В зависимости от вида конструкции выделяют два основных вида огнестойких покрытий: для металла и для древесины. Они отличаются друг от друга не только по целевому направлению, но и по составу тоже. Разберем каждый класс отдельно, начнем с составов для металлов.

Как уже было сказано выше, конструкции, выполненные на металлической основе, являются довольно надежным видом сооружения на случай пожара и относятся ко второй степени огнестойкости. Однако температура в очаге возгорания зачастую достигает нескольких сотен градусов Цельсия, что делает металлическую конструкцию мягкой, а при длительном воздействии металл и вовсе может деформироваться, создав тем самым угрозу обрушения всего сооружения.

Составы, которые наносятся на поверхность (согласно ГОСТ 53295-2009), создают тонкий слой, не затрагивая форму металлических конструкций [3]. Эти составы содержат антипирены и подразделяются на следующие виды.

- Краски. Они могут быть вспучивающиеся и невспучивающиеся. Вспучивающиеся краски при нагревании создают коксовое покрытие, выделяя при этом вещества и газы для самозатухания. Увеличиваются в 10-70 раз. Например, 4 мм покрытия образует 4-сантиметровую защиту. Невспучивающиеся краски поглощают тепло, выделяют ингибиторы, негорючие газы, воду. Они менее эффективны, чем вспучивающиеся.

- Лаки.

- Пасты, обмазки, мастики, штукатурки (тонких слоев), отличаются от краски большей дисперсностью.

- Огнеупорные грунтовки.

Среди прочих классификаций, все составы для металлоконструкций принято делить по времени нагрева поверхности после нанесения на нее того или ионного покрытия.

Для проверки средств и веществ огнезащиты металлических конструкций проводятся ряд экспериментов и сравниваются конечные их результаты. Заготовленный образец обрабатывают и помещают в специальные условия. Его нагревают до температуры 500°C, которую измеряют в трех местах с помощью заранее установленных термодатчиков. Как правило в таких испытаниях образцом служит двутавровая балка из стали высотой 170 см, или стальная пластина шириной 0,5 см и длиной сторон по 60 см. Группа огнезащитной эффективности (всего семь групп) определяется по времени (в минутах), за которое образец нагреется до критической температуры в 500°C. Если время достижения критической температуры меньше 15 минут, то такой образец не учитывается, как огнезащитный.

Однако самым распространенным материалом в мире является дерево. В отличие от металлоконструкций, древесина начинает гореть очень быстро, теряя свою массу и прочность. В связи с этим огнезащитные смеси для деревянных конструкций классифицируют иным способом. Для того чтобы определить эффективность того или иного покрытия обращают внимание на изменение массы бруса после воздействия огня [4]. Анализируя полученные результаты в процентном соотношении, смеси относят к одной из трех групп:

- 1 – потеря массы не более 9%;
- 2 – потеря массы не более 25 %;
- 3 – потеря массы более 25 %.

При всем при этом смеси, относящиеся к 3-ей группе, огнезащитными не являются, поскольку не дают нужного эффекта по сохранению прочности. Древесину в обработке средствами из 1 группы называют трудногораемой, при обработке средствами из 2 группы – трудновоспламеняемой. В процессе обработки конструкции делается акцент на обеспечение впитывания веществ древесиной, а не создания внешнего покрытия как это происходит в случае защиты металлоконструкций [5].

Создание огнеупорных конструкций и по сей день является одним из важнейших направлений в области пожарной безопасности. Даже при условии соблюдения всех правил, не исключается вероятность возникновения случаев, неподвластных человеку, которые могут привести к возникновению пожара. Но при должной защите конструкций, последствия трагедии можно свести к минимуму.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Квасов М.В., Легкова И.А.* Пути повышения огнестойкости дверей / Надежность и долговечность машин и механизмов: материалы XII Всероссийской научно-практической конференции. – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2021. – С.231-236.
2. <https://protivpozhara.ru/zaschita/teorija-stojkosti/gruppy-ognezashhitnoj-effektivnosti>.
3. <https://proffidom.ru/88-ognezashchita-metallokonstrukcij.html>.
4. <https://m-strana.ru/articles/ognezashchitnaya-obrabotka-derevyannykh-konstruktsiy/>
5. https://ru.wikipedia.org/wiki/Огнезащитные_составы#Огнезащитные_составы_для_древеси́ны.

УДК 537.31

П. А. Клейманов, В. В. Коваль, А. Л. Магдалянов

Дальневосточная пожарно-спасательная академия -
филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

НАВЕДЁННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ КАК ПРИЧИНА ПОЖАРА, ВЫЗВАННОЕ АВАРИЙНЫМИ ПРОЦЕССАМИ НА СЛАБОТОЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРОВОДНИКАХ

Электротехническая причина пожара является наиболее распространённой причиной возникновения пожаров в жилых, торговых и социальных помещениях, где применяется электрооборудование [1]. В данной статье рассмотрим возникновение пожара вследствие протекания аварийных процессов на слаботочных электрических проводниках (кабелях телевидения, связи), связанных с появлением разности потенциалов между землёй и проводником, вызванного наведённым напряжением.

Ключевые слова: наводящее напряжение, устройства заземления, электрический ток, причина пожара, токопроводящие линии.

P. A. Kleimanov, V. V. Koval, A. L. Magdalyanov

INDUCED VOLTAGE AS A CAUSE OF A FIRE CAUSED BY EMERGENCY PROCESSES ON WEAK CIRCUITS

The electrical cause of fire is the most common cause of fires in residential, commercial and social premises where electrical equipment is used [1]. In this article, we will consider the occurrence of a fire due to the occurrence of emergency processes on low-current electrical conductors (television, communication cables) associated with the appear-

ance of a potential difference between the ground and the conductor caused by the induced voltage.

Keywords: inducing voltage, grounding devices, electric current, fire cause, current-conducting lines.

Электротехнические причины возникновения пожаров в настоящее время являются одними из наиболее распространёнными. Необходимо обратить внимание на причины пожаров, связанных с электричеством. Принято считать, что пожарную опасность представляет любая электрическая цепь, в которой в течение определенного времени выделяется в виде теплоты мощность более 12-15 Вт.

Возникновение пожаров вследствие загорания горючих материалов, как самих электрических проводников, так и различного электрического оборудования в целом может быть вызвано разными причинами, но в данной статье мы разберем и проанализируем достаточно редкую на сегодняшний день причину возникновения пожара: наведённое напряжение как причина пожара, вызванное аварийными процессами на слаботочных электрических проводниках.

Электрооборудование электроэнергетических систем являются источниками электромагнитных полей, которые распространяются в пространстве и воздействуют на работу высокочувствительных элементов автоматики, линий связи, вычислительной техники, а также людей [2].

Воздействие электромагнитных полей на металлические предметы приводит к возникновению в них по законам электромагнитной индукции так называемых «наведенных зарядов» [3] или «наведенных напряжений».

В чем заключается пожарная опасность этого явления?

Отсутствие или присутствие в токопроводящих линиях потенциала, наведённого переменным током или статическим электричеством, как правило, невозможно предсказать, поскольку на данное явление могут не среагировать штатные приборы защиты электрических сетей. При возникновении аварийных процессов в электрическом оборудовании (короткое замыкание, большие переходные сопротивления, перегрузка) в обычных условиях в электросети срабатывают автоматические устройства защиты и произойдет отключение цепи. В рассматриваемом случае штатные автоматические устройства защиты электрических сетей могут не сработать, токопроводящие линии могут оказаться под наведённым напряжением. А если присутствует электрическое напряжение, то могут возникнуть и аварийные режимы работы в токопроводящих линиях (короткое замыкание, большие переходные сопротивления, перегрузка).

Примером подобного загорания может служить пожар, произошедший в одной из городских больниц Приморского края.

В результате пожара пожаром уничтожена кровля и деревянные стропила, обгорело чердачное помещение, повреждено деревянное потолочное перекрытие второго этажа, местами с обрушением конструкций. Очаг пожара рас-

положен в чердачном помещении, где обнаружены выгоревшие проводники – телефонный и коаксиальный кабеля, с признаками аварийных режимов работы, характерных для короткого замыкания и значительной токовой перегрузки [4].

В ходе исследования пожара специалистами «Судебно-экспертное учреждение федеральной противопожарной службы «Испытательной пожарной лаборатории» по Приморскому краю» версии возникновения пожара такие как поджог, курение, неосторожное обращение с огнем были исключены. Специалистам осталось рассмотреть и проанализировать наиболее вероятную электро-техническую версию возникновения пожара.

Из объяснений мастера кабельного телевидения, проводившего монтаж и обслуживание телевидения на данном объекте, установлено, что участок коаксиального кабеля от одного дома до другого дома был проложен транзитно по чердаку больничного стационара и был обесточен. Почему несколько усилителей телевизионного сигнала данного кабеля, находившихся на чердаке больницы оставались включены в сеть питания здания 220 В, он не знает. В данном случае не исключено, что при отключенном коаксиальном телевизионном кабеле, проходившем по чердаку больничного стационара без должного заземления кабельного телевизионного оборудования, вследствие сопутствующих факторов (наводящее напряжения), могла возникнуть разность потенциалов на слаботочных проводниках телевидения (до 400 В). В результате чего на коаксиальном кабеле и проходящем рядом кабеле связи возникла многократная перегрузка.

Анализируя информацию, сказанную выше, можно сделать вывод, что источником возникновения пожара, а соответственно и ее причиной явилось загорание горючих материалов (изоляция проводников, древесные конструкции) на чердаке больничного стационара от тепловых проявлений пожароопасных аварийных режимов работы электрооборудования (короткое замыкание, перегрузка). Возникновение этих процессов на слаботочных электрических проводниках (кабелях телевидения, связи) связано с появлением разности потенциалов между землей и проводником, вызванной наведённым напряжением.

Нарушение правил устройства заземления электроустановок остаётся очень серьёзным вопросом в сфере безопасности при использовании электрооборудования. Поэтому необходимо уделять большее внимание проблеме нарушения правил эксплуатации электроустановок при проведении проверок по соблюдению требований, норм, правил нормативно - правовых актов и документов в области пожарной безопасности органами государственного пожарного надзора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность: статистические сборники. М.: ВНИИ-ПО, 2010–2017 гг.
2. Анализ экспертных версий возникновения пожара. Часть 1. Чешко И.Д., Плотников В.Г. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2010.
3. *Мегорский Б.В.* Методика установления причин пожаров. – М.: Стройиздат, 1966;
4. *Митричев Л.С., Колмаков А.И., Степанов Б.В., Россинская К.Р., Вртанесьян Э.В., Зернов С.И.* Исследование медных и алюминиевых проводников в зонах короткого замыкания и термического воздействия. Методические рекомендации. – М.: ВНИИ МВД СССР, 1986.

УДК 621.9

***В. А. Комельков, М. А. Колбашов, А. А. Персиков, В. В. Анисимов,
Д. В. Филиппов, Р. А. Васин, А. В. Шанский***

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СНИЖЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

В представленной работе исследовано влияние экологически чистой пожаробезопасной ионизированной воздушно-масляной среды на процессы механической обработки материалов. Установлены основные параметры эффективности процесса механической обработки материалов с применением пожаробезопасных технологических сред.

Ключевые слова: трибология, смазочно-охлаждающая технологическая среда, ионизация, коэффициент трения.

***V. A. Komelkov, M. A. Kolbashov, A. A. Persikov, V. V. Anisimov,
D. V. Filippov, R. A. Vasin, A. V. Shansky***

REDUCING THE FIRE HAZARD OF THE PROCESSES OF MECHANICAL PROCESSING OF MATERIALS

In the presented work, the influence of an environmentally friendly fire-safe ionized air-oil medium on the processes of mechanical processing of materials is investigated. The main parameters of the efficiency of the process of mechanical processing of materials with the use of fireproof technological environments are established.

Keywords: tribology, lubricating and cooling process medium, ionization, coefficient of friction.

Разработка пожаробезопасных смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС) является актуальной задачей. Примером таких СОТС являются ионизированные воздушные или ионизированные аэрозольные технологические среды.

Одним из наиболее распространенным способом является метод подачи смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) в виде аэрозолей, т.е. в виде воздушно-жидкостной смеси. Но стоит отметить, что порой эффективность воздействия таких технологических сред не высока. Дополнительным методом повышения эффективности смазочной способности может быть активация смазочно-охлаждающей среды электрическими разрядами. В последнее время данные способы повышения трибологических характеристик СОТС активно используются в промышленности.

Для проведения экспериментов по исследованию смазочной способности ионизированных СОТС был разработан и трибометрический стенд, представляющий собой маятниковый трибометр, с программным обеспечением, для сбора и вывода информации. Внешний вид трибометра представлен на рис.1.

На данном типе трибометра реализован процесс трения и износа по схеме диск – диск (рис.2).

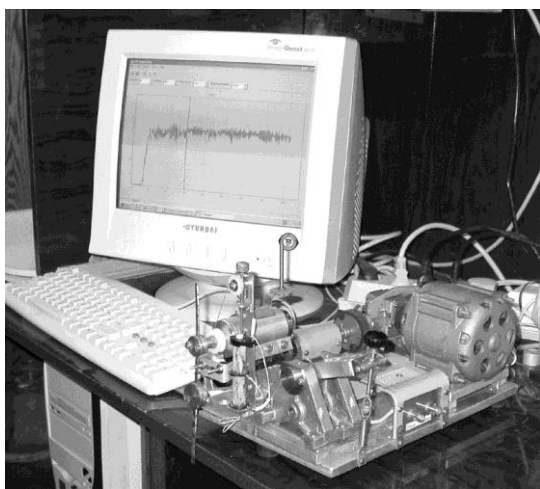


Рис. 1. Внешний вид трибометрического стенда

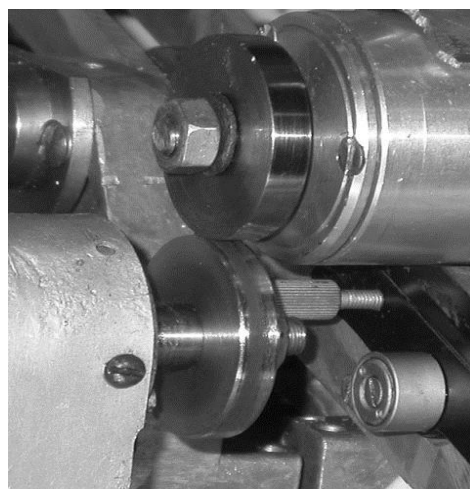


Рис. 2. Пара трения

Режимы работы определяются из настройки прибора и нагрузке в зоне контакта, и зависят от геометрических размеров пары трения, что задает площадь пятна контакта, а также скорость в зоне трения. Пары трения изготавливались из различных материалов.

Для каждой пары трения выбирается масса груза и длина маятника, позволяющего компенсировать момент трения, т.к. более длинный маятник явля-

ется более инертным, что дает усредненный результат момента трения. Поэтому, перед началом эксперимента важно оптимально подобрать необходимые характеристики маятника. Так же, немаловажным является оптимальная настройка и ввод исходных данных программного обеспечения (виртуального графопостроителя), от которого зависит корректность работы стенда. Установить количество точек усреднения и частоту опроса датчика, а также выставить определенные интервалы развертки.

Параметры усреднения и частоты подбираются экспериментальным путем и зависят от производительности электронно-вычислительной машины ЭВМ. В нашем случае количество точек усреднения 200, а значение частоты опроса датчика было 15.

Для проведения экспериментов по исследованию смазочной способности ионизированных воздушных СОТС с включением микродоз масла И-20А, было изготовлено 4 опытных образца из различных материалов: нержавеющая сталь 12Х18Н10Т, алюминиевый сплав АМг2, сталь 45, титановый сплав ВТ1-0, представляющие собой диски с наружным диаметром 30 мм, внутренним диаметром 8 мм, и толщиной 5 мм (Рис.2). Перечень материалов трибологических пар выбирался на основе анализа применяемости материалов в механической обработке. Так как данный вид смазочно-охлаждающей технологической среды наиболее подходит при обработке материалов резанием. В качестве контртела использовался аналогичный диск из стали 45, с идентичными геометрическими параметрами, закаленный до твердости 57 единиц по шкале HRC.

В начале каждого эксперимента пары трения притирались в сухую при малой нагрузке (100Н/мм²) до стабилизации коэффициента трения. По окончании эксперимента измерялась шероховатость и фотографировалась поверхность дисков. Затем образцы обезжиривались, поверхности трения обрабатывались наждачной бумагой и снова притирались до стабилизации коэффициента трения.

Таблица 1. Параметры проведения эксперимента

расход ионизация	0,2 г/час	0,5 г/час	1 г/час
14 кВ	+	+	+
10 кВ	+	+	+
5,5 кВ	+	+	+
3 кВ	+	+	+
-3 кВ	+	+	+
-5 кВ	+	+	+
-9,9 кВ	+	+	+
-9,9 кВ	+	+	+

Эксперименты проводились при подаче в зону трения ионизированного воздуха различного знака и значения потенциала, содержащего в своем составе микродозы индустриального масла И-20А расходом 0,2, 0,5 и 1 г/час. Исследования проводились по алгоритму, указанному в таблице 1. Изменение нагрузки в эксперименте производилось ступенчато. На каждой ступени нагружения, при стабилизации момента трения, на трибограмме прописывался участок равный не менее $3t$ времени стабилизации (за исключением трения с заеданием). По которому и рассчитывалось среднее значение момента трения на соответствующей ступени. На рис. 3 приведена трибограмма, полученная при исследовании смазочных характеристик масла И-20А подаваемого в контактную зону методом частичного погружения исследуемого образца.

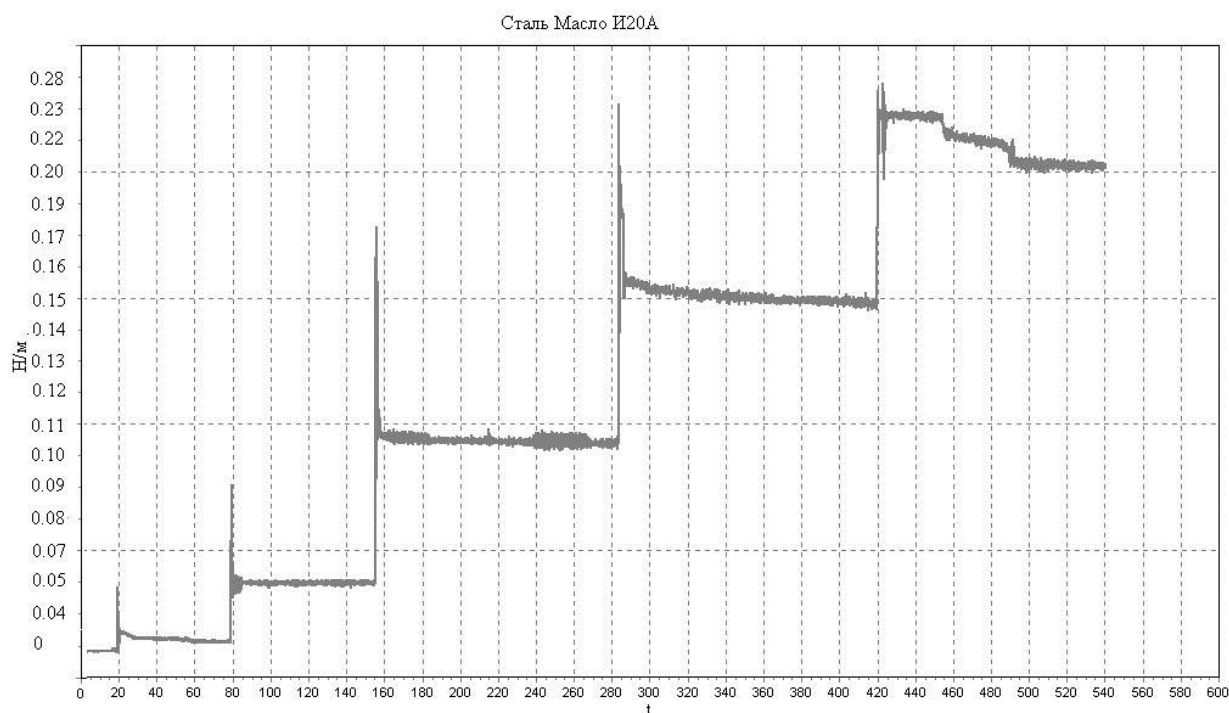


Рис. 3. Трибограмма индустриального масла И-20А;
пара трения: сталь 45 – сталь 45 закаленная

В процессе проведения экспериментов для представленных материалов применялись следующие параметры для маятников:

- нержавеющая сталь 12Х18Н10Т – маятник длиной 100 мм и массой груза 35 г;
- алюминиевый сплав АМг2 – маятник длиной 80 мм и массой груза 35 г;
- сталь 45 – маятник длиной 60 мм и массой груза 35 г;
- титановый сплав ВТ1-0 – маятник длиной 80 мм и массой груза 35 г.

Площадь пятна контакта пары трения определялась экспериментально и составила 2 мм^2 , а скорость в контактной зоне составляла $0,5 \text{ м/с}$.

Давление в контактной зоне рассчитывалось по формуле:

$$P = 0,59 \cdot \sqrt{\frac{F \cdot E}{L \cdot R}}$$

где P - контактное давление, МПа; E - модуль Юнга, ГПа; L – ширина контакта, м; R - радиус диска, м. Ступенчатое нагружение $F = 3,6; 7,2; 10,8; 14,4; 18 \text{ Н}$.

По результатам проведенных экспериментов можно сделать вывод, что наименьший показатель коэффициента трения наблюдается при применении ионизированного воздуха с микродозами масла И-20А на стали 45 (Рис.4).

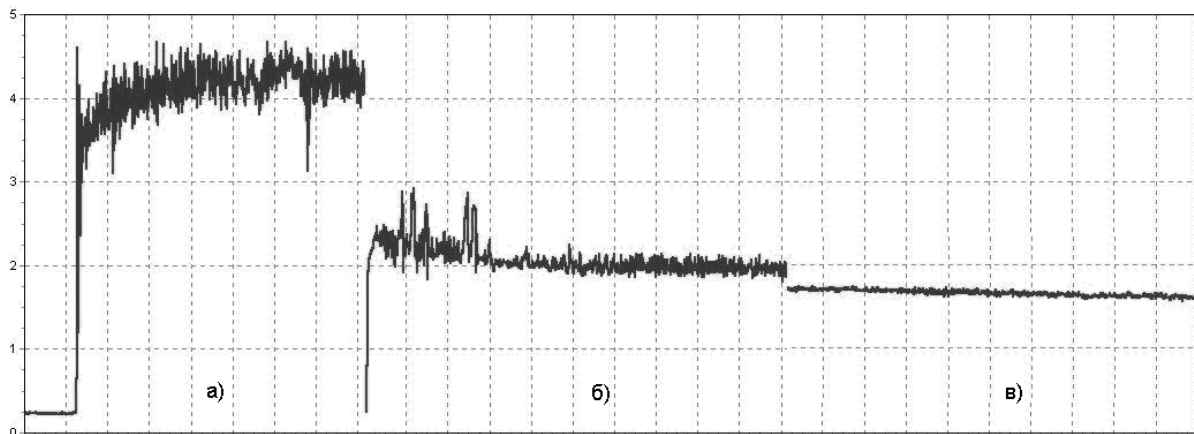


Рис. 4. Трибограмма момента трения по схеме диск-диск при $V = 0,5 \text{ м/с}$

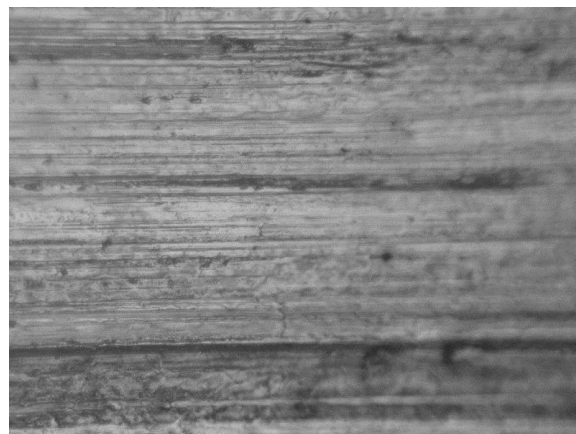
На левой части трибограммы (а) представлен процесс трения «всухую» при нагрузке $2,6 \text{ МПа}$. На средней части трибограммы (б) приведена трибограмма процесса трения при подаче в зону масляного аэрозоля с расходом $0,5 \text{ г/час}$ при нагрузке $3,6 \text{ МПа}$. На правой части трибограммы (в) представлен процесс трения с подачей в зону ионизированного воздуха с включением микродоз масла И-20А с расходом $0,5 \text{ г/час}$ и показателем на коронирующем электроде -9 кВ при нагрузке $3,6 \text{ МПа}$. Из представленных выше, результатов экспериментов можно сделать вывод, что применение ионизированного воздушно-масляного смазочно-охлаждающего технологического средства не только уменьшает момент трения, но и улучшает динамику процессов контактного взаимодействия стабилизируя его. Исследования по определению смазочных характеристик ионизированной воздушно-масляной СОСТ показали, что применение таких сред позволяет снизить момент трения для стали 45 в $0,75 - 1,5$ раз по сравнению с трением в масле. Подобный результат наблюдается и при других показателях на коронирующем электроде, и при применении других материалов. По всей вероятности, это можно объяснить тем, что ионизация, во-

первых, оказывает влияние на химически активные поверхности трения, образуя оксиды, а во-вторых, ионизированный воздух действует на структуру масла И-20А, изменяя ее.

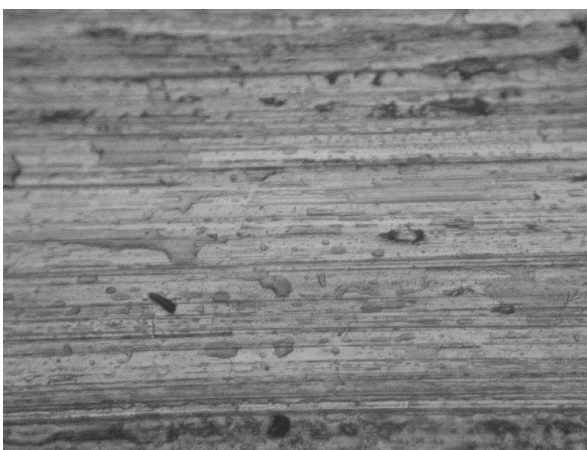
Фотографии поверхностей трения приведены на рис. 5.



а)



б)



в)

Рис. 5. Внешний вид поверхностей трения стали 45: а) – всухую, б) – с маслом И-20А, в) – с ионизированным маслом при расходе масла 0,5 г/час и напряжении на коронирующем электроде -9 кВ, $V = 0,5$ м/с

Использование ионизированной воздушно-масляной СОТС в качестве смазочного материала при трении, позволило не только снизить коэффициенты трения, но значительно уменьшить шероховатость поверхности трения. Таким образом, при подаче ионизированной СОТС с содержанием микродоз индустриального масла И-20А расходом 0,5 г/час и напряжением -9 кВ на коронирующем электроде, шероховатость поверхности трения уменьшается до 2 раз по сравнению с трением в масле И-20А.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

Разработанный трибометрический стенд позволяет проводить комплексный контроль смазочных характеристик различных СОТС. Стенд позволяет проводить эксперименты в широком диапазоне измерений с применением любых материалов пар трения, с разной чувствительностью, а также требует небольшое количество СОТС.

Ионизированная воздушно-масляная смазочно-охлаждающая технологическая среда оказывает положительное действие на процессы трения уменьшая момент трения и шероховатость поверхностей.

Проведенные исследования показали, что наиболее эффективное действие активированная воздушно-масляная среда оказала на сталь 45, снизив коэффициент трения в 0,75 – 1,5 раза и уменьшив шероховатость поверхностей трения до двух раз по сравнению с трением в масле.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Развитие теории радикально-цепного механизма действия СОТС при резании металлов / *А.Г. Наумов, В.Н. Латышев, В.С. Раднюк* [и др.] // *Металлообработка*. 2016. № 4 (94). С. 26-33.
2. Влияние соединений йода, предварительно сформированных в поверхности быстрорежущих инструментов на трибологические характеристики процесса резания металлов / *А.Г. Наумов, В.С. Раднюк, Р.Б. Калугин* [и др.] // XII Всероссийский съезд по фундаментальным проблемам теоретической и прикладной механики. Сборник трудов в 4-х томах. 2019 Т. 4. С. 474-477.
3. *Наумов А.Г.* Улучшение экологии процессов лезвийной обработки металлов // *Станки и инструмент*. 2002. № 7. С. 9-13
4. *Латышев В.Н., Наумов А.Г.* Активация СОТС // В кн. Смазочно-охлаждающие технологические средства. Справочник. Под общей ред. Л.В. Худобина. М.: Машиностроение. 2006. 543 с.
5. *Москвичев А.А., Кварталов А.Р.* Тенденции экологически безвредного «сухого резания» металлов // *Труды Нижегородского государственного технического университета им Р.Е. Алексеева*. №3 (130). 2015. С.1-7.
6. *Васильева, Н. В.* Применение режущих инструментов из синтетических сверхтвердых материалов для повышения экологичности и качества механической обработки // *Актуальные вопросы технических наук: материалы III Междунар. науч. конф.* (г. Пермь, апрель 2015 г.). — Пермь: Зебра, 2015. — С. 91-95.
7. Особенности формирования вторичных структур на трибосопряженных металлических поверхностях с участием ионизированного воздуха / *В.Н. Латышев, А.Г. Наумов, Л.И. Минеев* и [др.] // *Металлообработка*. 2007. № 1. С. 9-12.
8. *Глехусеж М.А., Сороцкая Л.Н., Солоненко Л.А.* Экологически чистые СОЖ для обработки металлов резанием // *Фундаментальные исследования*. 2015. № 7. С. 727-730.

УДК 62.98

М. В. Коробейников, Е. Н. Кадочникова

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИЧИН ПОЖАРОВ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ НЕФТЕГАЗОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ

В статье представлен анализ статистических данных по количеству и причинам возникновения пожаров на объектах нефтеперерабатывающей промышленности, обозначена необходимость формирования системы обеспечения пожарной безопасности. Определены наиболее значимые факторы определяющие уровень безопасности.

Ключевые слова: пожарная безопасность, нефтепродукты, показатели пожарной опасности, производственное оборудование.

M. V. Korobeinikov, E. N. Kadochnikova

ANALYSIS OF MAIN CAUSES OF FIRES AT PROCESS PLANTS OF OIL AND GAS PRODUCTION FACILITIES

The article presents an analysis of statistical data on the number and causes of fires at oil refining facilities, outlines the need to create a fire safety system. The most significant factors determining the level of safety of oil and oil products warehouses have been identified.

Keywords: fire safety, petroleum products, fire hazard indicators, production equipment.

Современные объекты переработки, хранения и транспортировки углеводородов эксплуатируют в условиях действия высоких механических нагрузок, при больших температурных перепадах и в химически агрессивных средах. Проблема повышения надежности и остаточного ресурса объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов, его способности противостоять развитию дефектов и повреждений, актуальна и требует поиска эффективных технических решений [1].

По статистическим данным за последние годы количество аварий, на предприятиях нефтегазовой отрасли не снижается. В таблице представлены данные по распределению пожаров на объектах нефтепереработки за 2018-2020 гг.

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ:
V МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

По данным ФГБУ ВНИИПО МЧС России за последние пять лет произошло 72 случая, за последние три года 39 случаев, таким образом, прослеживается тенденция к увеличению числа пожаров на производственных установках. Поджог, в качестве причины пожара, зарегистрирован лишь однажды в 2019 году. Остальные случаи, как правило, следствие нарушения технологических процессов на производственных объектах по хранению и(или) переработке нефти и нефтепродуктов.

Технологические установки нефтегазовых предприятий характеризуются большим количеством углеводородов – порядка нескольких сотен тонн; температурами, превышающими температуры их кипения (в некоторых случаях свыше 600 °С) и давлением.

Перерабатываемыми продуктами нефтегазовых производств являются воспламеняющиеся горючие жидкости в парообразном, жидком и перегретом состоянии. При аварийной разгерметизации основных технологических аппаратов происходит мгновенный переход жидких углеводородов к парообразному состоянию с образованием взрывоопасного облака, которое при наличии источника воспламенения может привести к взрыву, а при разливе жидкой фазы – к загоранию и пожару [2].

Таблица. Распределение пожаров по причинам на нефтяных резервуарах и нефтехранилищах за 2018-2020 гг.

Причина пожара	2018				2019				2020			
	Кол-во пожаров, ед	Погибшие, чел	Травмированные, чел	Прямой ущерб, тыс руб	Кол-во пожаров, ед	Погибшие, чел	Травмированные, чел	Прямой ущерб, тыс руб	Кол-во пожаров, ед	Погибшие, чел	Травмированные, чел	Прямой ущерб, тыс руб
Поджог	-	-	-	-	1	0	0	-	-	-	-	-
Неисправность производственного оборудования, НТП пр-ва	1	0	0	119	1	2	0	-	2	0	4	-
НПУиЭ электрооборудования	1	0	0	-	-	-	-	-	2	0	0	-
Неосторожное обращение с огнем	-	-	-	-	1	0	0	-	5	0	0	-
Другие причины	7	1	5	237	12	4	9	-	6	0	0	-
Всего	9	1	5	356	15	6	9	-	15	0	4	-

Вызванная механическими и химическими воздействиями агрессивных сред коррозия и эрозия способствуют образованию опасных дефектов в металлических конструкциях (трубопроводах, резервуарах, цистернах), часто находящихся под давлением.

Одной из характерных причин механического повреждения технологического оборудования является эрозия. Под эрозией понимается механический износ материала стенок аппаратов и трубопроводов, вызванный воздействием движущейся среды. Эрозия технологического оборудования происходит при обтекании его внутренних поверхностей потоком твердых, жидких или газообразных частиц. Особенно интенсивно процессы эрозии протекают в местах изменения направления движения потока [3].

К основным видам эрозии, способствующим повреждению технологического оборудования, относятся:

- газовая;
- абразивная;
- кавитационная;
- ультразвуковая;
- электрическая эрозия.

Для снижения вредного воздействия различных видов эрозии на технологическое оборудование, необходимо предусматривать следующие мероприятия и технические решения:

- подбирать устойчивый к данному виду эрозии материал стенок аппаратов и трубопроводов;
- повышать поверхностную твердость и гладкость;
- снижать турбулентность потоков;
- применять в конструкциях аппаратов отражатели и рассекатели;
- удалять примеси;
- не допускать работы в режиме кавитации;
- осуществлять систематический контроль за толщиной стенок аппаратов [4].

Агрессивное воздействие на металлоконструкции оказывает, как перерабатываемые или транспортируемые углеводороды, так и окружающая среда, что приводит к интенсивному коррозионно-эрозионному износу и далее к разгерметизации оборудования. С точки зрения возникновения взрывов и пожаров наиболее опасна разгерметизация объектов переработки, хранения и транспортировки углеводородов, обусловленная образованием и развитием дефектов в металлоконструкциях. Коррозионное и эрозионное разрушение металлоконструкций, труб, резервуаров делает весьма актуальными разработки антикоррозионной защиты.

Наряду с механическими и температурными воздействиями на технологическое оборудование в процессе его эксплуатации могут оказывать свое вли-

яние и химические воздействия, приводящие к износу и разрушению стенок аппаратов и трубопроводов [5].

Сам процесс разрушения материала стенок аппаратов и трубопроводов, происходящий в результате взаимодействия с соприкасающейся с ним средой называется коррозией. Различают коррозию химическую и электрохимическую.

Химическая коррозия – это окислительно-восстановительный химический процесс, протекающий в среде жидких диэлектриков или газов, нагретых до высоких температур (от 200 °С и выше).

Наиболее активно химическая коррозия протекает в газовой среде.

Различают виды газовой коррозии:

- кислородную;
- водородную;
- сероводородную и др.

При кислородной коррозии металл взаимодействует с кислородом воздуха с образованием окислов (окалины). Окалина не обладает механической прочностью и под воздействием турбулентно движущейся среды легко отслаивается от металла и уносится материальными потоками. Интенсивность кислородной коррозии увеличивается с повышением температуры и концентрации кислорода.

Водородная коррозия металлов происходит при высоких давлениях и температурах и связана с проникновением водорода в толщу металлов.

Наиболее часто повреждения технологического оборудования в результате водородной коррозии происходят при проведении процессов:

- гидрогенерации;
- гидроочистки;
- риформинга нефтепродуктов;
- производстве аммиака.

Серная и сероводородная коррозия наблюдаются при переработке неочищенного сырья на установках нефтеперерабатывающей, нефтехимической, химической, газовой и других отраслях промышленности. Коррозионными компонентами в сырье являются сера и сернистые соединения.

Электрохимическая коррозия представляет собой процесс растворения металлов в электролитах в результате действия образующихся гальванических пар. Металлы высокой степени чистоты не подвержены электрохимической коррозии. Если же металл является неоднородным, то отдельные его участки обладают различной химической активностью и способностью к растворению. Контакт металла с электролитом вызывает появление микрогальванических пар, в результате действия которых возникает электрический ток и металл переходит в раствор [5].

На сегодняшний день утечки углеводородов объектов переработки, хранения и транспортировки вследствие разгерметизации причиняют большой экономический и экологический ущерб.

Эффективная антикоррозионная защита обеспечит длительный период эксплуатации оборудования без ремонта.

Изучение основ технологических операций и применяемого оборудования, знание способов определения вероятностных показателей и оценки статистических характеристик событий, умения выполнять расчетные процедуры в требуемой последовательности служат залогом успешного освоения требований, предъявляемых к безопасной эксплуатации потенциально опасного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрюшкин А.Ю., Пугачев С.А., Кадочникова Е.Н. Совершенствование способов повышения безопасности производственного оборудования на предприятиях нефтегазовой отрасли Международная научно-практическая конференция «Комплексная безопасность и физическая защита»: материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции 24-26 октября 2017 г. СПб С. 33 - 36.

2. Самигуллин Г.Х. Методика оценки промышленных рисков на опасных производственных объектах / Г.Х.Самигуллин, М.А. Симонова, Е.Н. Кадочникова. Учебное пособие. — СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2019. — 114 с.

3. Башаричев А.В. Пожарная безопасность объектов и населенных пунктов / А.В. Башаричев, Г.В. Бушнев, Д.В. Савельев, М.Д. Маслаков, Е.Н. Кадочникова. - СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2015. — 180 с.

4. Бушнев Г.В. Обеспечение пожарной безопасности технологических процессов и производств / Г.В.Бушнев, Г.Х.Самигуллин, Е.Н. Кадочникова. - СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2019. — 638 с.

5. Пелех М.Т. Пожарная безопасность типовых технологических процессов / М.Т. Пелех, Г.В. Бушнев Г.В., М.А. Симонова, Е.Н. Кадочникова. - СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2014. — 241 с.

УДК 614.844

Н. В. Кулек, В. В. Чеберяк

Дальневосточная пожарно-спасательная академия - филиал
Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ В КУЛЬТУРНО-ДОСУГОВЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Система пожаротушения используется для предотвращения, тушения, локализации пожаров в закрытых помещениях на ранних стадиях. Автоматические системы

пожаротушения устанавливаются в зданиях и помещениях, где пожароопасность сравнительно высока и имеется угроза людям и материальным ценностям. Автоматическая система пожаротушения включает датчик, способный обнаруживать горение, устройства аварийной сигнализации, оборудование для пожаротушения, пусковые и остановочные устройства и устройства подачи огнетушащего вещества. Инженеры по установке систем противопожарной защите должны разбираться во всех аспектах проектирования, чтобы обеспечить защиту человеческой жизни от опасных факторов пожара, а также уменьшить потенциальные потери от пожара.

Ключевые слова: автоматическая система пожаротушения, культурно-досуговые учреждения, компрессионная пена, огнетушащее вещество Novec 1230.

N. V. Kulek, V. V. Cheberyak

MODERN FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS IN CULTURAL AND LEISURE INSTITUTIONS

The fire extinguishing system is used to prevent, extinguish, and localize fires in closed rooms at an early stage. Automatic fire extinguishing systems are installed in buildings and premises where the fire hazard is relatively high and there is a threat to people and material values. The automatic fire extinguishing system includes a sensor capable of detecting gorenje, alarm devices, fire extinguishing equipment, starting and stopping devices and devices for supplying fire extinguishing agents. Fire protection system installation engineers should understand all aspects of design in order to ensure the protection of human life from fire hazards, as well as to reduce potential losses from fire.

Keywords: automatic fire extinguishing system, cultural and leisure facilities, compression foam, fire extinguishing agent Novec 1230.

Под культурно-досуговыми учреждениями следует понимать учреждения, предназначенные для проведения культурных и зрелищных мероприятий, а также для создания условий жителям населенного пункта где находится учреждение заниматься деятельностью для развития культуры, духовности, творческих способностей.

В большинстве случаев культурно-досуговые учреждения состоят из актового зала, танцевального зала, аппаратной, кабинета зрительного зала и культурмассовые кабинеты. Кроме того, в культурно-досуговых учреждениях могут располагаться открытые балконы. Эвакуация из таких балконов осуществляется по лестницам, что затрудняет саму эвакуацию.

Характерной особенностью пожарной опасности в культурно-досуговых учреждениях то, что все здание, помещения, кровля выполняется из дерева. Открытые внутренние объемно-пространственные формы в здании повышают их пожарную опасность поскольку при возникновении элементов пожара происходит быстрое распространение опасных факторов пожара по всем помещениям за короткое время. Так, согласно статистическим данным во время пожара в культурно-досуговых учреждениях опасные факторы пожара, в среднем за 10

минут, распространяется по всем помещениям, а через 20 минуты целом все здание охватывается огнем.

Существуют такие культурно-досуговых учреждениях, которые имеют только один эвакуационный выход из помещений, а некоторые имеют два и более эвакуационных выходов. Во время проведения культурно-зрелищных мероприятий они закрыты на замки, которые открываются только, являясь с помощью ключей у вахтера.

Во многих случаях пути эвакуации и эвакуационные выходы эксплуатируются с нарушением требований нормативных правовых актов и документов. В частности, известны случаи, когда эвакуационные пути отделяются горючими и материалами, ковровыми покрытиями.

При проектировании эвакуационных путей и выходов в культурно-досуговых учреждениях проблемным является обеспечение необходимой их ширины и протяженности. Также отсутствует общий подход к определению широкого необходимого количества эвакуационных выходов из здания.

Быстрое распространение огня и образования опасных факторов пожара (дым, высокая температура, токсичные продукты горения), прежде всего, связанные с использованием в конструктивных элементах зданий горючих строительных материалов, а также использованием горючих материалов в отделке помещений. Не менее проблемным вопросом является обработка деревянных конструкций культурно-досуговых учреждений средствами огнезащиты.

В большинстве случаев древесина, которая используется как строительный материал не обработана средствами огнезащиты или ее огнезащитная обработка потеряла свои свойства. На сегодняшний день четко определены только помещения культурно-досуговых учреждениях, которые должны быть оборудованы автоматическими установками пожарной сигнализации и пожаротушения, но остается нерешенным вопрос выбора типа автоматической установки пожаротушения, в частности выбора огнетушащего вещества.

Использование водяных, газовых и порошковых автоматических установок пожаротушения проблематично, поскольку культурно-досуговые учреждения является объектом с массовым пребывание людей. Также отсутствуют требования по оборудованию более культурно-досуговых учреждениях системами естественного и принудительного дымоудаления.

Основными составляющими процесса обеспечения пожарной безопасности в культурно-досуговых учреждениях является система предотвращения пожара, также система противопожарной защиты. Следует отметить, что система предотвращения пожара и система противопожарной защиты обеспечиваются чисто техническими средствами.

Рассмотрим наиболее эффективные системы противопожарной защиты.

Одна из самых перспективных систем: компрессионная пена. Это - однородная мелкоструктурная пена, получаемая в установке пожаротушения путём

принудительного вспенивания сжатым воздухом, состоящего из воды и небольшого количества пенообразователя.

Компрессионная технология получения пены в практику пожаротушения культурно-досуговых учреждениях уже внедряется давно. Популярность компрессионной пены объясняется тем, что при сравнительно невысокой стоимости установок для ее получения обеспечивается очевидная эффективность.

Компрессионная пена является универсальным средством пожаротушения и может быть применена для тушения древесно-бумажных материалов, пластмасса, резины, также тушения легковоспламеняемых горючих веществ. Также пена имеет четкую структуризацию, благодаря чему в ней практически отсутствует жидкая структура, в отличие от воздушно-механической пены. Мировые лидеры в области пожаротушения разрабатывают различные виды систем для получения компрессионной пены: автоматические установки пожаротушения, мобильные модули пожаротушения, а также установки на пожарные автомобили для получения компрессионной пеной.

Во время тушения пожара в культурно-досуговых учреждениях через пеногенерирующее устройство, которое из воды, связанные пенообразователя и с применением сжатого воздуха обеспечивает формирование компрессионной пены. Которая по системе трубопроводов поступает в помещение и подается на очаг пожара. Изолируя горючий материал от поступления кислорода компрессионная пена моментально прекращает горение.

Рассмотрим инновационную автоматическую систему пожаротушения с использованием нового вещества Noves 1230 (сухая вода). Эта система устанавливается в учреждениях с массовым пребыванием людей, в помещениях где имеются культурные ценности: музеях, картинных галереях; библиотеках и архивах. Доказано, что тушение пожара Noves 1230 эффективно и безопасно для людей, что подтверждают многочисленные проведенные испытания. Огнетушащее вещество Noves 1230 сертифицировано для применения в процессе тушения пожаров твердых горючих материалов, включая бумажные архивы, легковоспламеняющихся жидкостей и оборудования под напряжением.

При возникновении возгорания в помещениях культурно-досуговых учреждениях запорно-пусковое устройство выпускает огнетушащее вещество Noves 1230 которое перемещается по трубопроводам и через специальные насадки освобождается в помещение. Учитывая высокую эффективность, которую демонстрирует Noves 1230 (пожаротушение очага возгорания класса А занимает всего 10 секунд). Таким образом до приезда пожарной охраны возгорание будет ликвидировано с минимальными потерями.

На основе проведенного анализа тушения пожаров в культурно-досуговых учреждениях автоматической системой пожаротушения с использованием компрессионной пены и огнетушащего вещества Noves 1230, установлено, что именно система пожаротушения с использованием огнетушащего вещества Noves 1230 (сухая вода) является наиболее эффективной в пожаротушения, так как это вещество безопасно для людей и для экологии – распад веще-

ства происходит за 3-5 дней, без повреждения озонового слоя. Но эти системы пожаротушения не всегда доступны из-за достаточно высокой стоимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поручение Президента РФ от 13 ноября 2009 г. № ПР-3021. «О необходимости вывода сигнала о срабатывании автоматической пожарной сигнализации на пульт государственной противопожарной службы «01» с объектов с массовым пребыванием людей
2. СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».
3. *Зыков, В.И.* Пожарный мониторинг: взгляд МЧС России [Электронный источник] / Системы безопасности, № 5, 2013. – 25-29с.
4. *Кашапова, Л. М.* Современные автоматические системы противопожарной защиты / Л. М. Кашапова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 48 (338). — С. 607-610.
5. *Насыров Р. Р.* Повышение противопожарной защиты в культурно-зрелищных учреждениях // Наука, образование и культура. 2020. №10 (54).

УДК 614.841

С. В. Куликов

СПб ГКУ ДПО «УМЦ ГО и ЧС»

ОСОБЕННОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА В СЛУЧАЕ ВОЗГОРАНИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

В статье анализируются преимущества и недостатки электромобилей, случаи их возгорания. На основе анализа делается заключение, что тушение электромобилей имеет свои особенности. Приведены способы тушения в зависимости от сложности пожара в электромобилях

Ключевые слова: электромобиль, тушение пожара, воздействия на окружающую среду, аккумуляторы.

S. V. Kulikov

FEATURES OF FIRE EXTINGUISHING IN CASE OF IGNITION OF ELECTRIC VEHICLES

The article analyzes the advantages and disadvantages of electric vehicles, cases of their ignition. Based on the analysis, it is concluded that the extinguishing of electric vehi-

cles has its own characteristics. Methods of extinguishing depending on the complexity of the fire in electric vehicles are given.

Keywords: electric vehicle, fire extinguishing, environmental impacts, batteries.

В настоящее время в мире насчитывается около 1 миллиарда различных типов и моделей автомобилей. Эти автомобили потребляют миллионы литров топлива в год. Количество вредных веществ, выбрасываемых в окружающую среду от автомобилей за год составляет несколько десятков миллионов тонн. Производство и использование современных экономичных автомобилей не позволяет снизить вредное воздействие на окружающую среду, так как количество автомобилей стремительно растет из года в год.

В целях снижения вредного воздействия на окружающую среду развитые страны мира постепенно отказываются от автомобилей на топливе и запускают производство электромобилей, работающих от аккумуляторов. Только в 2020 году Tesla, китайские BYD, BAIC и другие произвели 3,25 млн электромобилей.

Сегодня в мире используется около 11,4 миллионов электромобилей. Согласно анализу, к 2040 году количество электромобилей в мире может достигнуть 400 миллионов.

В целом плюсы электромобилей заключаются в следующем:

- 1) топливо не горит, а это значит, что не образуются вредные газы и вещества, выбрасываемые в окружающую среду;
- 2) низкий уровень шума в окружающей среде;
- 3) низкие эксплуатационные расходы из-за отсутствия различных движущихся частей;
- 4) высокая надежность за счет отсутствия систем охлаждения и смазки.

К их недостаткам можно отнести:

- 1) электромобили из-за массы аккумуляторов тяжелее, чем автомобили на топливе, например, модель Tesla S весит 2100 кг;
- 2) аккумуляторы нужно заряжать примерно каждые 200 - 300 км езды, что потребует дополнительного времени и электроэнергии;
- 3) литий-ионные аккумуляторы, составляющих основу каждого электромобиля, имеют срок службы 4 - 5 лет, существует проблема их утилизации по истечении срока их эксплуатации;
- 4) ожидается увеличение количества ДТП с участием людей из-за низкого уровня шума от электромобилей;
- 5) из-за высокой стоимости производства электромобилей (в основном из-за аккумуляторов) его отпускная цена будет высокой.

Если обратиться к статистике, в 2019-20 годах во всем мире произошло около 1000 пожаров в электромобилях.

Например, в результате возгорания электромобиля на многоэтажной автостоянке в аэропорту недалеко от норвежского города Стравангер полностью сгорела часть автостоянки. Были эвакуированы тысячи людей. Пожар тушили

60 - 70 пожарных. Из-за повреждения конструкций и токсичных газов и дыма от аккумуляторных батарей электромобилей был затруднен вход в здание, в результате чего пожар потушили за сутки. В результате пожара сгорело около 300 автомобилей и нанесен материальный ущерб на десятки миллионов долларов.

17 февраля 2020 года в результате взрыва Porsche Taycan, первого электромобиля в США, возник пожар. В результате гараж и часть дома были разрушены.

Первый пожар в электромобиле Tesla произошел в октябре 2013 года. Аккумуляторы были повреждены после аварии автомобиля, водителю удалось скрыться из-за предупреждения в системе, но машина полностью сгорела.

17 октября 2017 года в Ландекке, Австрия, владелец электромобиля Tesla Model S на высокой скорости врезался в бетонный барьер. Ему удалось выйти из машины до того, как в электромобиле вспыхнул пожар. 15-метровый пожар, взрыв и густой дым - пожар возник вместе с семью автомобилями, в том числе двумя электромобилями. Поскольку быстро потушить пожар аккумуляторов электромобиля не удалось, спасательные работы вызвали большие трудности. Пожар тушил экипаж из 70 человек. Электромобиль несколько раз загорался даже после тушения пожара.

Исходя из анализа произошедших пожаров и в зависимости от сложности пожара в электромобилях их можно разделить на 3 типа:

1) Незначительные пожары, вызванные коротким замыканием в кабелях электромобилей, в салоне или курением табачных изделий. Такие пожары можно тушить порошком или пеной.

2. Пожары в двигателях электромобилей. Эти пожары более сложные, чем первые, и их тушат пеной.

3. Пожары в аккумуляторах электромобилей, которые намного сложнее, чем предыдущие, представляют большую опасность и трудности для пожарных и населения. Порошковые и пенные огнетушители неэффективны при тушении таких пожаров. В случае возгорания аккумуляторов потребуется большое количество воды. В случае возгорания в аккумуляторе электромобиля наблюдаются следующие процессы: после короткого замыкания аккумулятор начинает нагреваться, при достижении температуры 70 - 90^oC ионопроводящий защитный слой на аноде разлагается, затем вступает в реакцию с литиевым электролитом, установленным на аноде, выделяет метан, этилен и др.

Однако, несмотря на наличие такой взрывоопасной смеси, пожара не будет, потому что в системе еще нет кислорода. Поскольку реакции с электролитом являются экзотермическими, температура и давление внутри батареи продолжают расти. Когда температура достигает 180 - 200^oC, материал катода обычно вступает в реакцию с литием, установленным на кристалле, и выделяет кислород. Здесь происходит самовозгорание, и наблюдается более резкое повышение температуры, и огонь выходит изнутри батареи. Параллельно проис-

ходит термическое разложение электролита (200 - 300°C), которое также выделяет тепло. И, наконец, графит вступает в реакцию с электролитом.

При достижении температуры 660°C коллектор алюминиевого флюса плавится. Тушить пламя литий-ионных аккумуляторов очень сложно, потому что затруднен доступ оборудованию пожаротушения к аккумуляторному блоку.

Поэтому, если обращаться официальному сайту и руководству Tesla, то можно прочесть, что возгорание аккумуляторов длится 24 часа, а за электромобилями следует наблюдать в течение 2-3 часов после устранения возгорания и дыма. Компания также рекомендует пожарным использовать много воды при пожаре.

УДК 373.167

С. В. Куликов

СПб ГКУ ДПО «УМЦ ГО и ЧС»

ОТЯГОЩАЮЩИЕ ФАКТОРЫ ПРИ ПОЖАРАХ В ТОННЕЛЯХ

Данная статья посвящена анализу опасных факторов, возникающих при возникновении пожаров в транспортных тоннелях.

Ключевые слова: тоннель, транспорт, пожар.

S. V. Kulikov

AGGRAVATING FACTORS IN TUNNEL FIRES

This article is devoted to the analysis of dangerous factors that occur when fires occur in transport tunnels.

Keywords: tunnel, transport, fire.

Катастрофические пожары в тоннелях приводят к человеческим жертвам, крупным материальным потерям и относительно длительным периодам перерыва в работе. После таких пожаров органы власти, как правило, сосредотачивают свои усилия почти исключительно на решении вопросов пожарной безопасности. С точки зрения управления рисками такая ситуация не является устойчивой. Противопожарные решения должны быть включены в общую конструкцию транспортного тоннеля.

Горючая нагрузка на конструкции и оборудование тоннеля, как правило, относительно невелика, за исключением транспортных средств и дорожных покрытий, которые сделаны из горючего материала (например, битумного покры-

тия) и будут поддерживать горение. Кроме того, этот горючий материал также вырабатывает при горении смертельные ядовитые пары.

Существует в основном два основных типа источников воспламенения в тоннеле, а именно:

- железнодорожные электроэнергетические системы, системы управления движением и освещением, вентиляционные системы и любые другие источники электроэнергии, входящие в состав тоннельного оборудования;

- источники, связанные с транзитными транспортными средствами (автомобильный тоннель) или подвижным составом (железнодорожные тоннели - включая стандартные грузовые и пассажирские поезда). К ним относятся встроенные автомобильные источники электроэнергии, а также двигатели внутреннего сгорания.

Горючая нагрузка внутри тоннеля состоит главным образом из безрельсовых транспортных средств и железнодорожных составов. Горючая нагрузка автомобиля считается относительно высокой, соответствующей в некоторых случаях до 80% объема пластикового материала транспортного средства (например, пенополиуретан, полиэфирная пена, армированные волокном пластмассы и т. д.). Они могут быть обработаны огнезащитной добавкой, но они все еще горючи и будут способствовать развитию пожара.

Топливо, используемое для двигателей внутреннего сгорания, хранится в пластиковых или металлических резервуарах.

Бензин, дизельное топливо, любые другие опасные жидкости (смазочные материалы, некоторые охлаждающие жидкости) и любые горючие материалы (например, багаж, материальный груз) будут способствовать развитию пожара. Кроме того, автомобиль, работающий на сжиженном газе и оснащенный предохранительным клапаном на резервуаре для сжиженного газа, может вызвать пожар и в некоторых случаях взрыв, если баллон для сжиженного газа перегрет огнем. Однако взрыв, скорее всего, произойдет в автомобилях, не оборудованных системой разгерметизации.

Горючая нагрузка одного только тягача (за исключением прицепа) считается сходной с грузовиком с точки зрения используемых материалов (в основном пластика), но усугубляется объемом топлива для двигателя внутреннего сгорания. При рассмотрении прицепа либо из легкой негорючей металлической конструкции, либо из горючего гибкого пластикового материала (аналогичного брезенту), следует принимать во внимание транспортируемые товары, от негорючих товаров (например, конструкционные металлические элементы), до легковоспламеняющихся веществ (например, древесина, уголь, пластмассы, легковоспламеняющиеся жидкости, взрывоопасные газы).

Горючая нагрузка пассажирского поезда считается умеренной, в основном состоящей из внутренних конструкций, содержащих определенный объем пластмассового материала, который может быть обработан огнезащитными до-

бавками, предназначенными для замедления скорости воспламенения и распространения пламени. Однако эти материалы на основе пластика все еще горючи и будут способствовать распространению пожара.

Горючая нагрузка грузового железнодорожного состава считается легкой для электровоза и умеренной для тепловоза с дизельным двигателем. Вагоны в основном сделаны из негорючих материалов. Однако приведенное выше утверждение следует сопоставить с типом груза, который может состоять из чего угодно – от негорючих, до легковоспламеняющихся грузов.

Огонь в автомобильных и железнодорожных тоннелях распространяется очень быстро. Например, пожару большегрузного транспортного средства требуется всего 10 минут, чтобы превысить 100 МВт и 1200°C.

Пламя, отражаясь от внутренних поверхностей тоннеля, делает его похожим на глиняную печь. Накопление горючих газов в тоннеле может привести к взрыву. Неправильное использование вентиляции в аварийной ситуации может привести к большему распространению пожара, увеличивая эффект конвекции и позволяя огню набирать интенсивность и распространяться внутри тоннеля. Поэтому пожар в тоннеле следует контролировать на ранних стадиях, чтобы ограничить его распространение.

Эвакуация в тоннелях имеет решающее значение. Были разработаны различные системы обнаружения пожара, а некоторые из них были адаптированы для тоннелей.

Системы раннего обнаружения пожаров в сочетании с действиями аварийно-спасательных подразделений не всегда могут обеспечить безопасность жизнедеятельности людей или адекватное снижение материальных потерь.

Исследования и данные о пожарах в автодорожных тоннелях ограничены, и очень ограничены в случае железнодорожных тоннелей. Тестирование темпов роста пожаров недостаточно ориентировано на реальные пожары, в том числе на крупные пожары транспортных средств. Испытания проводятся очень редко и на старых транспортных средствах, изготовленных из менее горючих материалов, чем современные транспортные средства. Тестовая информация о развитии пожара и эффективности стационарной противопожарной защиты часто неправильно эксплуатируется или используется не по назначению.

Существующие в настоящее время стандарты для стационарных систем противопожарной защиты в тоннелях обеспечивают основу для подхода, основанного на учете риска, но не являются критериями проектирования противопожарной защиты.

Учитывая сложные условия доступа и низкую видимость в тоннеле во время пожара, ручное включение стационарных систем противопожарной защиты может быть осложнено. Следовательно, ручные стационарные системы противопожарной защиты считаются менее надежными, чем автоматические.

Частичную защиту, состоящую из водяных завес, предназначенных для ограничения теплового воздействия в автодорожных тоннелях, или защищенные участки внутри железнодорожных тоннелей (где предполагается движение поездов, охваченных огнем) не считаются полностью надежными решениями.

Поэтому рекомендуется принять следующие меры по предотвращению потерь и смягчению их последствий:

- Использование негорючих и нетоксичных строительных материалов для конструкции тоннеля и дорожного покрытия с целью обеспечения безопасности людей и предотвращения серьезных физических повреждений.

- Установка автоматической системы пожаротушения на водной основе в тоннелях, где это необходимо, состоящие из автоматических спринклерных или дренчерных систем. Это позволило бы обеспечить безопасную эвакуацию и облегчить контроль пожара на его ранних стадиях (контрольный режим или проектные задачи режима поверхностного охлаждения). Окончательное тушение будет осуществляться с помощью ручного пожаротушения.

- Обеспечение аварийной вентиляции и системы дымоудаления предназначенных для максимального увеличения скорости удаления газов в зоне пожара, и минимизации количества вводимого наружного воздуха.

- Планирование своевременного реагирования на чрезвычайные ситуации, включая все аспекты координации, управление движением, аварийную вентиляцию, управление системами противодымной защиты и противопожарные мероприятия.

Целью данных рекомендаций является обеспечение эвакуации автомобилистов и облегчение проведения операций по тушению пожара.

УДК 427.512

С. В. Куликов

СПб ГКУ ДПО «УМЦ ГО и ЧС»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИКИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ

В статье рассмотрены преимущества роботизированных пожарных комплексов при их использовании на пожарах

Ключевые слова: пожар, робот, безопасность.

S. V. Kulikov

THE USE OF ROBOTICS IN THE ELIMINATION OF FIRES

The article discusses the advantages of robotic fire complexes when they are used in fires

Keywords: fire, robot, safety.

Каждый из нас при упоминании словосочетания «пожарный робот» представляет себе робота, которого привезут с собой пожарные и направят его в самый эпицентр событий, в самое пекло. Туда, куда ни один пожарный не сможет добраться. Мы представляем себе обшитого броней робота, на массивных гусеницах, которому не страшны ни огонь, ни пламя.

Такие роботы существуют, но есть и другие – роботизированные пожарные комплексы (РПК). РПК состоит из пожарных роботов, которые объединены между собой центральным пультом информационной сети и вовлечены в комплексную систему безопасности.

В настоящее время наиболее распространенными являются стационарные роботизированные комплексы, которые устанавливаются после строительства новых или ремонта старых зданий – они же и являются основной штатной системой пожаротушения. Также стоит отметить, что такую современную технику выгодно размещать в крупных помещениях, площадь которых больше 5-10 тыс.м² и с потолками выше 8 м.

На сегодняшний день можно выделить 3 варианта работы РПК:

- дистанционный;
- автоматический;
- автоматизированный.

Первый вариант может использоваться вместе со вторым и третьим, когда оператор изменяет сценарий работы РПК для того, чтобы повысить эффективность тушения пожара.

Второй вариант рекомендуется применять для обеспечения пожарной защиты в случаях, когда нет дежурного персонала.

Третий вариант отличается от второго тем, что разрешение на поиск очага возгорания, а также открытие дисковых затворов и включение выходов УСО санкционирует непосредственно оператор.

Одной из важнейших особенностей пожарных роботов является способность защищать от 5 до 15 тыс. м² площади. С помощью видеокамер и протоколов фиксируется вся информация. Система самостоятельно осуществляет контроль деятельности, обновляется, сообщает о некоторых сбоях или потребности в коррекции, легко поддается перепрограммированию.

В основу пожарных роботов закладывается четкая система:

- 1) Распознавание возгорания на ранних стадиях. При обнаружении признаков пожара система автоматически переходит в режим «Тревога».
- 2) Фиксирование геолокации и площади возгорания.
- 3) Незамедлительная доставка огнетушащего средства на место возгорания.
- 4) Завершение тушения при отсутствии процессов горения.

В заключение следует перечислить существенные плюсы пожарных роботов:

1) Меньший материальный ущерб как для частных лиц, так и для государства, поскольку отлаженная система пожаротушения способна предупреждать возгорания. Более того, пожарные роботы помогают избежать последствий пожара, таких как наводнение.

2) Меньшие человеческие потери благодаря незамедлительному реагированию на очаг возгорания.

3) Предотвращение необходимости рисковать жизнью работников пожаротушения, полная автоматизация большинства действий, что исключает человеческий фактор.

4) Экономия и сбережение ресурсов. Роботы помогают избежать чрезмерного потребления пожаротушительных ресурсов, таких как огнетушители и вода.

Таким образом, изобретение пожарной робототехники – это величайший прорыв в сфере пожарной безопасности.

УДК 614.251

С. В. Куликов

СПб ГКУ ДПО «УМЦ ГО и ЧС»

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОСНОВНЫХ ПОЖАРНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

В статье проведен анализ основных характеристик автоцистерн пожарных автомобилей.

Ключевые слова: пожарный автомобиль, характеристика, преимущество.

S. V. Kulikov

ANALYSIS OF CHANGES IN THE TECHNICAL CONDITION OF THE MAIN GENERAL PURPOSE FIRE TRUCKS

The article analyzes the main characteristics of fire truck tankers.

Keywords: fire truck, characteristic, advantage.

В настоящее время в подразделения Государственной противопожарной службы поступают современные зарубежные и отечественные автоцистерны. Происходит заметное улучшение качества изготовленной техники.

При разработке технических требований для закупок противопожарной техники возникает вопрос о дальнейшем конструктивном развитии автоцистерн (АЦ) и создании принципиально новых их моделей, а не о воспроизведении давно известных и малопродуктивных инженерно-технических решений.

Для выбора оптимального образца пожарной автоцистерны, необходимо прийти к единому показателю качества, который бы одновременно учитывал большую часть технических параметров.

На первое место выделены технические параметры. Все остальные показатели АЦ – вторичны, и не влияют на успешность ведения оперативных действий и поэтому при определенных условиях могут не учитываться.

Проанализированы параметры отечественных образцов АЦ за значительный период, начиная с первых лет их производства и до настоящего времени. Сведения о технических характеристиках зарубежных аналогов используются при сравнительном анализе полученных результатов, чтобы не усложнять процедуру анализа, поскольку зарубежные аналоги прошли почти такой же путь развития, но с опережением по срокам и качеству.

Из статистических данных о некоторых образцах можно сделать вывод, что перечень параметров, по которым в настоящее время оценивают АЦ, остался традиционным и неизменным.

Рассматривая их, необходимо отметить, что в последнее время производители техники выставляют на обозрение только те параметры, по которым их продукция имеет преимущество, и скрывают недостатки в других. Особенно это касается ресурсов шасси и насоса, расхода топлива. При попытке выяснить действительную информацию по этим вопросам возникают большие трудности.

Между тем известно, что завод-производитель шасси может полностью снять гарантии качества на свою продукцию, если будут нарушены условия ее использования. Это касается пожарных автоцистерн, так как при работе в стационарном режиме существенно меняется тепловой режим двигателя, а всевозможные доработки шасси, вызванные особенностями применяемого технологического оборудования, неизбежно ведут к нарушению перераспределения нагрузок на оси автомобиля и повышенному износу ходовой части и шин.

Указанные и другие подобные обстоятельства затрудняют объективный анализ преимуществ и недостатков АЦ, в результате чего он может оказаться недостаточно полным.

Несмотря на указанные обстоятельства, можно проследить некоторые тенденции в развитии автоцистерн, а именно:

- выросли (от 1,5 до 3 раз) максимальная скорость движения, емкость цистерны, напор и подача пожарного насоса, что можно отметить, как положительный результат в развитии конструкции автоцистерн;

- существенный рост (от 1,5 до 5 раз) энерговооруженности, что можно было бы считать положительным явлением, если бы оно не сопровождалось значительным ростом массы изделий и повышением расхода топлива на километр пробега.

Замеченная тенденция не может быть признана передовым техническим нововведением, поскольку известно, что при работе в основном режиме (стационарном, на месте забора и подачи воды) двигатель автоцистерны большую часть времени нагружен только на 50-70% установленной мощности, а средняя скорость движения автомобиля в пределах города – не более 40 км/ч.

Лучшим решением можно считать противоположное мнение - добиваться наиболее полного использования уже имеющихся энергетических возможностей автоцистерны за счет снижения ее материалоемкости и повышение экономичности. К примеру, если ранее соотношение одной тонны полной массы к одному кубическому метру емкости цистерны составляло около 4-5 т/м³, то в настоящее время, оно достигло почти 8 т/м³, то есть металлоемкость конструкции существенно увеличена (в 1,5 – 2 раза). Прослеживаемая тенденция использования автомобильных шасси повышенной проходимости, для цистерн, эксплуатируемых в крупных городах с хорошими дорожными условиями, нельзя признать оправданным.

Таким образом, фактов подтверждающих экстенсивный путь развития конструкций АЦ больше, чем кажется на первый взгляд: каждое полезное решение - увеличение вместимости, скорости движения, подачи и напора насоса, сопровождается одновременным негативным - увеличением металлоемкости и ухудшением экономичности.

Следует заметить, что в значительной мере исчерпаны возможности повышения качества на основе существующего типажа автомобильных шасси и известного технологического оборудования. Подтвердить этот факт, пользуясь существующими методами прямого сравнения основных параметров, не представляется возможным, так как на первый план выступают отдельные параметры (скорость, емкость и т. д.). Они у каждого нового поколения постепенно становились лучше, и поэтому создается обманчивое впечатление идеальности. При этом остаются на втором плане другие, не менее важные показатели (расход топлива и др.).

Из изложенного можно сделать вывод о необходимости поиска принципиально новых путей в развитии противопожарной техники этого класса. Выполнить эту задачу можно только на основе проведения комплексной оценки регламентируемых технических параметров пожарных АЦ и выяснение доли каждого из них в общем уровне качества изделия. Для этого необходима специальная методика, которой в настоящее время не существует.

УДК 614.849

А. А. Лазарев

Главное управление МЧС России по Ивановской области,
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ОБРАЗОВАНИЯ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье приведена информация о результатах контрольных (надзорных) мероприятий в отношении образовательных учреждений в 2021 году, описана профилактическая работа, влияющая на понижение пожарной опасности рассматриваемых объектов.

Ключевые слова: пожарная опасность, образовательное учреждение, пожарная безопасность, профилактический визит.

A. A. Lazarev

FIRE HAZARD ANALYSIS OF EDUCATIONAL FACILITIES OF THE IVANOVO REGION

The article provides information on the results of control (supervisory) measures in relation to educational institutions in 2021, describes preventive work that affects the reduction of fire danger of the objects under consideration.

Keywords: fire hazard, educational institution, fire safety, preventive visit.

Вопросы оценки пожарной опасности образовательных учреждений рассматривались в различных исследованиях [1-6]. Однако практически отсутствуют исследования вопросов обеспечения пожарной безопасности (далее – ОПБ) данных объектов в условиях проведения контрольных (надзорных) мероприятий (далее – КНМ) по требованиям нового законодательства [7].

На территории Ивановской области функционируют 780 образовательных организаций, из них:

1. Общеобразовательные учреждения (269), в том числе:
 - 234-муниципальные;
 - 3 - организации, осуществляющие обучение детей сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, подведомственные Департаменту социальной защиты населения;
 - 22 - областные учреждения иного подчинения;
 - 9 – частные;
 - 1- общеобразовательная организация федерального подчинения (Интердом);
2. Дошкольные образовательные учреждения (365), в том числе 2 частных детских сада.
3. Организации дополнительного образования в сфере культуры, спорта и образования (109), в том числе:
 - 56 - в сфере образования;
 - 29 - сфере культуры;
 - 12 - в сфере спорта;
 - 12 – частные.
4. Учреждения среднего профессионального образования (37):
 - 24 - подведомственные Департаменту образования;
 - 2- подведомственные Департаменту здравоохранения;
 - 3 - подведомственные Департаменту культуры и туризма;
 - 5 – частные;
 - 3 – федерального подчинения.

Все (737) предъявленные к приемке образовательные учреждения Ивановской области приняты органами власти и местного самоуправления к началу нового учебного года (к приемке не предъявлялось 2 дошкольные организации, 4 общеобразовательные организации по причине закрытия на капитальный ремонт, профессиональные образовательные организации и организации высшего образования к приемке не предъявляются).

В целях недопущения пожаров и трагических последствий от них, недопущения детской гибели по причине детской шалости с огнем в образовательных учреждениях Ивановской области, повышения уровня противопожарной защищенности объектов образования в 2021 году проводилась сезонно – профилактическая операция «Школа».

Все учреждения расположены в пределах нормативного времени прибытия пожарных подразделений. В зоне возможного возникновения чрезвычайных ситуаций нет.

Вопрос обеспечения пожарной безопасности образовательных учреждений Ивановской области 7.09.2021 рассмотрен на заседании КЧС и ОПБ Ивановской области.

В период с июля по сентябрь 2021 года сотрудниками федерального государственного пожарного надзора (далее – ФГПН) проводился комплекс надзорно – профилактических мероприятий на объектах образования.

При организации и проведении данной работы особое внимание уделялось работе систем противопожарной защиты, вопросам состояния наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения, путей эвакуации и эвакуационных выходов, а также подъездов и проездов к зданиям, наличия и исправности первичных средств пожаротушения.

В июле-августе 2021 года проведено 323 КНМ [7], из них:

61 плановая выездная проверка;

5 внеплановых выездных проверок

257 внеплановых инспекционных визитов.

В «День знаний» осуществлялось дежурство личного состава пожарно-спасательных подразделений, территориальных подразделений надзорной деятельности, добровольных пожарных и спасателей в общеобразовательных учреждениях.

Проводились также профилактические мероприятия «Час безопасности» с детьми во всех общеобразовательных учреждениях Ивановской области, в том числе дистанционно.

В «День знаний» в образовательных учреждениях Ивановской области проводился Всероссийский открытый урок по основам безопасности жизнедеятельности.

Главным управлением МЧС России по Ивановской области совместно с УМВД России по Ивановской области и органами местного самоуправления на территории Ивановской области в период с 15 августа по 15 сентября 2021 года проводился «Месячник безопасности детей».

В рамках данного месячника осуществлялись следующие мероприятия:

проведение противопожарных профилактических визитов;

тренировки по оповещению и эвакуации персонала и детей данных учреждений в рамках проведения «Дней пожарной безопасности» с показом пожарной техники и техники спасателей с участием добровольных пожарных с последующим направлением информации в средствах массовой информации (далее – СМИ);

проведение акции «Маршрут пожарной безопасности», а также экскурсий в пожарные части;

отработка порядка взаимодействия руководителей и сотрудников в случае возникновения чрезвычайной ситуации;

проведение противопожарных инструктажей, бесед, конкурсов, викторин на противопожарную тематику;

обучение персонала и детей мерам пожарной безопасности с распространением наглядной агитации;

выступление личного состава ФГПН в СМИ, а также на родительских собраниях;

отработка документов предварительного планирования на случай возникновения пожаров.

Осуществлено 529 выступлений и публикаций в СМИ, из них:

49 на телевидении;

67 на радио;

54 заметки в периодической печати;

358 заметок на интернет - порталах.

Изменение законодательства [7] во многом обуславливает смену подходов к профилактике пожаров в образовательных учреждениях. Дистанционные технологии расширяют возможности воздействия на подготовку персонала и обучаемых лиц в условиях противоэпидемических мероприятий и сокращают затраты времени и ресурсов на дорогу. По-прежнему особое значение имеет работа со СМИ. Здесь должна публиковаться не только информация о пожарах и негативных последствиях, но и те события, в условиях которых не было допущено гибели и травмирования людей благодаря своевременным действиям персонала при срабатывании систем противопожарной защиты. Следовательно, особое внимание необходимо уделять также тренировкам, в рамках которых определять приоритет проведения эвакуации по отношению к выяснению причин срабатывания систем противопожарной защиты в образовательном учреждении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варнакова Е.А., Сердюков И.Л., Неваев А.С. Повышение пожарной безопасности в общеобразовательных учреждениях. Аллея науки. 2019. Т. 1. № 2 (29). С. 772-778.

2. Ерочкина Л.В., Петров С.В. Об организации практического обучения пожарной безопасности в школах. ОБЖ: Основы безопасности жизни. 2020. № 4. С. 11-14.

3. Нелюбов В.Н., Погодаева М.В. Развитие системы дополнительного образования детей в области безопасности жизнедеятельности. European Social Science Journal. 2014. № 9-2 (48). С. 74-78.

4. Петунин А.Л. Минимальный перечень мер по пожарной безопасности в школах. Студенческий форум. 2020. № 34-1 (127). С. 77-78.

5. Саляев Д.К., Фадеев М.О. Общие правила пожарной безопасности в школе. Студенческий. 2020. № 4-2 (90). С. 82-83.

6. Сулейманова А.И. Пожарная безопасность в школе. Студенческий форум. 2021. № 5-1 (141). С. 85-86.

7. Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/74449814/paragraph/1/doclist/16105/showentries/0/highlight/ФЗ-248:3>

УДК 614.849

А. А. Лазарев^{1,2}, М. В. Торопова³

¹Главное управление МЧС России по Ивановской области

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

³ФГБОУ ВО Ивановский политехнический университет

АНАЛИЗ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье приведены сведения о результатах контрольных (надзорных) мероприятий в отношении учреждений здравоохранения в 2021 году, описана профилактическая работа, влияющая на понижение пожарной опасности рассматриваемых объектов.

Ключевые слова: пожарная опасность, учреждение здравоохранения, пожарная безопасность, профилактический визит.

A. A. Lazarev, M. V. Toropova

FIRE HAZARD ANALYSIS OF HEALTHCARE FACILITIES IN THE IVANOVO REGION

The article provides information on the results of control (supervisory) measures in relation to healthcare institutions in 2021, describes preventive work. This work affects the reduction of the fire danger of the objects under consideration.

Keywords: fire hazard, health care institution, fire safety, preventive visit.

Вопросы оценки пожарной опасности учреждений здравоохранения (далее - УЗ) рассматривались в исследованиях Черковой А.В. [4], Одиноких Е.А. [1], Петровой Н.В., Воронцовой А.А., Чешко И.Д. [2], Шиленкова М.Д., Шарифуллиной Л.Р. [5], Щелина Н.В. [6]. Однако практически отсутствуют исследования вопросов обеспечения пожарной безопасности (далее – ОПБ) данных объектов в условиях проведения контрольных (надзорных) мероприятий (далее – КНМ) по требованиям нового законодательства [3].

Вопрос ОПБ объектов здравоохранения постоянно находится на особом контроле надзорных органов МЧС России. При организации и проведении

КНМ, профилактических мероприятий особое внимание уделяется работе систем противопожарной защиты, вопросам состояния наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения, состоянию путей эвакуации и эвакуационных выходов, а также подъездов и проездов к зданиям. Сведения о количестве объектов рассматриваемой категории в Ивановской области представлены в табл. 1.

Таблица 1. Сведения о количестве объектов и УЗ в Ивановской области

Наименование показателя		Всего	Амбулатории, поликлиники, фельдшерские пункты		Стационары больниц, госпитали, клиники, медицинские центры, родильные дома, перинатальные, реабилитационные центры		Центры судебно-медицинской экспертизы, медицинские катастрофы, научно-практические, переливания крови, клинические лаборатории, станции скорой медицинской помощи		Дома ребенка Хосписы Дома сестринского ухода		Санатории, в том числе детские санатории и санатории для детей с родителями		Санаторные оздоровительные лагеря круглогодичного действия		Диспансеры, в том числе психоневрологические, неврологические, онкологические, противотуберкулезные и другие	
			1	33	6	1	1	3	1	6	5					
Количество организаций здравоохранения		57	1	33	6	1	1	3	1	6	5					
Количество объектов надзора (зданий)		467	264	105	15	2	1	3	12	42	23					
в том числе	федеральной собственности	22	0	1	9	0	0	0	12	0	0					
	субъектовой и (или) муниципальной собственности	399	264	104	6	2	0	0	0	0	23					
	негосударственные, частные	46	0	0	0	0	1	3	0	42	0					
Количество объектов надзора (зданий) с круглосуточным пребыванием людей		127	7	65	0	1	1	3	0	42	8					
Количество объектов IV степени огнестойкости		12	12	0	0	0	0	0	0	0	0					
Количество объектов V степени огнестойкости		58	58	0	0	0	0	0	0	0	0					

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ:
V МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

В 2021 году проведено 73 плановых и 18 внеплановых КНМ на объектах УЗ. На основе проведенного анализа ОПБ объектов здравоохранения установлено, что ряд объектов защиты имеют действующие предписания об устранении нарушений обязательных требований пожарной безопасности. Нарушения имеют место на 31 объекте УЗ, в том числе на 15 объектах имеется неисправность автоматической пожарной сигнализации (далее – АПС), 3 – с неисправностью систем оповещения людей о пожаре, 13 – с неудовлетворительным содержанием путей эвакуации. Сведения о КНМ в 2021 году указаны в табл. 2.

Таблица 2. Сведения о проведенных в 2021 году КНМ

Наименование показателя		Амбулатории, поликлиники, фельдшерские пункты	Стационары больниц, госпитали, клиники, медицинские центры, родильные дома, перинатальные, реабилитационные центры	Консультативные лечебные центры		Санаторные оздоровительные лагеря круглогодичного действия	Диспансеры, в том числе психоневрологические, неврологические, онкологические, противотуберкулезные и другие	
				Дома ребенка	Хосписы			
Проведено плановых КНМ в текущем году (выездная проверка)		44	12	4	1	1	6	5
Проведено внеплановых КНМ в 2021 году		6	8	1	0	0	0	3
из них	выездная проверка	3	6	0	0	0	0	3
	инспекционный визит	3	2	1	0	0	0	0
в том числе по основаниям	внеплановых по контролю за исполнением предписаний об устранении выявленных нарушений обязательных требований пожарной безопасности	3	6	0	0	0	0	3
	внеплановых в соответствии с поручениями Президента Российской Федерации либо Правительства Российской Федерации о проведении КНМ в отношении конкретных контролируемых лиц	3	2	1	0	0	0	0

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

Количество проведенных органами прокуратуры проверок с привлечением сотрудников органов ГПН в качестве специалистов:	11	1	0	0	0	0	0
по результатам которых выявлено нарушений обязательных требований пожарной безопасности	301	96	0	0	0	0	7

Сигнал о срабатывании АПС на 244 объектах УЗ выведен в подразделение пожарной охраны. Всего в ходе КНМ на объектах УЗ в 2021 году выявлено 1080 нарушений, из них устранено 843. Выдано 23 предписания. К административной ответственности привлечено 23 юридических и 41 должностное лицо. В суды за невыполнение в установленный срок предписаний направлено 12 административных дел. По данной проблематике информировались органы власти 31 раз, органы прокуратуры – 12 раз. Вопрос ОПБ объектов УЗ рассматривался на 29 заседаниях КЧС и ОПБ различного уровня.

На пожарную опасность УЗ влияет также проводимая профилактическая работа (табл. 3).

Таблица 3. Сведения о проведении в 2021 году профилактической работы

Проведено профилактических мероприятий		958
из них	информирование	467
	объявление предостережения	4
	консультирование	467
	профилактические визиты	20
Проведено выступлений, публикаций в СМИ		1 234
в том числе	в телеэфире (количество сюжетов)	27
	в радиэфире (количество сообщений, выступлений)	49
	в периодической печати (количество статей, заметок)	86
	в Интернете (количество статей, сообщений)	1 072

Сотрудниками МЧС России в целях недопущения пожаров, чрезвычайных ситуаций на объектах УЗ Ивановской области проводятся следующие мероприятия:

- проведение профилактических визитов объектов на предмет ОПБ;
- организация взаимодействия с администрациями объектов и муниципальных образований Ивановской области по отработке действий по эвакуации детей и персонала на случай возможной чрезвычайной ситуации;

проведение противопожарных инструктажей;
проведение рабочих совещаний с администрациями объектов по вопросам повышения уровня противопожарной защищенности объектов;
проведение ежегодного конкурса «Самый пожаробезопасный объект здравоохранения»;
организация информационной работы с населением, в том числе через средства массовой информации.

Перечисленный выше комплекс мероприятий требует значительных временных затрат не только на проведение, но и на надлежащее оформление. Плюрализм подходов позволяет вовлечь в процесс подготовки не только персонал УЗ, но и потенциальных пациентов этих учреждений. Отдельным направлением совершенствования данной работы представляется практическая отработка эвакуации людей, подключенных к специальным аппаратам поддержания жизненных функций. Реализация указанного процесса подлежит обязательному нормированию, поиску технических решений и требует дополнительной подготовки персонала УЗ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Одиноких Е.А.* Оценка пожарной опасности проектируемых лечебных корпусов инфекционных клинических больниц г. Москвы. Проблемы науки. 2019. № 11 (47). С. 110-116.
2. *Петрова Н.В., Воронцова А.А., Чешко И.Д.* Нормативная пожарно-техническая экспертиза и ситуационный анализ пожаров в лечебных учреждениях. Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. 2017. № 2. С. 6-10.
3. Федеральный закон от 31 июля 2020 г. № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internet.garant.ru/#/document/74449814/paragraph/1/doclist/16105/showentries/0/highlight/ФЗ-248:3>
4. *Черкова А.В.* Задачи коррекции системы обеспечения пожарной безопасности городской клинической больницы имени С.П. Боткина. Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. Т. 1. № 9. С. 968-970.
5. *Шиленков М.Д., Шарифуллина Л.Р.* Анализ пожарной опасности медицинских учреждений. Проблемы и перспективы пожарно-технической экспертизы и надзора в области пожарной безопасности. Сборник трудов XXVIII Международной научно-практической конференции. 2018. С. 61-66.
6. *Щелин Н.В.* Особенности пожарной опасности лечебных учреждений. StudNet. 2020. Т. 3. № 6. С. 58-65.

УДК 614.84.63

В. Д. Ламакин, М. С. Кнутов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИННОВАЦИОННАЯ РАЗРАБОТКА В ОБЛАСТИ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ

В данной статье рассматривается новика в области пожарной техники. Обозреваются её тактико-технические характеристики и конструктивные особенности.

Ключевые слова: Пожарный автомобиль, автоцистерна, Урал.

V. D. Lamakin M. S Knutov

INNOVATIVE DEVELOPMENT IN THE FIELD OF FIRE PROTECTION.

This article discusses a novelty in the field of fire equipment. Its tactical and technical characteristics and design features are reviewed

Keywords: Fire truck, tanker truck, Ural.

В настоящее время пожарная техника активно развивается, появляются различные новинки, улучшаются и модифицируются старые модели под нынешние нужды. Необратимый технический прогресс приводит к повышенным требованиям в области пожарных автомобилей. В связи с нынешними требованиями на рынке пожарных автомобилей создана новая автоцистерна АЦ-7,0-50 на шасси Урал Next 4320-6951 [2].

Для понимания конструктивных особенностей данной АЦ, необходимо ознакомиться с базовым устройством АЦ. Основными конструктивными элементами автоцистерны являются:

базовое шасси с кабиной водителя или специальной кабины для размещения водителя и боевого расчета;

отсеков кузова для размещения насосной установки и пожарнотехнического вооружения;

сосудов для хранения огнетушащих веществ;

насосной установки с коммуникациями;

дополнительной трансмиссией привода пожарного насоса

системой дополнительного охлаждения;

лафетного ствола;

электрооборудование;

система дистанционного управления двигателем и сцеплением[1];

Для эффективной работы на автоцистерне она должна иметь характеристики которые должны ей позволять совершать движение по внедорожной, сельской и городской местностях.

Рассмотрим Автоцистерну АЦ-7,0-50 на шасси Урал Next 4320-6951. В настоящее время данная АЦ является непревзойденным лидером по множеству параметров по сравнению со своими аналогами на рынке.

Данные характеристики ей обеспечивает шасси на базе УРАЛ NEXТ (4320-6951) с колесной формулой 6х6 и двигателем ЯМЗ 53623-10. АЦ обеспечивает грузоподъемность 12.5 тонн, двигатель имеет максимальную мощность 275 лошадиных сил и работает на дизельном топливе.



Рисунок. Пожарная автоцистерна АЦ-7,0-50 на шасси Урал Next 4320-6951

Разберем конструктивные особенности пожарной автоцистерны.

Сборный кузов, состоящий из трех основных элементов: цистерна для воды, пенобака для пенообразователя и еще одного отсека, фронтальный отсек для расположения ПТВ, для совместной работы с отсеком для установки насосного оборудования.

Насосный привод.

Кабина боевого расчета находящаяся отдельно от водителя.

Система обогрева работающая в автономном режиме за счет дизельного топлива.

Автономная система обогрева отсека для обогрева насосов при низких температурах.

Основные тактико-технические характеристики:

Шасси Урал-4320-6951-72 (Некст).

Колесная формула – 6х6;

Мощность двигателя 275 л.с.;

Объем цистерны с водой 7000 л.;

Пенобак 420 л.;

Боевой расчет 6 человек;

Система отопления Планар 4ДМ2-24;

Насос JOHNSTADT NP 4000 с производительностью 50 л/с;

Габаритные размеры - 9750х2500х3400 мм, не более;

Максимальная масса – 12500 кг, не более;

7 Отсеков с пожарно-технически вооружением[2];

Из вышеописанных преимуществ данной АЦ можно сделать вывод, что данный пожарный автомобиль наиболее приспособлен для ведения действий в различных местностях и ситуациях. Данная автоцистерна является наилучше, по своим характеристикам, на данный момент, это обусловлено её надежностью, качеством, а так же тем, что это отечественная разработка, что упрощает её ремонт и обслуживание в случае неисправностей и неполадок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 53247-2009 "Техника пожарная. Пожарные автомобили. Классификация, типы и обозначения"
2. <https://prioritetmiass.ru/catalog/ats-7-0-50-4320-6951/>

УДК 614.841.41

А. А. Липин, О. Г. Циркина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

В данной статье рассматривается оценка пожарной опасности целлюлозосодержащих материалов, в том числе текстильных. Отмечено влияние типа используемого волокна на пожарную опасность готовых текстильных материалов и изделий из них.

Ключевые слова: целлюлозные материалы, пожарная опасность, древесина, ткани, текстильный материал.

A. A. Lipin, O. G. Tsirkina

FIRE HAZARDS OF CELLULOSE CONTAINING MATERIALS

This article discusses the assessment of the fire hazard of cellulose-containing materials, including textiles. The influence of the type of fiber used on the fire hazard of finished textile materials and products from them is noted.

Key words: cellulose materials, fire hazard, wood, fabrics, textile material.

Текстильные материалы в основе которых лежат природные или химические органические полимерные волокна, довольно широко используются во

многих отраслях хозяйства, в том числе, строительстве, хотя наряду с множественными достоинствами владеют повышенной пожарной опасностью. Поведение текстильного материала в условиях воздействия источника зажигания обуславливается видом и составом текстильных волокон.

Текстильное волокно представляет собой протяжённое тело, эластичное и прочное, с маленькими поперечными размерами, ограниченной длины, пригодное для изготовления пряжи и текстильных изделий [1].

Все текстильные волокна разделяются на натуральные и химические [2]. Оценка пожарной опасности текстильных материалов осуществляется по ряду критериев, среди которых:

- 1) горючесть;
- 2) воспламеняемость;
- 3) способность распространения пламени по поверхности;
- 4) токсичность продуктов горения;
- 5) дымообразующая способность [3].

К указанным показателям могут быть добавлены такие характеристики, как продолжительность остаточного горения, термостойкость и огнестойкость. Помимо этого, пожарную опасность веществ и материалов характеризуют различные температуры: температура воспламенения, температура самовоспламенения, температура тления.

Качественная оценка пожарной опасности веществ и материалов позволяет правильно выработать действия по тушению пожаров на различных объектах защиты, применить наиболее эффективное огнетушащее вещество и сократить время локализации и ликвидации источника возгорания.

Целлюлозосодержащими называются растительные материалы, основой которых является целлюлоза. Целлюлоза - это высокомолекулярный полисахарид, состоящий из остатков молекул глюкопиранозы.

Рассмотрим поведение при нагревании древесины как одного из наиболее распространенного горючего материала, содержащего целлюлозу. Горение древесины существенным образом отличается от горения жидкостей и газов, и может протекать сразу в нескольких режимах - гомогенном и гетерогенном. Поэтому при горении древесины можно выделить две фазы: 1) гомогенное (т.е. пламенное) горение газообразных продуктов разложения и 2) гетерогенное горение образовавшегося твердого углеродистого остатка.

Стадия пламенного горения занимает более короткий промежуток времени, но при этом выделяется около 55—60% всей энергии. Скорость гетерогенного горения определяется скоростью поступления воздуха к поверхности.

Большинство тканей и изделий из них горят в воздухе, но их способность к возгоранию и скорость горения отличается и определяется тремя основными характеристиками: химическим строением волокнообразующих полимеров, физической структурой текстильного волокна и материала в целом и условиями окружающей среды [4]. Характеристики пожарной опасности некоторых натуральных волокон представлены в таблице 1 [5,6].

Таблица 1. Пожарная опасность натуральных текстильных волокон

Волокно	Характеристики				
	Горючесть	$T_{\text{воспл}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{самовоспл}}, ^\circ\text{C}$	Средства тушения	
Хлопок	Горючее вещество	210	407	Распыленная вода со смачивателем, воздушно-механическая пена	
	Поведение при горении				
	при приближении к пламени – сразу горит	в пламени – горит без копоти и плавления	без пламени – быстро сгорает, остаточное свечение	запах жженной бумаги	зола мягкого серого цвета
	Горючесть	$T_{\text{воспл}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{самовоспл}}, ^\circ\text{C}$	Средства тушения	
Лён	Горючее вещество	-	430	Распыленная вода со смачивателем, воздушно-механическая пена	
	Поведение при горении				
	при приближении к пламени – сразу горит	в пламени – горит без копоти и плавления	без пламени – быстро сгорает, остаточное свечение	запах жженной бумаги	зола мягкого серого цвета
	Горючесть	$T_{\text{воспл}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{самовоспл}}, ^\circ\text{C}$	Средства тушения	

Таким образом, важной особенностью практически всех известных текстильных материалов является то, что они горючи и распространяют пламя по поверхности. Большая часть из них воспламеняются даже при воздействии малокалорийных источников зажигания, таких как непотушенные сигареты и горящие спички. Вследствие этого часто пожары в помещениях начинаются с воспламенения изделий из текстиля. Поэтому вопросам оценки пожарной опасности текстильных материалов уделяется достаточно много внимания как у нас в стране, так и за рубежом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кукин Г.Н., Соловьев А.Н., Кобляков А.И. Текстильное материаловедение (волокна и нити): учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Легпромбытиздат, 1989. – 352 с.
2. Давыдов А.Ф., Шустов Ю.С., Курденкова А.В., Белкина С.Б. Техническая экспертиза продукции текстильной и легкой промышленности: учебное пособие. – М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 384 с.
3. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 27.12.2018).

4. *Болодьян Г.И.* Комплексный подход к созданию пожаробезопасных текстильных материалов и изделий: Дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03. – Москва, 2003. – 177 с. РГБ ОД, 61:04-5/2502.

5. *Демидов В.В.* Управление борьбой с пожарами на судне. – Одесса: ЦПАП, 1997. – 122 с.

6. ГОСТ Р 56561-2015/ISO/TR 11827:2012 «Материалы текстильные. Определение состава. Идентификация волокон» (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 августа 2015 г. №1242-ст).

7. Терминологический словарь одежды: ок. 2000 слов / Л.В. Орленко. – М.: Легпромбытиздат, 1996. – 344 с.

УДК 614.846.6

А. Ю. Логозин, И. В. Нестеров, А. Б. Курицын, Е. В. Павлов, В. Д. Волков
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫЙ АВТОМОБИЛЬ С РОБОТИЗИРОВАННЫМИ МОБИЛЬНЫМИ УСТАНОВКАМИ ДЛЯ ТУШЕНИЯ НЕФТЕНАЛИВНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

В статье рассматриваются вопросы эффективности эксплуатации пожарных автомобилей (далее ПА). Их применение при тушении пожаров на нефтехранилищах и нефтеперерабатывающих предприятиях. Приводится анализ способов тушения нефтеналивных резервуаров, тактических методов и организации работы пожарных при локализации и ликвидации пожаров. На основе статистических данных, а также ранее проведенных в институте аналогичных НИР, проанализированы причины возникновения пожаров. Предложено создание нового пожарно-спасательного автомобиля с роботизированными мобильными установками для тушения нефтеналивных резервуаров [1].

Ключевые слова: пожарный автомобиль, роботизированные мобильные установки, нефтеналивной резервуар, модульная установка, технология применения.

A. Yu. Logozin, I. V. Nesterov, A. B. Kuritsyn, E. V. Pavlov, V. D. Volkov

FIRE-RESCUE VEHICLE WITH ROBOTIC MOBILE INSTALLATIONS FOR EXTINGUISHING OIL TANKS

The article deals with the issues of the efficiency of the operation of fire trucks (hereinafter referred to as PA). Their use in extinguishing fires at oil storage facilities and oil refineries. The analysis of methods of extinguishing oil tanks, tactical methods and organization of the work of firefighters in the localization and elimination of fires is given. On the

basis of statistical data, as well as similar research conducted at the Institute, the causes of fires are analyzed. It is proposed to create a new fire-rescue vehicle with robotic mobile installations for extinguishing oil tanks [1].

Keywords: fire truck, robotic mobile installations, oil tank, modular installation, application technology.

Результаты опросов пожарно-спасательных подразделений свидетельствуют, что в территориальных органах МЧС России не в полной мере реализуется замещение морально и физически устаревшей (т.е. выработавших свой ресурс) техники современными образцами [2,3]. В статье предлагается рассмотреть вопросы создания пожарно-спасательного автомобиля с роботизированными мобильными установками для тушения нефтеналивных резервуаров (далее - ПСА РМУТНР).

Практика показывает, что для тушения нефтеналивных резервуаров, особенно с перекошенной крышей, необходимо в боковой стенке провести вырезание окна выше 200 мм. уровня горения нефтепродукта для подачи огнетушащих веществ [3,4]. В этой связи представляется актуальной разработка робототехнических средства, позволяющих заменить человека машиной при вырезании отверстий в стенке горящего резервуара и подачи огнетушащего вещества без непосредственного участия человека (обеспечение безопасности пожарных при тушении такого пожара).

В 1989 г. институтом совместно с Академией наук СССР проводилась работа по созданию роботизированной установки вертикального перемещения на присосках (вакуумных захватах) и вырезания с помощью газовых горелок отверстий в стенке нефтеналивного резервуара для подачи пены (Рис. 1). Управление перемещением и вырезанием горелками окна осуществлялось дистанционно с безопасного расстояния, но для доставки и присоединения работа на присосках для вырезания отверстий в стенке резервуара все-таки требовались усилия пожарных, подвергающих себя опасности [4, 5].

В конце восьмидесятых годов институтом был разработан пожарно-спасательный автомобиль по спасению пассажиров из горящего самолета для вырезания прохода с помощью корундовых дисков (Рис. 2), который был передан в Чеченскую республику для тушения нефтеналивных резервуаров.

По статистике за последние 35 лет произошло порядка 350 пожаров и аварийных ситуаций в парках топливных резервуаров. Из них 65 нефтеналивных резервуаров были полностью или частично разрушены. 35 пожаров нефтеналивных резервуаров относятся к крупным или катастрофическим. 18 – к I и II категориям.

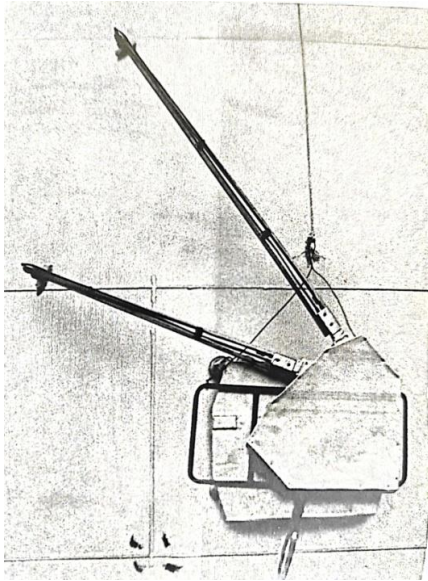


Рис. 1. Робот на присосках для вырезания отверстий в нефтеналивном резервуаре с помощью газовых горелок



Рис. 2. Установка для вырезания окна в фюзеляже самолета при помощи корундовых дисков с электроприводом

Во время пожара в нефтеналивном резервуаре могут образовываться труднодоступные участки, так называемые карманы, различной формы и площади, что существенно осложняет тушение пожара. В ходе тушения пожара при помощи пеноподъемника происходит слив пенообразователя на землю по стенкам резервуара, а в некоторых оставшихся воздушных карманах может происходить горение топлива (Рис.3).



Рис. 3. Тушение нефтеналивного резервуара с перекошенной крышей

Институтом, начиная с середины 80-х годов, были начаты разработки новой техники, которая способна подавать огнетушащие вещества мощными распыленными и компактными струями в импульсном режиме и с больших расстояний от очагов горения, осуществлять массированное тушение на больших площадях, обеспечивая при этом защиту боевых расчетов пожарных от опасных факторов пожаров. Однако, по различным причинам (в основном из-за отсутствия бюджетного финансирования), в начале 90-х годов дальнейшие ис-

следования и эксперименты были приостановлены, а попытки внедрения установок пожаротушения нового поколения не нашли поддержки со стороны соответствующих государственных структур.

В статье рассмотрено создание нового вида (типа) пожарно-спасательного автомобиля с роботизированными мобильными установками для тушения нефтеналивных резервуаров, а также способы и методы их применения на пожаре (Рис.4).

Ниже приведена его принципиальная схема комплектации оборудованием пожарно-спасательного автомобиля необходимого для работы по тушению нефтеналивного резервуара (Рис. 5).

Пожарный аварийно-спасательный автомобиль предназначен для доставки к месту пожара: боевого расчета из трех человек; специальных роботизированных мобильных установок для вырезания отверстия в стенке резервуара и подачи пены при помощи лафетного ствола типа ЛСД – С100У; пожарно-технического оборудования и инструмента, а также средств: связи; освещения и защиты личного состава; емкости для воды объемом 1600 л.; пожарного насоса НЦПК-40/100-4/400 [6]. Пожарно-спасательный автомобиль с роботизированными мобильными установками для тушения нефтеналивных резервуаров предлагается создать на базе КамАЗ с колесной формулой 6х6.

Пожарная надстройка должна состоять из модулей (блоков) (Рис. 6-7), которые при необходимости будут извлекаться краном-манипулятором, и устанавливаться на транспортной платформе роботизированной установки. Их крепление на ПСА РМУТНР должно осуществляться с помощью специальных зажимов, исключающих возможность открывания во время работы на пожаре. [7].



Рис. 4. Пожарно-спасательный автомобиль с роботизированными мобильными установками для тушения нефтеналивных резервуаров (ПСА РМУТНР)



Рис. 5. Принципиальная схема комплектации оборудованием пожарно-спасательного автомобиля



Рис. 6. Самоходная модульная установка под управлением оператора

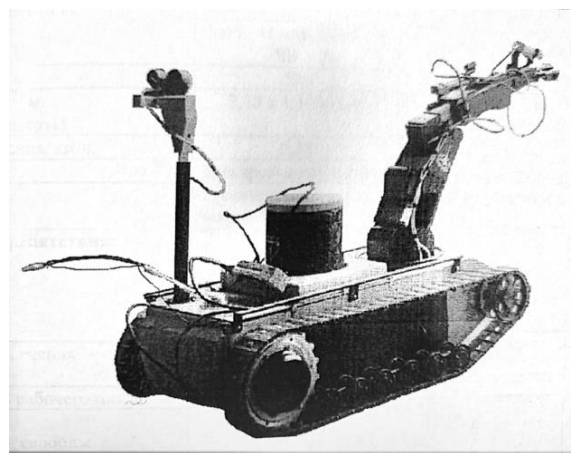


Рис. 7. Роботизированная модульная установка дистанционного управления

Пожарная надстройка ПСА РМУТНР предназначена для размещения: стационарной электросиловой установки – 20 кВт.; кабельной катушки с устройством для прокладки и сбора кабеля до 30 м.; рукавной катушки с устройством для прокладки и их сбора; емкости для воды не менее - 1600 л.; пожарного насоса НЦПК-40/100-4/400; насоса гидропривода с масляным баком гидросистемы; трансмиссии для привода электросиловой, установки пожарного насоса и маслонасоса; выдвигной телескопической мачты до 4-х м. для освещения места пожара; защитно-отключающего устройства;

модулей: шасси самоходной установки, устройства (установки) для вырезания отверстий в стенке резервуара (размер вырезанного окна должен быть не менее 1200 x 1200 мм.); телескопической мачты на высоту до 18 м для крепления модуля вырезания окна в нефтеналивном резервуаре и подачи пены (типа трех коленной пожарной лестницы) (Рис.8);



Рис. 8. Модуль телескопической мачты для вырезания отверстия и подачи пены

устройства (системы) подачи пены пожарного лафетного ЛСД – С100У; крана-манипулятора с телескопическим вылетом стрелы (1,2 т. для первой стрелы – 2,7м., 0,8 т. второй стрелы - 4,8 м., 0,5 т. для выдвинутой телескопической стрелы - 6 м.). Кран-манипулятор должен быть оборудован ограничителем грузоподъемности с превышением не более чем на 10% от номинальной грузоподъемности и иметь опору (аутригеры).

Рама шасси самоходной модульной установки должна обеспечивать надежность и прочность изделия при ее определенном сроке использования, габаритные размеры которой должны составлять не более по: длине 1600 мм., ширине 1200 мм., высоте 1000 мм. Сборка самоходной модульной установки, а именно шасси с двигателем и остальным навесным оборудованием должно осуществляться не более 10-15 минут с использованием крана-манипулятора и крепиться при помощи специальных зажимов, исключающих возможность их открытия во время работы. Вес шасси не должен превышать 120-130 кг. Оно должно состоять из: рамы, двух гусениц, опорных тележек, реверсивно-

дифференциальной коробки с муфтами сцепления на каждую гусеницу и тормозами, ведущих и натяжных звездочек для натяжения гусениц. Кинематическая схема привода гусениц должна обеспечивать движение попарно как прямо, так и обратно, а также производить перемещение независимо друг от друга в противоположных направлениях. Давать возможность осуществлять повороты на месте как в левую, так и в правую стороны. При движении, шасси должно иметь возможность не останавливаясь, поворачивать на малые углы при помощи отдельных муфт на каждую гусеницу. Вместо механического привода шасси возможно применение электродвигателей (Рис. 6-7). [8]. Клиренс шасси самоходной установки должен быть не менее 200 мм.

Самоходная модульная установка может выполняться как на гусеничном, так колесном шасси, привод которой может осуществляться, как от двигателя внутреннего сгорания, так и от электродвигателя. Ее управление должно осуществляться, как самим оператором, дистанционно по кабелю или по радиоканалу.

Модуль двигателя внутреннего сгорания применяемого для перемещения самоходной модульной установки должен быть не менее 20 л.с. или 11,8 кВт., дизельный четырехтактный с воздушным охлаждением, запуск которого должен осуществляться от стартера и включать в себя рамку для водяного охлаждения во время проведения выреза отверстия в стенке нефтеналивного резервуара.

Модуль телескопической мачты на высоту до 18 м (типа трех коленной пожарной лестницы) в транспортном положении должен находиться на крыше пожарной надстройки (модульных блоков). При комплектации самоходной модульной установки при помощи крана-манипулятора она снимается с ПСА и устанавливается вместе с аутригерами на модуль самоходного шасси.

Аналогично на телескопическую мачту устанавливается модуль для вырезания отверстия в стенке нефтеналивного резервуара. Вместе с ним крепятся кабельная и рукавная катушки с приводом от двигателя самоходной модульной установки. С помощью дистанционного пульта управления она направляется через обвалование к нефтеналивному резервуару для вырезания в нем окна.

В статье приведена принципиальная схема системы управления и необходимой комплектации самоходной модульной установки при работе на пожаре при тушении нефтеналивных резервуаров приведена на рис. 9.

Проведенный анализ пожаров на нефтеналивных резервуарах, имевших место на территории нашей страны, наглядно показывает возрастание количества крупных аварий, приводящих к значительным жертвам и экологическим катастрофам. Опыт ликвидации подобных аварий позволяет сделать вывод о малой эффективности традиционной пожарной техники при их крупномасштабных чрезвычайных ситуациях. В статье приведен новый вид (типаж) техники способной заменить человека в экстремально опасных для него условиях.

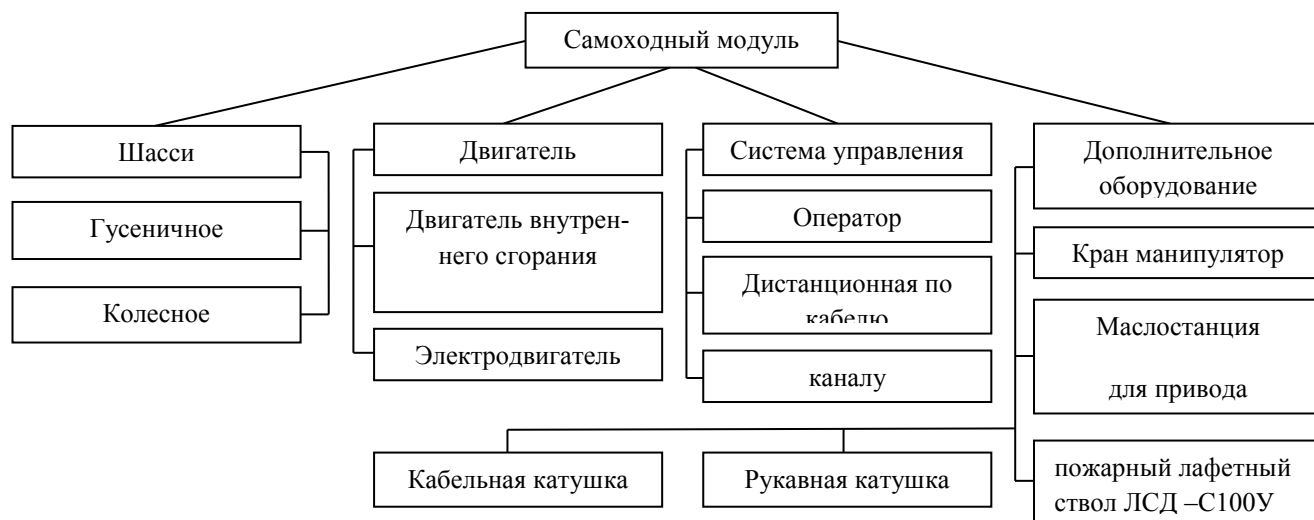


Рис. 9. Принципиальная схема модулей состава роботизированной самоходной модульной установки

На сегодняшний день на практике используются следующие технологии тушения пожаров в резервуарах: подача воздушно-механической пены сверху на очаг горения с использованием стационарных пеногенераторов, установленных на резервуаре, применение передвижных пеноподъемников с подачей пленкообразующего пенообразователя через слой горючего на поверхность горячей жидкости, а также устройств пожарной автоматики, расположенной внутри самой емкости нефтехранилища.

При опросе работников пожарной охраны способ тушения с использованием пожарной автоматики на практике показал низкую эффективность. При проведении профилактических работ нефтеналивных резервуаров выявлено, что при длительном времени нахождения оборудования пожарной автоматики в прямом контакте с нефтепродуктами, из-за окисления поверхностей происходит их засахаривание, из-за чего не срабатывают системы аварийного тушения.

Второй способ менее затрачен по времени, но экспериментально подтверждена его эффективность на резервуарах с объемом горючего только до 5000 м³. Пожар в резервуарах объемом 20000 м³, произошедший на ЛПДС «Конда» 22 августа 2009 года в Ханты - Мансийском национальном округе, не был потушен подслоинным способом при проведении пяти пенных атак. Пожар тушили трое суток. В горящем резервуаре произошел взрыв, в результате загорелись вначале два соседних, а потом и третий резервуары. В ликвидации сложнейшего пожара были задействованы 195 человек и 73 единицы техники. Трое пожарных погибли, еще двое получили травмы.

Авторами статьи предлагается следующая технология тушения нефтеналивного резервуара. Вначале на роботизированную установку устанавливается модуль для вырезания в его стенке окна для подачи через него огнетушащего вещества. Это возможно проводить с помощью лазерной установки, водой с мелкой абразивной крошкой, газовых горелок или корундовых дисков. Вместе с модулем по вырезанию окна на роботизированный модуль крепятся кабельная и рукавная катушки с приводом от двигателя роботизированной установки, модуль с аутригерами, исключающий опрокидывание при работе, трех коленная пожарная лестница с устройством подъема и выдвижения. После выполнения операции по вырезанию отверстия роботизированная установка возвращается к ПСА РМУТНР. Пожарный лафетный ствол типа ЛСД – С100У с телескопической мачтой устанавливается на роботизированную платформу для подачи пены низкой кратности в вырезанное окно резервуара.

Включение привода пожарного насоса НЦПК-40/100-4/400, электросиловой установки, маслососной станции на шасси ПСА РМУТНР должно производиться дистанционно с выносного пульта управления или стационарного, расположенного в модуле пожарного насоса или крана манипулятора.

Вывод

Создание пожарно-спасательного автомобиля с роботизированными мобильными установками для тушения нефтеналивных резервуаров позволит полностью изменить тактику тушения нефтеналивных резервуаров, сократить время работы по тушению, а также исключить гибель личного состава на пожаре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043 /2017).
2. Надёжность в технике. Система сбора и обработки информации. Методы оценки показателей надёжности в случае многократно-усечённых выборок. Методические рекомендации. – М., ВНИИН Маш Госстандарта, 1980 г., 102 с.
3. Отчет ФГБУ ВНИИПО МЧС России «Исследования в области эффективности эксплуатации пожарно-спасательной и аварийно-спасательной техники МЧС России, плавсредств, робототехнических средств (комплексов) специального назначения, средств индивидуальной защиты, аварийно-спасательного инструмента, пожарнотехнического вооружения и пожарных рукавов» 2017 г., 640 с.
4. Отчет ВНИИПО МВД СССР по теме С 3.3. Н001.87. «Провести поисковые исследования по созданию стационарных и мобильных пожарных роботов» Раздел 3. «Разработать исходные требования на разработку пожарного робота для вырезания отверстий в стенках горящих резервуаров» / М. 1989 г., 166 с.
5. Робототехнический комплекс для вертикального перемещения /Абаринов А.В., Аксельрод В.В., Болотник Н.Н., Вешников В.Б., и др. Известия АН СССР, серия «Техническая кибернетика» №4, 1988 г., 58-73 с.

6. «Справочное пособие по работе на специальных пожарных автомобилях (ГДЗС, ПД, АСО, АСА)/ Волков В.Д., Ерохин С.П., Орлов Л.А., и др. – М.: ВНИИ-ПО, 1999 г. – 237 с.

7. Гост 34350 – 2017 «Техника пожарная. Основные пожарные автомобили. Общие технические требования. Методы испытаний»

8. Отчет ФГУ ВНИИПО МЧС России по теме П.2.3.Д.02..2003 «АСА МК» «Провести исследования по разработке исходных требований на унифицированные пожарные автомобили модульной комплектации нового типа» / М. 2004 г., 541 с.

УДК 628.1

С. М. Мельников, Т. Р. Хабиров

Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России, Владивосток, Россия

ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Элементы систем водоснабжения, подвержены ухудшению и, если не следить за их состоянием, то функционирование системы, а в итоге результат процесса водообеспечения пожарной безопасности может значительно ухудшиться, что, в свою очередь, отразится на эффекте водоснабжения в целом.

Ключевые слова и словосочетания: противопожарное водоснабжение, система водоснабжения, техническая эксплуатация.

S. M. Melnikov, T. R. Khabirov

OPERATION OF WATER SUPPLY SYSTEMS

Elements of water supply systems are subject to deterioration and, if you do not monitor their condition, the functioning of the system, and as a result, the result of the fire safety water supply process can significantly deteriorate, which, in turn, will affect the effect of water supply as a whole.

Key words: fire-fighting water supply, water supply system, technical operation.

Современные города состоят из комплексов водоснабжения, в которые входят многочисленные инженерные сооружения: насосные установки, насосные станции, трубопроводы, источники забора воды, резервуары различного назначения и станции водоочистки. Чтобы их эффективно использовать, они всегда должны находиться в исправном состоянии. Также исправному функцио-

нированию системы водоснабжения способствует своевременное проведение ремонтных и наладочных работ.

Проверка системы водоснабжения осуществляется путем проверки функциональности вентилей, кранов, задвижек, насосов, магистралей и трубопроводов. Техническое обслуживание проводят организации, отвечающие за горячие, холодное водоснабжение и водоотведение. Проверка проводится самостоятельно, либо с привлечением специализированной организации. [5]

Водоснабжение является сложной системой сооружений для забора воды из природных водоисточников, ее очистки, хранения в необходимом количестве и подачи потребителю соответствующего качества.

Выделяют 2 вида подачи воды: напорные и самотёчные. При использовании напорного водопровода, вода подается к месту потребления с помощью насоса, при самотечном водопроводе источник с водой располагается на возвышенности, и вода к потребителю поступает самотеком.

Существует 4 категории водопотребления:

1. для хозяйственно-питьевых нужд;
2. для производственных нужд;
3. для поливочных и моечных нужд городских территорий;
4. для тушения пожаров.

Первые три категории характеризуются непрерывным потреблением воды, а четвертая предусматривается только при возникновении пожаров. Также допускается объединение систем водоснабжения: производственно-противопожарные, хозяйственно-противопожарные и хозяйственно-производственно-противопожарные.

Внутренний хозяйственно-питьевой водопровод устанавливается:

- во всех жилых зданиях, имеющих канализацию;
- во всех производственных и вспомогательных зданиях, в которых предусмотрена установка санитарных приборов.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения вода должна соответствовать ГОСТу 2874-82 «Вода питьевая», она должна быть прозрачной, без запахов и не должна содержать болезнетворные бактерии. [3]

Производственный водопровод используется:

- для охлаждения
- для промывки
- для увлажнения
- для гидротранспорта
- для парообразования
- в составе производственной продукции и т.д.

В качестве источника воды при производственном водопотреблении чаще всего используются открытые водоисточники: реки, озера, подземные воды. В настоящее время ставится задача увеличения повторного использования воды при промышленном водоснабжении.

Противопожарное водоснабжение- комплекс организационных мероприятий, технических решений, направленных на обеспечение в достаточном количестве водой, с требуемым напором, расходом для объектов защиты и общую совокупностью средств хранения, транспортировки, подачи воды, непосредственно к месту очага возгорания. [7]

Внутреннее противопожарное водоснабжение используется при ликвидации возгорания и различается 2 видов: высокого и низкого давления. При низком давлении требуемый напор создается с помощью пожарных мотопомп, стационарных насосных станций пожаротушения и специальной автотехники. При высоком давлении необходимый напор обеспечивается постоянным давлением внутри водопроводной сети. При противопожарное водоснабжение может быть использована вода практически любого качества.

Главная задача водопроводной сети - обеспечение бесперебойной подачи воды на предприятия и населенные пункты, за качеством которой ведется контроль. Обслуживание водоснабжения осуществляется согласно требованиям технической эксплуатации.

Водозабор представляет масштабное сооружение с разветвленной структурой, чтобы подача была бесперебойной, эксплуатация объекта должна осуществляться в соответствии с правилами МДК 3-02*2001, главными требованиями являются:

- ведение учета и регулярная оценка качественных показателей воды;
- необходимость контроля состояния источников и работы оборудования с регистрацией в журналах;
- недопущение аварий;
- своевременное устранение аварий;
- проведение техосмотров и плановых ремонтов. [5]

Техническая эксплуатация систем внутреннего водопровода - комплекс трубопроводов, устройств и оборудования, обеспечивающих подачу воды к санитарным приборам, пожарным кранам и технологическим системам, обслуживающим одно здание или группу зданий. [4]

Основными задачами эксплуатации является:

1. бесперебойное снабжение водой в нужном количестве, с необходимым напором и качеством, отвечающее государственным стандартам на питьевую воду;
2. Устранение потерь и утечек;
3. Борьба с шумом;
4. Проведение ремонта;
5. Защита труб от коррозии;
6. Борьба с засорением труб;
7. Выявление проектных и строительных недостатков, и их устранение;
8. Обеспечение долговечности системы. [1]

Налаживание систем внутреннего водоснабжения производят 2 раза в год, при подготовке к весенне-летнему и зимнему периоду. Системы водопроводной сети испытывают под давлением $2 \cdot 10^5$ Па (не более $6 \cdot 10^5$ Па).

При испытании водопровода необходимо удалить воздух через неплотности пробок и заполнить водопровод водой. При наполнении водой необходимо уплотнить сальники, поднять крепления арматуры и стыковочные узлы трубопроводов, соединительных муфт. После наполнения в системе под гидрпрессом создают рабочее давление, после устранения выявленных дефектов и увеличивают давления до испытательного, в течение 10 минут проверяют плотность системы. Если установленное давление падает, то в системе имеются утечки, которые следует немедленно устранить. При следующем налаживании системы внутреннего водопровода заменяют прокладки всех водозаборных кранов и смесителей, регулируют напор перед арматурой в соответствии с нормативными.

Выявленные неисправности необходимо исправлять в сроки установленные «Правилами и нормами технической эксплуатации жилищного фонда», а при авариях - немедленно.

К мероприятиям технической эксплуатации вводов, извещающим о преждевременном выходе из строя трубопроводов, относятся:

- Устройство защитных сооружений против электрохимической коррозии;
- Своевременный ремонт асфальтовых дорожных покрытий и организации водоотвода. [2]

Если обнаружены неисправности стыковых соединений, они устраняются зачеканкой чугунных раструбов или накладкой новых швов.

Если повреждены трубы, они заменяются целиком, или участками с помощью подвижных муфт.

При эксплуатации систем водоснабжения выявляются потери воды, связанные с утечками.

В зависимости от особенностей, степеней повреждений канализационных сетей, систем водоснабжения и очистных сооружений, а также трудоемкости ремонтных работ проводят: техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт.

Техническое обслуживание - операция планово-технического обслуживания, выполняемая с целью проверки всех узлов оборудования и накопления информации об износе деталей и изменении характера их сопряжений, необходимых для подготовки предстоящих ремонтов. Технический ремонт включает в себя: поддержания оборудования в исправном состоянии; очистку, смазку, регулировку и подтяжку разъемных соединений, замену отдельно составленных частей и устранение мелких повреждений.

При техническом обслуживании могут выполняться работы по оценке технического состояния оборудования для уточнения сроков и объемов последующих обслуживаний и ремонтов.

С временем увеличивается количество городов, возводятся многоэтажные здания и здания повышенной этажности, это усложняет их инженерное оборудование и способствует возрастанию расходов на содержание.

Таким образом первостепенное значение в эксплуатации систем водоснабжения имеет контроль технического состояния, систематическая проверка исправности, позволяющая предотвратить преждевременный износ оборудования, вследствие чего необходимо планировать и проводить профилактические мероприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Госстроя РФ от 27 сентября 2003 г. N 170 "Об утверждении Правил и норм технической эксплуатации жилищного фонда"
2. ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая».
3. СП 30.13330.2016 свод правил «Внутренний водопровод и канализация зданий.»
4. МДК 3-02.2001 «Правила технической эксплуатации систем и сооружений коммунального водоснабжения и канализации.»
5. Методические рекомендации по организации и осуществлению государственного надзора в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера
6. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/naruzhnoe-protivopozharnoe-vodosnabzhenie/>

УДК 628.147.22

А. С. Митрофанов, С. А. Сырбу

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ЗАЩИТЫ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ ОТ ОБРАЗОВАНИЯ ПИРОФОРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

В статье проанализированы преимущества и недостатки существующих способов защиты оборудования для хранения нефтепродуктов от образования пирофорных отложений. Сделан вывод об актуальности разработки композитного защитного состава, в котором в качестве матрицы будет использована поликарбамидная система, а

в качестве наполнителей - диоксид титана и активированный уголь в определенных массовых соотношениях.

Ключевые слова: резервуар для хранения нефтепродуктов, сероводородная коррозия, пирофорные отложения, композитный материал, адгезия к металлу.

A. S. Mitrofanov, S. A. Syrbu

MODERN METHODS FOR PROTECTING EQUIPMENT FOR STORING PETROLEUM PRODUCTS FROM THE FORMATION OF PYROPHORIC SEDIMENTS

The article analyzes the advantages and disadvantages of existing methods of protecting equipment for storing petroleum products from the formation of pyrophoric deposits. The conclusion is made about the relevance of the development of a composite protective composition, in which a polycarbamide system will be used as a matrix, and titanium dioxide and activated carbon in certain mass ratios will be used as fillers.

Keywords: oil tank, hydrogen sulfide corrosion, pyrophoric sediments, composite material, metal adhesion.

Высокая сернистость и обводненность добываемой нефти усиливает агрессивность сред, в которых работает технологическое оборудование, что приводит к его серьезной коррозии. Коррозионные повреждения резервуаров, в свою очередь, становятся преобладающей причиной отказов технологического оборудования, что может приводить не только к остановке технологического процесса и экономическому ущербу, но и к авариям, с экологическими и иными последствиями. Коррозия металла резервуаров с сернистой нефтью опасна во взрывопожарном отношении. Так образующиеся на внутренних поверхностях емкостей пирофорные соединения железа и серы в присутствии кислорода воздуха способны самонагреваться и самовоспламеняться с последующим воспламенением паровоздушной смеси паров нефтепродуктов и атмосферного кислорода [1].

Как отмечалось нами ранее [2], способы защиты оборудования от негативного воздействия сероводородной коррозии и образования пирофорных отложений уже существуют и с различной эффективностью применяются как в России, так и в зарубежных странах. К таким способам можно отнести:

1. Использование в качестве конструкционного материала для изготовления резервуаров, коррозионностойких металлов.

2. Гальваническое покрытие конструкционной стали.

Менее эффективны, но широко применимы в России такие способы борьбы с сероводородной коррозией как:

3. Добавление в продукт ингибиторов коррозии

4. Обработка поверхностей резервуара композитными покрытиями.

Важным недостатком первых двух путей решения проблемы является высокая стоимость.

Способ добавления в нефтепродукты ингибиторов коррозии влечет за собой ряд сопутствующих негативных моментов, связанных, в большей степени, с необходимостью последующего извлечения этих ингибиторов из продукта перед его переработкой и реализацией. Также не до конца изучено влияние ингибиторов коррозии на качество конечного продукта.

Композитные защитные покрытия на сегодняшний день обладают относительно невысокой степенью эффективности, но более выгодны с экономической точки зрения и просты в применении. Низкая эффективность обработки поверхностей композитными материалами связана со слабой адгезией матрицы к металлу и ее растворимостью в агрессивных средах, что приводит к необходимости повторных нанесений композита на стенки резервуаров, а иногда и к росту скорости коррозии на локальных участках оборудования под защитным покрытием.

В работе [3] предлагается защитное композитное покрытие, выполненное на основе акриловой эмульсии с добавлением диоксидов титана и кремния. Изменение скорости коррозии в зависимости от концентрации сероводорода при использовании различных составов на основе акриловых эмульсий, представлено на рис. 1.

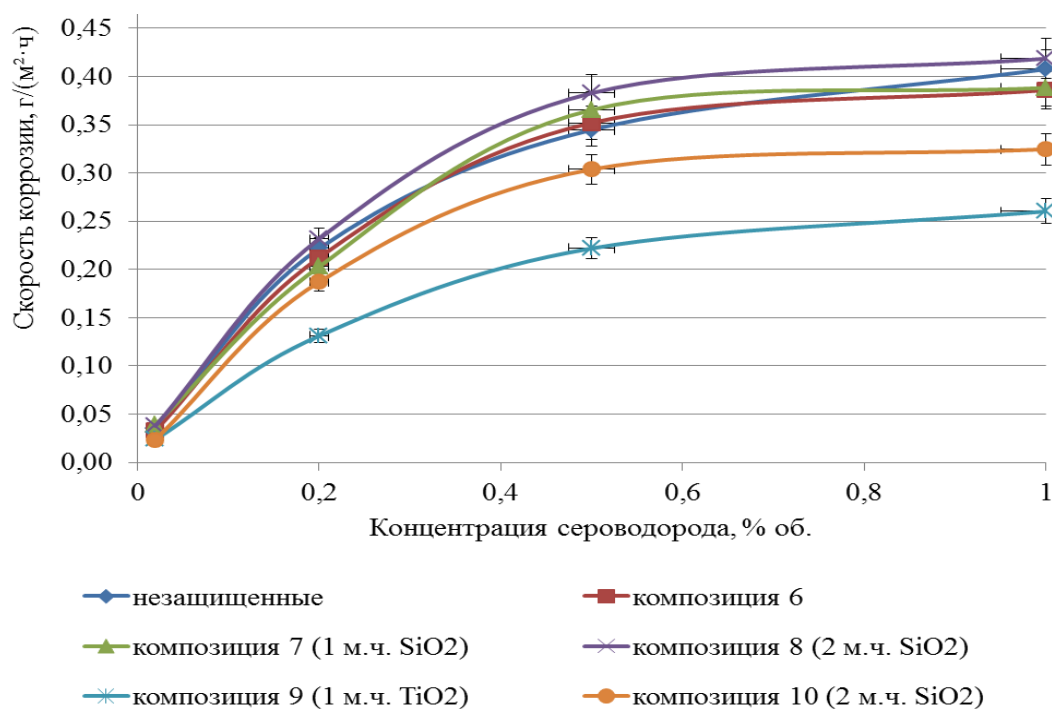


Рис. 1. Изменение скорости коррозии стали марки Ст3 в зависимости от концентрации сероводорода в паровоздушной среде прямогонного бензина при использовании различных составов на основе акриловых эмульсий

В качестве недостатков указанной композиции авторами отмечается ее низкая степень адгезии к поверхности металла. Кроме того, в работе [3] не исследовано влияние качества предварительной обработки стальной поверхности на степень адгезии (образцы стали марки Ст3 с различным качеством предварительной обработки представлены на рис. 2).



Рис. 2. Образцы стали марки Ст3 с различным качеством предварительной обработки

Известны также композиции, защищающие сталь от негативного воздействия сероводородной коррозии, выполненные на основе полиуретана с добавлением диоксида титана. Составы, указанные в источнике [4], имеют более высокую степень адгезии к поверхности металла в сравнении с составами на основе акриловых эмульсий, но и они не лишены недостатков. К этим недостаткам можно отнести способность полиуретана набухать при контакте с водой, которая, в свою очередь, содержится в нефти и нефтепродуктах. Кроме того, самым важным, по нашему мнению, недостатком полиуретана является его экологическая опасность. При нагревании из полиуретановой массы выделяются пары формальдегида, которые загрязняют окружающую среду и наносят вред здоровью человека.

Выбор полимочевины в качестве матрицы композита обусловлен проведенным анализом литературных источников, который показал, что синтез различных видов полимочевин является прорывом в эволюции химии покрытий. Установлено, что поликарбамидные системы обладают высоким сопротивлением на разрыв, истиранием, гибкостью и твердостью, отсутствием температур-

ной и влагозависимости, высокой скоростью полимеризации, а также самыми важными для решения задач нашего исследования характеристиками, такими как эластичностью, высокой адгезией, исключительной химической стойкостью и инертностью к воздействию нефти и нефтепродуктов [5].

Следует отметить, что сырье для синтеза чистой полимочевины довольно дорого, а для применения в конкретных случаях зачастую не обязателен весь комплекс уникальных свойств, присущих чистой полимочевине. Создание гибридных композиций, нацеленное на придание только необходимых свойств покрытию, приводит к значительному снижению стоимости продукта. Наибольшее практическое применение получили гибридные полимочевинно-полиуретановые системы, поэтому именно этот вид используется многими исследователями для модернизации и использования в эксперименте, а в случае получения удовлетворительных результатов и в газонефтяной отрасли (технические характеристики продукта, выбранного для использования в качестве матрицы защитного композитного состава, представлены в таблице).

Таблица. Технические характеристики полимочевинно-полиуретановой системы

Предел прочности при разрыве	10 МПа
Относительное удлинение при разрыве	100%
Водонепроницаемость при давлении 0,2 МПа в течении 24 часов	Водонепроницаем
Твердость по Шору А	70
Адгезия к поверхности металлов	Не менее 5 МПа

Заявленная изготовителем адгезия используемой в эксперименте полимочевины к металлу составляет не менее 5 Мпа. В ходе дальнейших исследований необходимо провести испытания на предмет соответствия заявленной характеристики к фактической адгезии покрытия к стали с различным качеством предварительной подготовки поверхности, а также на предмет изменения прочности сцепления защитного состава с металлом после экспонирования в агрессивной среде и определения скорости коррозии по методикам [6-7]. Порядок проведения испытаний по определению адгезии изложен в [8-10].

Обобщая вышеизложенное, можно сделать вывод, что разработка новых составов защитных композитных покрытий для оборудования, предназначенного для хранения нефти и нефтепродуктов, или модифицирование уже существующих является актуальным направлением для научных исследований в области обеспечения пожарной безопасности объектов защиты в нефтегазовой отрасли. В результате проведенного эксперимента планируется предложить оптимальный состав композитного материала и класс чистоты поверхности, который необходимо получить перед покрытием защитным составом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бояров, Антон Николаевич* Механизм формирования и защита от самовозгорания пирофорных отложений в вертикальных резервуарах : на примере ОАО "Самаранефтегаз" : автореферат дис. ... кандидата технических наук :05.26.03 Уфа 2010
2. *Митрофанов А.С., Сырбу С.А.* Современные способы защиты оборудования для хранения нефтепродуктов от образования пирофорных отложений: анализ проблемы // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов : сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, апрель 2021 г. - Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 233-238.
3. *Азовцев А.Г., Сырбу С.А.* Оценка защитных свойств акриловых покрытий от образования пирофорных отложений в паровоздушной среде прямогонного бензина при различной концентрации сероводорода // Современные наукоемкие технологии-региональное приложение. 2020. №2 (62). С.90-96.
4. Патент 2737908Рос. Федерация. Защитный состав от образования пирофорных отложений, образованных соединениями сероводорода с железом [Электронный ресурс]: МПК С23F 15/00 С01G 49/12, заявитель и патентообладатель: 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), авторы: Сырбу С.А., Азовцев А.Г., Таратанов Н.А., (RU). Заявка: 2020108248, 25.02.2020, опубл. 04.12.2020. Режим доступа: URL: <https://www.fips.ru> (дата посещения 10.10.2021)..
5. *Романов С.В., Ботвинова О.А., Тимаков Е.А., Чижова Л.А., Панов Ю.Т.* Разработка композиции на основе полимочевины с увеличенным сроком жизни. Тонкие химические технологии. 2021;16(2):176–183. <https://doi.org/10.32362/2410-6593-2021-16-2-176-183/>
6. ГОСТ 9.908-85 Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Металлы и сплавы. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости (с Изменением №1).
7. ГОСТ Р 9.905-2007 (ИСО 7384:2001, ИСО 11845:1995) Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Методы коррозионных испытаний. Общие требования.
8. ГОСТ 32299-2013 (ISO 4624:2002) Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом отрыва.
9. ГОСТ 32702.2-2014 (ISO 16276-2:2007) Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом Х-образного надреза.
10. ГОСТ 31149-2014 (SO 2409:2013) Материалы лакокрасочные. Определение адгезии методом решетчатого надреза.

УДК 621.9

В. И. Мухараева, Е. В. Зарубина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ ПРИ ПОЖАРАХ

Рассмотрены различные способы моделирования эвакуации людей из торгово-развлекательных центров, проведен анализ этих методов.

Ключевые слова: Моделирование, анализ, эвакуация людей, обеспечение безопасности.

V. I. Mukharaeva, E. V. Zarubina.

USING SIMULATION TO ENSURE THE EVACUATION OF PEOPLE FROM SHOPPING AND ENTERTAINMENT CENTERS IN CASE OF FIRES

Various methods of modeling the evacuation of people from shopping and entertainment centers are considered, an analysis of these methods is carried out.

Keywords: Modeling, analysis, evacuation of people, security.

Сегодня в каждом городе есть торгово-развлекательные центры, количество которых ежегодно увеличивается. Торгово-развлекательные центры как объекты обеспечения пожарной безопасности имеют следующие особенности:

1. Многофункциональность: в одном здании размещаются помещения различных классов функциональной пожарной опасности;
2. Большое количество арендаторов помещений;
3. Наличие мест массового скопления посетителей разнородных по своему составу, возрасту, физическому состоянию;
4. Сложные объемно-планировочные решения путей эвакуации, снижающие возможности посетителей и персонала для быстрой ориентации и эвакуации из здания и т.д.

Согласно статистике последних лет указанные особенности торгово-развлекательных центров указывают на то, что они вызывают определенные проблемы в обеспечения пожарной безопасности зданий. При этом хоть случаи возникновения пожаров в торгово-развлекательных центрах случаются не часто, они могут привести к тяжким последствиям, имеющим огромный общественный резонанс.

Одна из основных сложностей в обеспечении пожарной безопасности торговых центров является наличие в стенах здания множества различных по назначению предприятий - магазины одежды, парикмахерские, продовольственные магазины, а также иные предприятия оказывающие разнообразные услуги. Каждый день на подобных объектах присутствует огромное количество людей, поэтому организация системы безопасности должна строго соответствовать требованиям нормативных документов.

Основными причинами, способствующими развитию пожара и гибели людей на пожарах в торгово-развлекательных центрах, являются:

- отсутствие персонала на объекте пожара;
- отсутствие или неисправность автоматической пожарной сигнализации;
- удаленность пожарной части от объекта пожара;
- проблема организации эвакуационных путей и выходов.

Проблема организации эвакуационных путей и выходов в торгово-развлекательных центрах является особенно значимой, так как в среднем в торговом центре находятся от 1000 до 2000 человек одновременно. При возникновении пожара первоочередной задачей является быстрая и грамотно проведенная работа по эвакуации всех посетителей и персонала из здания.

В первую очередь эвакуация начинается с детских площадок и игровых зон. Приоритет всегда стоит на обеспечении сохранности жизни и здоровья детей. Акцент делается на посетителях с ограниченными возможностями.

Проблема организации эвакуационных путей и выходов в торгово-развлекательных центрах связана со следующими причинами, затрудняющими эвакуацию людей и тушение пожара:

- монтаж звуковых извещателей вместо речевых систем СОУЭ;
- закрытие дверей эвакуационных выходов на трудно открываемые запоры;
- отсутствие противопожарной фурнитуры на дверях - замков, ручек, системы «антипаника»;
- загромождение проходов и выходов;
- использование горючих материалов для отделки поверхности стен, полов, потолков на путях эвакуации;
- отсутствие противопожарных штор, перегородок;
- низкий уровень обучения административного и дежурного персонала действиям при возникновении пожара и эвакуации людей.

Данные причины значительно затрудняют эвакуацию людей и способствуют быстрому распространению пожара. При этом, пожар может развиваться с большой скоростью, и эвакуация может быть еще более усложнена.

Также усложняют процесс эвакуации сами люди, которые начинают паниковать и часто в подобных чрезвычайных ситуациях ведут себя неадекватно, стараясь как можно скорее покинуть опасную зону. Ввиду этого очень важна организация человеческих потоков. Лицо, ответственное за обеспечение пожарной безопасности и эвакуацию, должно составлять планы эвакуации, про-

водить осмотры, проводить учебные тревоги, устанавливая в помещении специальные знаки с указанием аварийных выходов, размещать огнетушители и т. д. Использование имитационного моделирования в таких ситуациях позволит заранее выявить проблемы, которые в будущем могут спасти жизни. Модели пешеходного движения могут помочь в определении загруженности различных путей, они демонстрируют динамику изменения различных параметров потока людей при эвакуации.

Модели эвакуации используются в технике пожарной безопасности для исследования условий безопасности торгово-развлекательного центра. Кроме этого модели эвакуации могут быть полезным инструментом для повышения готовности к чрезвычайным ситуациям и управления крупными пожарами.

На сегодняшний день рынок моделирования эвакуации людей представлен более 70 моделями [E. Ronchi, G. Rein, S. Gwynne, R. Wadhvani, P. Intini, A. Bergstedt, «Sanctuary. Open Multi-Physics Framework for Modelling Wildfire Urban Evacuation» Fire Protection Research Foundation, Quincy, MA (USA). – 2017]. В то время как первые модели эвакуации можно датировать еще 70-ми годами. Сами ключевые допущения используемые в моделях эвакуации, принятых сегодня, в основном были разработаны в конце 80-х и 90-х годах. Примеры таких допущений включают представление пространства с помощью тонкой сети или сетки [M. Kinatader, E. Ronchi. Letter to the editor. Burning Down the Silos in a Multidisciplinary Field. Towards Unified Quality Criteria in Human Behaviour in Fire, Fire Technol. – May 2019]. или непрерывного двумерного пространства соединены вертикальными элементами (например, лестницами или лифтами) или наклонными плоскостями (например, пандусами). Аналогичное замечание можно сделать в отношении субмоделей, принятых для моделирования движения пешеходов и навигации, например модели социальной силы или модели рулевого управления [R. Lovreglio, E. Ronchi, M.J. Kinsey. An Online Survey of Pedestrian Evacuation Model Usage and Users. 56, Fire Technology. – 2020. – pp. 1133-1153], которые обычно применяются в двумерных пространствах. Это означает, что на сегодняшний день нет полностью трехмерного моделирования эвакуации людей.

Большинство моделей эвакуации представляют выбор выхода/маршрута с использованием очень простых допущений (например, алгоритмов кратчайшего выхода или кратчайшего пути) [Методика определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: приложение к приказу МЧС России от 30.06.2009 г. № 382 <http://docs.cntd.ru/document/902167776>]. Эти методы могут лишь частично учитывать сложность принятия решений человеком, полный набор личностных/средовых факторов и эвристические процессы, которые люди предпринимают при выборе своего маршрута/пути. Их основные математические предположения могут нуждаться в пересмотре, поскольку они основаны на методах/алгоритмах оптимизации. Напротив, ряд исследований показал, что люди склонны удовлетворять, а не оптимизировать в чрезвычайных ситуациях, тем самым указывая на то, что люди не склонны обя-

зательно выбирать самый быстрый или короткий путь в реальной чрезвычайной ситуации.

Сегодня существуют различные программные комплексы, в основе которых лежат математические модели. Из российских программных комплексов моделирования процесса эвакуации можно выделить Ситис «Флоутек» и Ситис «Эватек». Процесс эвакуации в рамках комплекса Ситис «Флоутек» анализируется на основе упрощенной аналитической модели движения людского потока. В основе моделирования эвакуации в рамках комплекса Ситис «Эватек» лежит математическая модель индивидуально-поточного движения людей из здания. При помощи данного программного обеспечения можно решить следующие задачи:

1. Провести анализ пожарной опасности на потенциально опасных объектах с массовым пребыванием людей, в том числе зданий торгово-развлекательных центров.
2. Исследовать методы и модели расчета пожарных рисков.
3. Провести анализ сценариев пожара на выбранном объекте.
4. Провести расчет величины пожарного риска на выбранном объекте и анализ результатов.

Использование данного программного обеспечения дает больше возможностей аналитику для грамотного принятия решения о соответствии объектов нормам и требованиям пожарной безопасности, а также изменения объемно-планировочных решений, изменения технологического процесса, перевооружения с целью достижения на объектах требуемого уровня значения индивидуального пожарного риска.

Также стоит отметить, что математические модели движения людских потоков, реализованные в программных продуктах, позволяют отслеживать динамику изменения параметров потока во времени в процессе эвакуации, выявлять наиболее загруженные участки пути движения. Сравнение возможностей математического описания движения человеческих потоков с использованием различных моделей приведено в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение возможностей математического описания расчётных случаев движения людских потоков с использованием различных моделей

Расчётные случаи движения людских потоков	Модели эвакуации		
	Упрощённая аналитическая модель	Имитационно-стохастическая модель	Модель индивидуально-поточного движения
Пересечение границы смежного участка пути	+	+	+
Переформирование	-	+	+
Растекание	-	+	+

Расчётные случаи движения людских потоков	Модели эвакуации		
	Упрощённая аналитическая модель	Имитационно-стохастическая модель	Модель индивидуально-поточного движения
Разделение	+	+	+
Слияние	+	+	+
Неодновременность слияния	-	+	+
Образование и ликвидация скоплений	-	+	+
Разуплотнение	-	+	+
Учёт вариабельности физического и эмоционального состояния людей в потоке	-	+	+
Неоднородность состава эвакуирующихся	-	+	+

Анализ моделирования процессов эвакуации людей и распространения опасных факторов пожара показывает, что в настоящее время при нормировании размеров эвакуационных путей и выходов в торгово-развлекательных центрах можно использовать модели, достаточно адекватно воспроизводящие реальную динамику этих процессов. Таким образом, тема данной работы остается актуальной для дальнейших исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. E. Ronchi, G. Rein, S. Gwynne, R. Wadhvani, P. Intini, A. Bergstedt, «e-Sanctuary. Open Multi-Physics Framework for Modelling Wildfire Urban Evacuation» Fire Protection Research Foundation, Quincy, MA (USA). – 2017.
2. M. Kinatader, E. Ronchi. Letter to the editor. Burning Down the Silos in a Multidisciplinary Field. Towards Unified Quality Criteria in Human Behaviour in Fire, Fire Technol. – May 2019.
3. R. Lovreglio, E. Ronchi, M.J. Kinsey. An Online Survey of Pedestrian Evacuation Model Usage and Users. 56, Fire Technology. – 2020. – pp. 1133-1153.
4. Методика определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: приложение к приказу МЧС России от 30.06.2009 г. № 382 <http://docs.cntd.ru/document/902167776>

УДК 621.9

В. И. Мухараева, Е. В. Зарубина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОРГАНИЗАЦИЯ ЭВАКУАЦИОННЫХ ВЫХОДОВ В ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРАХ

Рассмотрена проблема организации эвакуационных путей и выходов в торгово-развлекательных центрах. Предложена система для обеспечения беспрепятственной эвакуации людей.

Ключевые слова: Эвакуационные пути и выходы в торгово-развлекательных центрах, пожарная безопасность.

V. I. Mukharaeva, E. V. Zarubina.

ORGANIZATION OF EVACUATION EXITS IN SHOPPING AND ENTERTAINMENT CENTERS

The problem of organizing evacuation routes and exits in shopping and entertainment centers is considered. A system is proposed to ensure the unhindered evacuation of people.

Keywords: Evacuation routes and exits in shopping and entertainment centers, fire safety.

Пожарная опасность торгово-развлекательных центров связана в первую очередь с массовым пребыванием людей, большим строительным объемом и площадью данных объектов, а также нахождением в одном здании помещений различных классов функционирования пожарной опасности: объекты общественного питания, кинотеатры, концертные залы, физкультурно-оздоровительные объекты, стоянки для автомобилей и другие. Согласно статистике последних лет указанные особенности торгово-развлекательных центров указывают на то, что они вызывают определенные проблемы в обеспечения пожарной безопасности зданий.

Особую опасность в случае возникновения пожара вызывают эвакуационные выходы, в которых при эвакуации скапливается одновременно большое количество людей. При возникновении пожара требуется быстрая и грамотно проведенная работа по эвакуации всех посетителей и персонала из здания. Однако, если имеются проблемы в организации эвакуационных выходов, то эта задача сильно усложняется.

В настоящее время достаточно часто, и вполне осознанно, в погоне за быстрой прибылью при проектировании, строительстве, реконструкции многих

торгово-развлекательных центров допускаются серьезные просчеты, отступления, нарушения противопожарных норм. Кроме этого иногда за счет перепланировки и пристройки помещений, этажей, галерей и других конструкций, кардинально меняются конструктивные и объемно-планировочные решения в здании. За счет этого увеличивается площадь помещений, количество людей, одновременно находящихся в них и, как следствие, увеличивается протяженность путей эвакуации, усложняется движение людей по ним. Поэтому пожары и другие чрезвычайные ситуации в таких зданиях могут сопровождаться большим социальным ущербом [Домаков, В. В. Правовые предпосылки национальной трагедии в торгово-развлекательном центре «Зимняя вишня» г. Кемерово / В. В. Домаков, А. В. Матвеев, В. В. Матвеев // Национальная безопасность и стратегическое планирование. - 2018. - № 1 (21). - С. 48-63].

В настоящее время проблема организации эвакуационных путей и выходов в торгово-развлекательных центрах связана со следующими причинами, затрудняющими эвакуацию людей и тушение пожара:

- монтаж звуковых извещателей вместо речевых систем СОУЭ;
- закрытие дверей эвакуационных выходов на трудно открываемые запоры;
- отсутствие противопожарной фурнитуры на дверях - замков, ручек, системы «антипаника»;
- загромождение проходов и выходов;
- использование горючих материалов для отделки поверхности стен, полов, потолков на путях эвакуации;
- отсутствие противопожарных штор, перегородок;
- низкий уровень обучения административного и дежурного персонала действиям при возникновении пожара и эвакуации людей.

Данные причины значительно затрудняют эвакуацию людей и способствуют быстрому распространению пожара. При этом, пожар может развиваться с большой скоростью, и эвакуация может быть еще более усложнена.

Требования норм и правил по обеспечению пожарной безопасности для торговых центров разработаны на Государственном уровне и направлены на обеспечение безопасности людей. Необходимо отметить, что обязательным выполнением мер пожарной безопасности является большой список мероприятий, среди которых следует отметить:

- применение для строительных и отделочных работ огнестойких материалов;
- оборудование системами обнаружения и тушения пожара;
- оборудование системами оповещения и управления эвакуацией людей;
- наличие необходимого количества выходов и путей эвакуации, которое должно соответствовать нормам в зависимости от этажности и характеристики здания;
- наличие подъездных путей для проезда пожарной техники;

Но, не смотря на фактическое количество эвакуационных путей необходимо взять во внимание обязательное и регулярное проведение тренировок с персоналом по организации эвакуации людей в чрезвычайных ситуациях. Проблема не качественного обучения персонала часто является основной причиной гибели людей в торгово-развлекательных центрах. Невзирая на недостаточное количество мер по обеспечению пожарной безопасности на данных объектах, эта проблема остаётся наиболее актуальной.

С 1 июля 2020 г. вступили в силу новые правила пожарной безопасности. Свод правил, разработанный ФГБУ ВНИИПО МЧС России и утвержденный приказом МЧС России от 15.01.2020г. № 14, устанавливает требования пожарной безопасности при проектировании, реконструкции, капитальном ремонте, изменении функционального назначения, эксплуатации, а также при техпереоружении многофункциональных зданий (МФЗ) высотой не более 50 м. В своде правил указаны требования к размещению МФЗ, к объемно-планировочным и конструктивным решениям, к атриумам, путям эвакуации и эвакуационным выходам, системам противопожарной защиты и электрооборудованию, к огнестойкости зданий, системам сигнализации и пожаротушения, оборудованию технических помещений, парковок и ряд других требований. При эксплуатации эвакуационных путей, эвакуационных и аварийных выходов в торгово-развлекательных центрах запрещается:

- загромождать эвакуационные пути и выходы (в том числе проходы, коридоры, тамбуры, галереи, лифтовые холлы, лестничные площадки, марши лестниц, двери, эвакуационные люки) различными материалами, изделиями, оборудованием, мусором и другими предметами, а также блокировать двери эвакуационных выходов;

- устраивать в тамбурах выходов сушилки и вешалки для одежды, гардеробы, а также хранить (в том числе временно) инвентарь и материалы;

- устраивать на путях эвакуации пороги (за исключением порогов в дверных проемах), раздвижные и подъемно-опускные двери и ворота, вращающиеся двери и турникеты, а также другие устройства, препятствующие свободной эвакуации людей;

- фиксировать самозакрывающиеся двери лестничных клеток, коридоров, холлов и тамбуров в открытом положении (если для этих целей не используются автоматические устройства, срабатывающие при пожаре), а также снимать их;

- остеклять или закрывать жалюзи воздушных зон в незадымляемых лестничных клетках;

- изменять направление открывания дверей, за исключением дверей, открывание которых не нормируется или к которым предъявляются иные требования в соответствии с нормативными правовыми актами

Учитывая данные требования в ТРЦ, может быть:

- обеспечено соответствие требованиям пожарной безопасности, не допуская распространение пожара;

- снижена вероятность задымления помещений;
- обеспечена безопасность эвакуации людей из здания в случае пожара;
- в кратчайшие сроки успешно локализован пожар;
- в кратчайшие сроки проведены расчеты пожарного риска, что позволит обосновать обеспечение безопасной эвакуации людей.

Следует отметить, что подготовка персонала к действиям при пожаре также играет важную роль. В начальной стадии развития пожара от действий персонала зависит, как будет организована эвакуация людей и сколько людей будет спасено до прибытия пожарно-спасательных подразделений. Но при этом, пожар может развиваться с большой скоростью, и эвакуация может быть усложнена. В целях ограничения развития пожара, применяются противопожарные стены, и перегородки, двери способные выдержать создающуюся тепловую нагрузку в течении нормативного времени. Противопожарные двери выполняют две функции - задерживать пожар и ускорять эвакуацию людей. Применяются различные виды механизмов закрытия/открытия двери, работающих совместно с противопожарными ручками [Пожарная безопасность в торговых/развлекательных центрах [Электронный ресурс] // fireman.club : сайт. - Электрон. дан. - [б. м.]. - Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnaya-bezopasnost-v-torgovo-razvlekatelnyih-tsentrakh>. - Дата обращения: 18.09.2021. - Загл. с экрана].

Особо следует выделить ручку «Антипаника» (рис. 1) - это система аварийного/эвакуационного выхода. Она характеризуется наибольшим уровнем безопасности и надежности, обеспечивая беспрепятственный выход из помещений здания, сооружения в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Если двери, оборудованные технической системой «Антипаника» могут быть закрыты на замок снаружи, тогда без ключа одним нажатием на обычную ручку или нажимную штангу, называемую также пуш-баром, открываются изнутри. Все нажимные ручки, включая «Антипанику», применяются с фалевой защелкой, которая втягивается/выдвигается при легком усилии одной рукой. Такие нажимные механизмы, как правило, имеют возвратную пружину кручения или сжатия.

Система «Антипаника» со штангой или пуш-баром используют для противопожарных дверей, в том числе двустворчатых, на основных путях эвакуации общественных зданий с массовым пребыванием людей. Система «Антипаника» обеспечивает наименьшие затрачиваемые усилия при открывании, что способствует уменьшению времени эвакуации людей. Рассмотрим более подробно данную систему.



Рис. 1. Ручка «Антипаника» для противопожарной двери

Согласно противопожарным нормам, установка данной системы должна производиться для пожарных и запасных выходов в зданиях общественного назначения.

Устройство экстренного открывания двери изготавливается из огнеупорных материалов и за счёт этого, при воздействии высоких температур система не деформируется. В обычном режиме система удерживает дверь в закрытом состоянии. Двери с системой «Антипаника» можно открыть рукой, коленом, плечом и любой другой частью тела простым нажатием на ручку. Распахнуть интуитивно дверное полотно с системой «Антипаника» под силу ребенку и человеку с ограниченными возможностями [Эвакуация из торгового центра при пожаре [Электронный ресурс] // fireman.club : сайт. - Электрон. дан. - [б. м.]. - Режим доступа: <https://www.wikipro.ru/wiki/sistema-otkryvaniya-dverej-antipanika/>. - Дата обращения: 14.09.2021. - Загл. с экрана]. Применение широкой ручки и разблокировка замков одним нажатием обусловлено тем, что при чрезвычайном положении может образоваться толпа людей, стремящихся покинуть помещение. При достижении двери, если никто не успевает нажать на рукоятку или не видит её при задымлении или темноте, прижавшись к ней люди нажмут на переключатель телом и створка разблокируется автоматически, дверь откроется для эвакуации.

Однако, двери не должны иметь на себе никакие другие элементы фурнитуры и обвеса, кроме петель и самого механизма «Антипаника». Запрещается использование стандартных и всяческих замков, шпингалетов, всевозможных ограничителей открывания, стяжка хомутами ручек дверей. При использовании электромеханических замков требуется обязательное их подключение к системе пожарной сигнализации и пульту пожарного управления для автоматического открывания.

В связи с рассмотренными выше преимуществами целесообразно применять данную систему для обеспечения беспрепятственной эвакуации в торговоразвлекательных центрах, но при этом несмотря на её преимущества, главную роль играют грамотные действия персонала по организации эвакуации людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Домаков, В. В.* Правовые предпосылки национальной трагедии в торговоразвлекательном центре «Зимняя вишня» г. Кемерово / В. В. Домаков, А. В. Матвеев, В. В. Матвеев // Национальная безопасность и стратегическое планирование. - 2018. - № 1 (21). - С. 48-63.
2. Методика определения расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности: приложение к приказу МЧС России от 30.06.2009 г. № 382 <http://docs.cntd.ru/document/902167776>
3. Пожарная безопасность в торговоразвлекательных центрах [Электронный ресурс] // fireman.club : сайт. - Электрон. дан. - [б. м.]. - Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/pozharnaya-bezopasnost-v-torgovorazvlekatelnyih-tsentrah>. - Дата обращения: 18.09.2021. - Загл. с экрана.

4. Эвакуация из торгового центра при пожаре [Электронный ресурс] // fireman.club : сайт. - Электрон. дан. - [б. м.]. - Режим доступа: <https://www.wikipro.ru/wiki/sistema-otkryvaniya-dverej-antipanika/>. - Дата обращения: 14.09.2021. - Загл. с экрана.

УДК 614.841

М. В. Россейкин, О. Г. Циркина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ТКАНЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Для службы в пожарной охране и работы на опасных для здоровья производствах необходима защитная экипировка – спецодежда и обувь, способная некоторое время выдерживать воздействие открытого огня, большого количества тепла от разогретых материалов и строительных конструкций. Для выполнения этих задач создаются новые материалы, стойкие к открытому огню и высокой температуре. Ткани, используемые для пошива специальной одежды, обрабатывают специальными огнезащитными пропитками, повышающими ее защитные свойства.

Ключевые слова: антипирен, огнезащитные пропитки, защитная экипировка, ткани специального назначения

M. V. Rosseikin, O. G. Tsirkina

MODERN FABRIC PROCESSING TECHNOLOGIES FOR THE PRODUCTION OF TEXTILE MATERIALS FOR SPECIAL PURPOSES

For service in the fire department and work in hazardous industries, protective equipment is required - overalls and footwear that can withstand the effects of open fire, a large amount of heat from heated materials, building structures for some time. To accomplish these tasks, new materials are created that are resistant to open fire and high temperatures, and fabrics that have long been used for sewing special clothes are treated with special fire-retardant impregnations that increase their protective properties.

Key words: fire retardant, fire retardant impregnations, protective equipment, special-purpose fabrics

К настоящему моменту человек научился успешно бороться с огнем при ликвидации очагов пожара, используя для этого множество различных техни-

ческих средств тушения – от ранцевых установок пожаротушения до современных специальных технических устройств и техники, авиации, но и смог сделать процесс горения контролируемым.

Для того чтобы служить в пожарной охране и работать на опасных для здоровья производствах необходима защитная экипировка – спецодежда и обувь, способная некоторое время выдерживать воздействие открытого огня, большого количества тепла от разогретых материалов и строительных конструкций.

Для выполнения этих задач создаются новые материалы, стойкие к открытому пламени и высокой температуре, а ткани, давно используемые для пошива специальной одежды, обрабатывают специальными огнезащитными пропитками, повышающими ее защитные свойства.

Известные методы химического и физического изменения свойств текстильных материалов, потребуют усложнения технологии их получения, что приведет к увеличению времени технологических процессов, повышению расхода специальных химических составов, которые в свою очередь, в условиях крупных производств, могут привести к сложным экологическим проблемам.

Для существующих технологий изменения состава и свойств текстильных материалов для производства тканей специального назначения характерны высокая материалоемкость, трудоемкость, зависимость от объема заказов и наличия современных и эффективных огнеупорных составов высокого спроса. Поэтому необходимо разрабатывать инновационные технологии в текстиле – это создание и промышленное освоение технологий, обеспечивающих получение текстильных материалов с широким набором новых свойств, расширяющих области их применения при производстве одежды специального назначения.

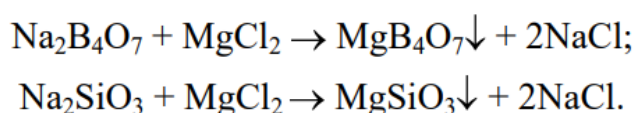
Современные технологии отделки текстильных материалов для специальной одежды обеспечивают выпуск тканей с водо- и маслоотталкивающими свойствами, имеющими пониженную горючесть, антистатический и антибактериальный эффекты, термостойкость, формоустойчивость и др. Специальная одежда из «инновационных» тканей должна поддерживать требуемую температуру в пространстве под одеждой, нейтрализовать химические отравляющие вещества, обладать гигиеническими свойствами. Экипировка пожарного или рабочего должна при этом оставаться легкой, не стесняющей движений. Реализовать подобный инновационный текстильный материал возможно в связи с разработкой наукоемких технологий в текстильном производстве[1].

Все способы защиты текстильных изделий от открытого огня основываются на следующих принципах:

- необходимо использовать вещества, которые при температуре горения разлагаются с выделением негорючих газов;
- препараты должны образовывать на поверхности материала негорючие расплавы, защищающие волокно от контакта с кислородом воздуха;

- можно производить химическую модификацию макромолекулы волокна с целью повышения устойчивости полимера к термическому расщеплению.

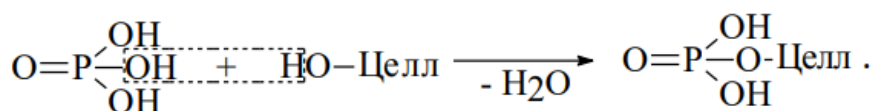
Вещества, придающие текстильным материалам огнезащитные свойства, называют антипиренами. Самым простым и достаточно универсальным способом сообщения временных огнезащитных свойств является обработка минеральными солями (фосфатами, хлоридами, сульфатами, солями борной кислоты, солями аммония и др.). При этом реализуется одновременно и принцип выделения негорючих газов, и принцип образования огнезащитной плёнки. Однако получаемый эффект неустойчив к мокрым обработкам [2]. Повысить стойкость к действию влаги и света можно путём перевода растворимых солей в нерастворимое состояние непосредственно на волокне по реакциям:



Описанный способ применим лишь для мебельных и декоративных тканей, не требующих частой стирки.

Придать огнезащитные свойства можно путём осаждения на волокне оксидов металлов (олова, сурьмы, титана), разлагающихся при горении с поглощением большого количества тепла и тем самым снижающих температуру пламени. Данный вид отделки достаточно надёжно защищает изделие от горения, но не предотвращает тления.

К соединениям, которые повышают огнестойкость по третьему принципу (химическая модификация волокна) можно отнести фосфорную кислоту и двухзамещенный фосфат аммония. При взаимодействии с целлюлозой они образуют сложные эфиры, обладающие пониженной способностью к горению. Реакция протекает по схеме:



Недостатком способа является потеря прочности материала.

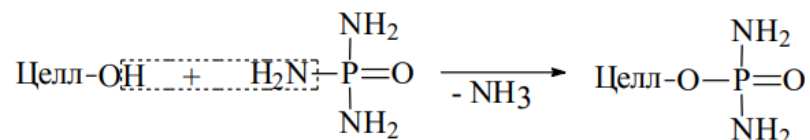
Для огнезащитной отделки шерстяных тканей из неорганических веществ наиболее целесообразно использовать гексафторцирконат калия [2].

Химическим волокнам огнеупорность можно придать путём введения антипиренов непосредственно в прядильные растворы.

Наиболее устойчивый эффект огнезащитной отделки можно получить за счёт использования хлорированных углеводов совместно с оксидами некоторых металлов (сурьмы, титана). Оксиды выступают в роли катализаторов

разложения хлорированных углеводородов с выделением хлористого водорода, выполняющего роль пламегасителя [2].

Перспективным способом придания огнезащитных свойств специальным тканям является обработка целлюлозных материалов препаратом отечественного производства, известным под названием ТАФ – триамид фосфорной кислоты. Препарат хорошо растворим в воде и при высоких температурах взаимодействует с гидроксилами целлюлозы с отщеплением аммиака по схеме:



Для уменьшения потерь механической прочности препарат ТАФ используют совместно с предконденсатами терморезактивных смол, реализуя технологию малосминаемой отделки. С целью придания огнестойкости применяют также фосфорорганические соединения (препараты ВАР, ТНРС, АРО, пирова-текс ЦП и др.). Вступая в химическое взаимодействие с волокном, они позволяют получить огнезащитный эффект, устойчивый к мокрым обработкам и химической чистке.

В настоящее время разрабатываются новые виды волокон, химические препараты и технологии, призванные обеспечить придание текстильным материалам специального назначения комплекса требуемых свойств для безопасной работы человека в опасных производственных условиях или условиях воздействия высоких температур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хамматова В. В. Инновационные технологии для производства текстильных материалов, применяемых при производстве спецодежды
2. Васильев, В.В. Химическая технология текстильных материалов / В.В. Васильев, Л.А. Гарцева, О.Г. Циркина: учебное пособие. – Иваново: ИГТА, 2005. – 124 с.

УДК 614.842:621.31

Е. А. Слободин, И. А. Лазарев, С. Н. Ульева, А. Л. Никифоров

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОИСК МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ РАЗВИТИЯ ПОЖАРООПАСНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Проанализирована статистика возникновения пожаров по причине неисправной работы электрооборудования. Оценена возможность применения имеющихся методов контроля электроизоляции для диагностики развития пожара. Предложен метод обнаружения предаварийного режима работы электрооборудования.

Ключевые слова: методы диагностики, электроустановка, пожароопасный режим.

E. A. Slobodin, I. A. Lazarev, S. N. Uleva, A. L. Nikiforov

SEARCH FOR DIAGNOSTIC METHODS FOR THE DEVELOPMENT OF FIRE-HAZARDOUS MODES OF OPERATION OF ELECTRICAL EQUIPMENT

The statistics of the occurrence of fires due to faulty operation of electrical equipment are analyzed. The possibility of using the available methods of electrical insulation control for the diagnosis of fire development is evaluated. A method for detecting the pre-emergency mode of operation of electrical equipment is proposed.

Keywords: diagnostic methods, electrical installation, fire-hazardous mode.

Согласно официальной статистике ВНИИПО, ежегодно в России регистрируется от 145 до 168 тысяч пожаров. Из них 25-30% происходит по причине нарушения правил устройства и эксплуатации электрооборудования, что исчисляется тысячами погибших и травмированных людей и миллиардами рублей материального ущерба. Наиболее пожароопасным видом продукции являются электрические изделия, такие как кабель и провод, а также выключатели, вилки, электрические розетки, разветвители. До настоящего момента не создано простых в обращении и имеющих низкую стоимость визуальных средств раннего предупреждения о неисправностях электрооборудования [3, 4, 5].

Развитие аварийной ситуации на электроустановках, как правило, протекает незаметно и может занимать длительное время, например, при протекании таких аварийных режимов работы как большие переходные сопротивления, незначительные токовые перегрузки. Протекание таких

процессов в электрооборудовании ведет к повреждениям изоляции изделий в ходе их постоянной эксплуатации. Происходит преждевременное старение изоляции, в следствии чего она становится хрупкой и разрушается при незначительных механических повреждениях. Однако уже на ранних стадиях аварийная ситуация проявляется в виде избыточного количества тепла, выделяющегося в местах локализации неисправности. Своевременная диагностика развития предаварийного режима работы позволяет сохранить работоспособность электропроводок и предотвратить развитие пожара.

На сегодняшний день существует множество различных методов контроля состояния изоляции. Все существующие методы контроля изоляции можно разделить на две группы [6]:

1. разрушающие;
2. неразрушающие.

Разрушающие методы контроля изоляции предполагают использование для испытаний повышенного напряжения, а неразрушающие не требуют его использования и могут быть самыми различными. Так для контроля качества изоляции можно использовать следующие неразрушающие методы [1]:

1. метод проведения измерений тока сквозной проводимости или сопротивления изоляции;
2. метод проведения измерения угла диэлектрических потерь;
3. метод, основанный на измерении ёмкости;
4. метод измерения распределения напряжения;
5. метод измерения частичных разрядов в изоляции;
6. метод, основанный на использовании ультразвука или рентгеновских лучей для просвечивания.

Все эти методы являются не только трудоемкими в реализации, но и требуют определенной подготовки и соответствующих допусков.

Для эксперимента были выбраны провода АПВ с сечением $2 \times 2.5 \text{ м}^2$, которые наиболее часто используются в жилом фонде и административных учреждениях.

Эффективность и долговечность изоляции в зависимости от негативных явлений, вызывающих нагрев проводника, определяют его пожарную опасность. Для этого нами был проведен эксперимент, заключающийся в исследовании зависимости сопротивления изоляции от температуры.

Полученная зависимость показала, что сопротивление изоляции снижается по мере увеличения температуры. Сопротивление изоляции в наибольшей степени влияет на пожарную безопасность. Также плохое состояние изоляции приводит к пожарам при перегреве проводников от короткого замыкания или при повышении нагрузки на провода.

Нами предложен метод неразрушающего контроля качества изоляции, путем введения термохромных красителей в изоляцию электропроводок. Это показало высокую зрительную эффективность данного метода при

несоблюдении режимов эксплуатации изолированных проводов и кабельной продукции.

Предлагается использовать добавки в изоляцию проводов или в виде индивидуальных стикеров–наклеек. Сигнализировать о наступлении предаварийного режима работы будут термохромные краски наносимые на стикер или вводимые в массы изоляции. При достижении недопустимых для нормальных режимов работы электрооборудования температур термоиндикатор изменяет цвет и сигнализирует о наличии неисправности. После охлаждения цвет индикатора возвращается к исходному. При обнаружении измененного цвета изоляции необходимо выполнить замер сопротивления изоляции, для предотвращения аварийных ситуаций. Проверка сопротивления изоляции это самый быстрый и недорогой способ убедиться в безопасности электроустановки.

Данный метод является более простым, эффективным не требует специальной подготовки, не занимает много времени и сил. Это позволяет широко применять его как в бытовых целях, так и в производстве.

На наш взгляд – данные вещества могут и должны быть внедрены в сферу жизнедеятельности человека, связанную с предупреждением возникновения пожаров и других чрезвычайных ситуаций, связанных с нарушением температурных режимов (при осуществлении технологических процессов, при эксплуатации машин и механизмов, в процессе работы силового электрооборудования и т.д.).

В результате всего вышесказанного можно сделать заключение о том, что термохромные пигменты введенные в состав изоляции или в виде индивидуальных стикеров–наклеек являются наиболее простым, доступным и наглядным способом обнаружения предаварийных режимов работы электрокабельных и электрических изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Костарев Н. П., Черкасов В. Н.* Методы оценки пожарной опасности электроустановок: Учеб. пособие. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2002.–107 с.
2. *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.
3. Пожары и пожарная безопасность в 2009 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н.П. Копылова. - М.: ВНИИПО, 2010, - 135 с.: ил. 40.
4. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В.И. Климкина. - М.: ВНИИПО, 2012, - 137 с.: ил. 40.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2017, - 124 с.: ил. 40.

б. Хальясмаа А. И. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций: учебное пособие — Екатеринбург: Изд-во Урал.ун-та, 2015. — 64 с.

УДК 621.787

Д. А. Тарасова, В. П. Зарубин

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УПРОЧНЯЮЩАЯ ОБРАБОТКА КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПОЖАРНЫХ НАСОСОВ

При работе машин и механизмов неизбежен контакт деталей и как следствие износ трущихся поверхностей. С увеличением износа значительно снижается долговечность деталей в частности и всего механизма в целом. Поэтому вопрос продления срока службы контактирующих деталей различными способами актуален. В статье рассматриваются методы упрочняющей обработки применение которых может положительно повлиять на продление срока службы рабочих деталей пожарных насосов. В качестве оптимального метода упрочняющей обработки предлагается к выбору метод алмазного выглаживания. Выводы о возможности применения указанного метода основаны на результатах исследований влияния алмазного выглаживания на геометрические параметры поверхностей деталей и их коррозионную стойкость.

Ключевые слова: долговечность, коррозионная стойкость, шероховатость поверхности, микротвердость поверхности, пара трения, упрочняющая обработка, алмазное выглаживание.

D. A. Tarasova, V. P. Zarubin

HARDENING TREATMENT AS A WAY TO INCREASE THE DURABILITY OF FIRE PUMP PARTS

During the operation of machines and mechanisms, contact of parts is inevitable and, as a result, wear of the rubbing surfaces. With increasing wear, the durability of parts in particular and the entire mechanism as a whole significantly decreases. Therefore, the issue of extending the service life of contacting parts in various ways is relevant. The article discusses the methods of hardening treatment, the use of which can positively affect the extension of the service life of the working parts of fire pumps. As an optimal method of hardening treatment, the method of diamond smoothing is proposed for selection. Conclusions about the possibility of using this method are based on the results of studies of the effect of diamond smoothing on the geometric parameters of the surfaces of parts and their corrosion resistance.

Key words: durability, corrosion resistance, surface roughness, surface microhardness, friction pair, hardening treatment, diamond smoothing.

Очевидно, что надежность и долговечность оказывает непосредственное влияние на готовность мобильных средств пожаротушения к быстрому реагированию в случае чрезвычайной ситуации. В свою очередь надежность машин и механизмов зависит от своевременного и качественного проведения технического обслуживания. Это предотвращает преждевременное старение и износ деталей и механизмов техники, что в свою очередь влечет за собой снижение затрат на ремонтные операции, уменьшает потребление топлива и смазочных материалов. Таким образом вопрос технического обслуживания и ремонта пожарной техники стоит достаточно остро.

Одним из основных агрегатов пожарных машин является пожарный насос. Анализ неисправностей пожарных насосов показал, что основной причиной выхода его из строя является повышенный износ подшипников качения, поверхности контакта вала насоса с манжетными уплотнениями, деформация и образования зазоров в шпоночных соединениях вала и рабочего колеса. Причиной этому служит недостаточное качество изготовления деталей и сложные условия работы. Таким образом повышение качества изготовления деталей насоса, в частности рабочего вала, позволит в значительной степени продлить его срок службы.

В настоящей работе сделан акцент на качестве проведения поверхностной обработки вала насоса с целью улучшения его геометрических и механических параметров. Повышать качество обработки поверхности вала с одновременным повышением его механических характеристик предлагается с помощью применения упрочняющих методов обработки [1-3]. Проведя анализ таких методов можно сделать вывод, что самыми распространенными являются: термическая обработка; химико-термическая обработка; газотермическое напыление; наплавка; механическая обработка (обкатывание, чеканка, алмазное выглаживание).

Изучив технологию проведения различных методов упрочняющей обработки и затраты на проведение операций, а так же учитывая геометрические параметры обрабатываемой детали в настоящей работе в качестве оптимального был выбран метод упрочнения с помощью алмазного выглаживания. Из литературных источников следует, что алмазное выглаживание это наиболее эффективный способ упрочнения, который повышает не только твердость, но и износостойкость деталей. Улучшение этих показателей происходит за счет пластического деформирования поверхностных слоев (рис. 1) которое положительно влияет на прочностные свойства конструкционных сталей из которых изготавливают валы пожарных насосов.

Обработка поверхности заключается в действии специального инструмента по радиальному направлению к обрабатываемой детали. Сила с которой выглаживатель действует на деталь вызывает контактные давления [4]. Чем выше сила прижатия инструмента тем больше давление на поверхности тем сильнее деформируется материал детали. При проведении обработки определяющим параметром, влияющим на качество, является радиальная сила.

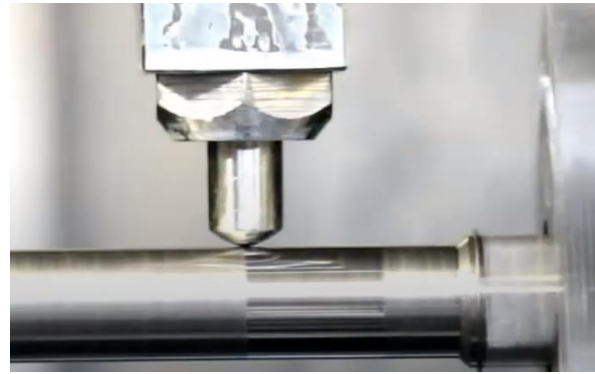


Рис. 1. Алмазное выглаживание

Диапазон значений радиальной силы во время обработки зависит от обрабатываемого материала. В случае превышения значений давления предела текучести материала, наблюдается пластическая деформация тонких поверхностных слоев. Это приводит к искажению исходной кристаллической решетки. При равномерном увеличении радиальной силы в допустимых диапазонах на поверхности обрабатываемой детали происходит сглаживание неровностей оставшихся от механической обработки и образование на поверхности детали нового микрорельефа. Высота неровностей после алмазного выглаживания имеет меньшие значения по сравнению с необработанной поверхностью (рис. 2). Это оказывает непосредственное положительное влияние на эксплуатационные качества детали, такие как стойкость к истиранию, коррозионная стойкость, усталостное сопротивление и др.

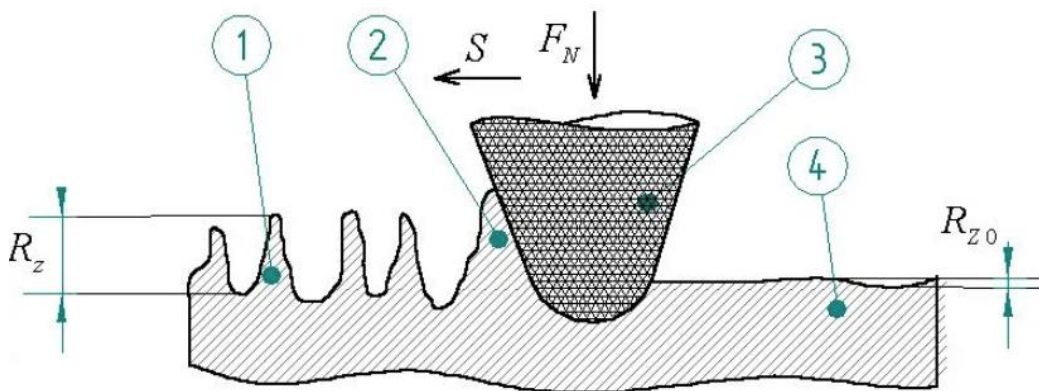


Рис. 2. Деформирование поверхности при алмажном выглаживании:
1 – микронеровности исходной поверхности, 2 – наплыв, 3 – выглаживатель,
4 – поверхность после выглаживания

Проведенные исследования в данном направлении выявили, что при проведении такой обработки изменению подвергается только поверхностный слой оставляя без изменений сердцевину детали. Однако радиальная сила является не единственным параметром влияющим на качество обработки. При проведе-

нии работ следует учитывать свойства материалов обрабатываемой детали это оказывает влияние на выбор скорости проведения обработки. Так например, при обработке деталей изготовленных из цветных металлов или сплавов скорость должна находиться в пределах 10 – 80 м/мин, а для деталей изготовленных из закаленных сплавов скорость должна быть 200 – 250 м/мин.

Проведение экспериментов позволили сделать вывод, что на качество обработки влияет усилие выглаживания и подача. Не значительно влияют число проходов и скорость обработки. Правильно выбранный режим обеспечивает снижение шероховатости в несколько раз ($Ra = 0,1 \dots 0,05$ мкм), повышение микротвердости на 5 – 60% (глубина наклепанного слоя составляет до 400 мкм). Кроме параметров алмазного выглаживания на окончательный вариант оказывает влияние предварительная обработка и термическая обработка. Результаты изменения микротвердости поверхности трения в зависимости от способов обработки представлены на рис. 3 - 5.

Результаты исследований позволяют сделать вывод, что максимальное значение микротвердости обработанных деталей наблюдается при проведении термообработки с последующим алмазным выглаживанием. Эффект увеличения микротвердости наблюдается у сталей различных марок и составляет 30 – 40%.

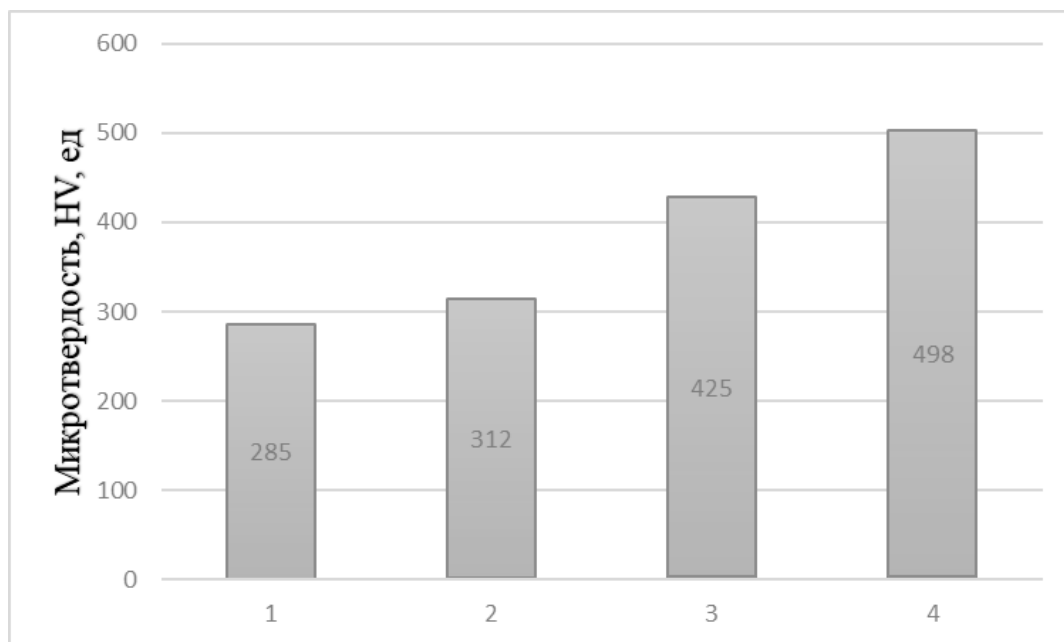


Рис. 3. Зависимость изменения микротвердости HV в зависимости от способа обработки стали 12X18H10T
1 – точение без термообработки, 2 – точение + алмазное выглаживание,
3 – термообработка, 4 – термообработка + алмазное выглаживание

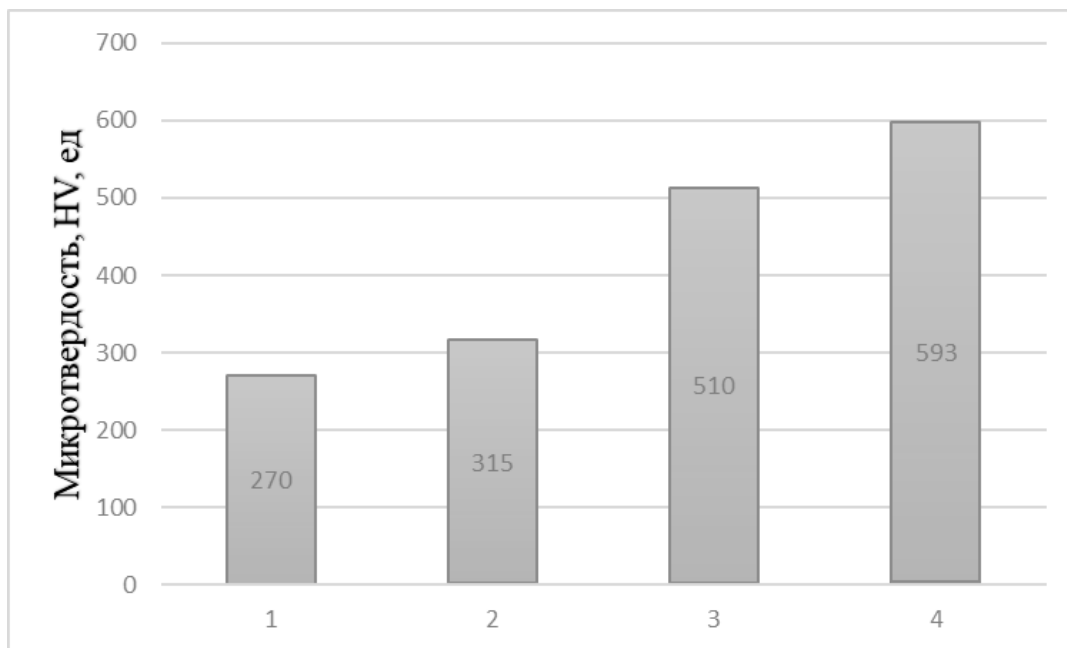


Рис. 4. Диаграмма изменения микротвердости HV в зависимости от способа обработки стали 40X13
1 – точение без термообработки, 2 – точение + алмазное выглаживание,
3 – термообработка, 4 – термообработка + алмазное выглаживание

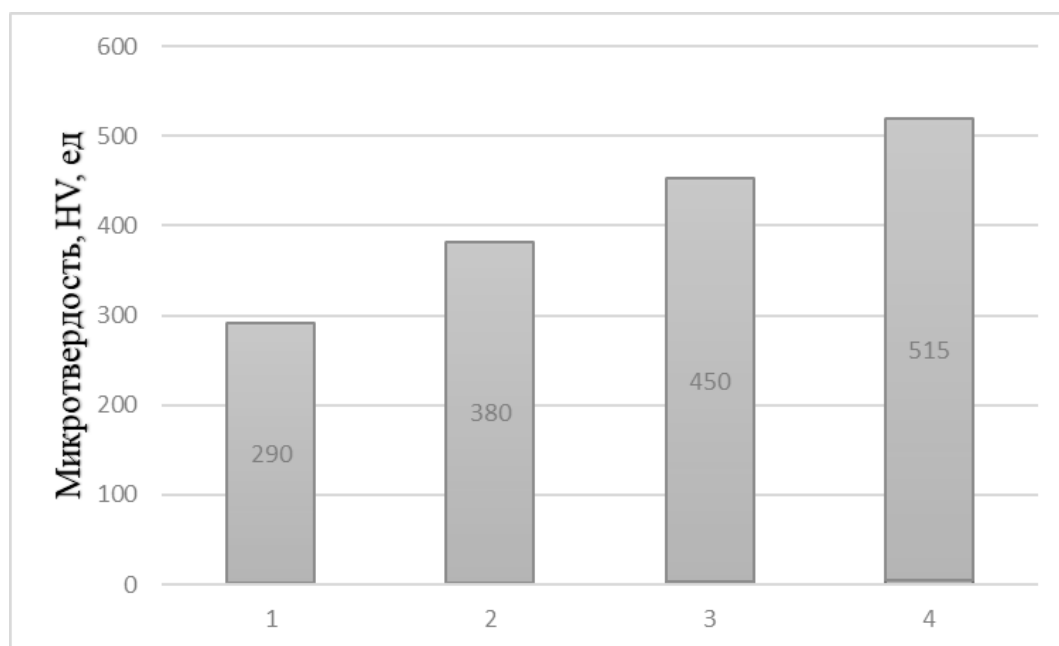


Рис. 5. Диаграмма изменения микротвердости HV в зависимости от способа обработки стали 45
1 – точение без термообработки, 2 – точение + алмазное выглаживание,
3 – термообработка, 4 – термообработка + алмазное выглаживание

Исследования влияния алмазного выглаживания на коррозионную стойкость деталей так же показали положительные результаты. Используя известную методику [5] определения стойкость сталей против межкристаллитной коррозии были получены зависимости представленные на рис. 6 – 8.

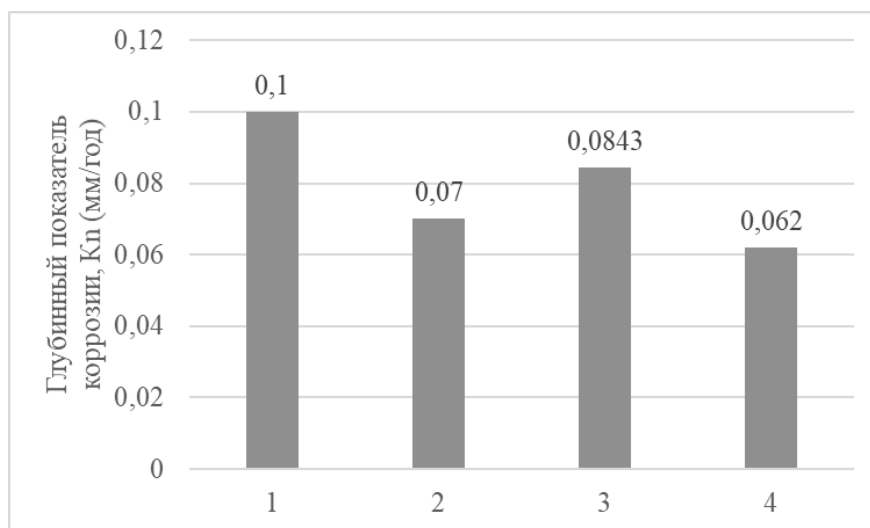


Рис. 6. Зависимость изменения глубинного показателя скорости коррозии от способа обработки стали 12X18H10T

1 – точение без термообработки, 2 – точение + алмазное выглаживание, 3 – термообработка, 4 – термообработка + алмазное выглаживание

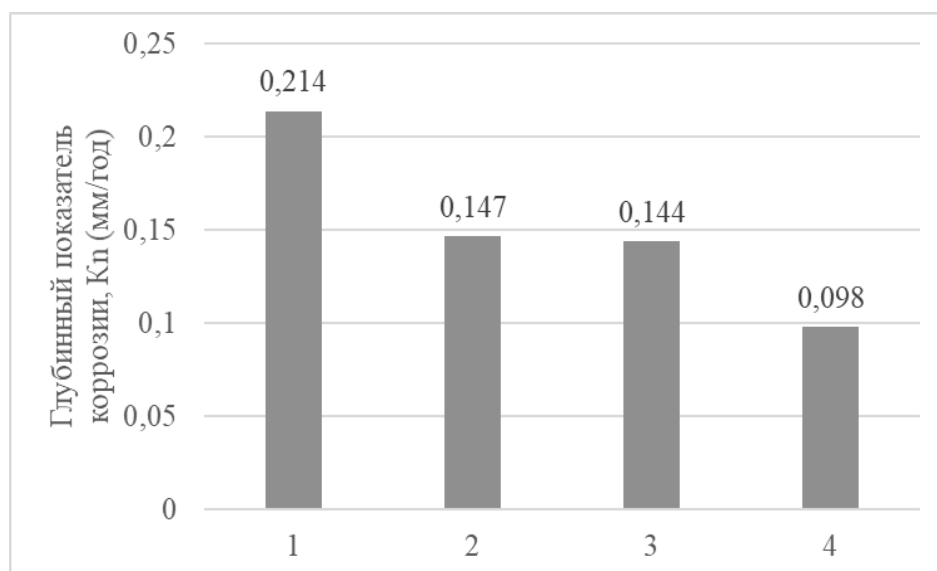


Рис. 7. Зависимость изменения глубинного показателя скорости коррозии от способа обработки стали 40X13

1 – точение без термообработки, 2 – точение + алмазное выглаживание, 3 – термообработка, 4 – термообработка + алмазное выглаживание

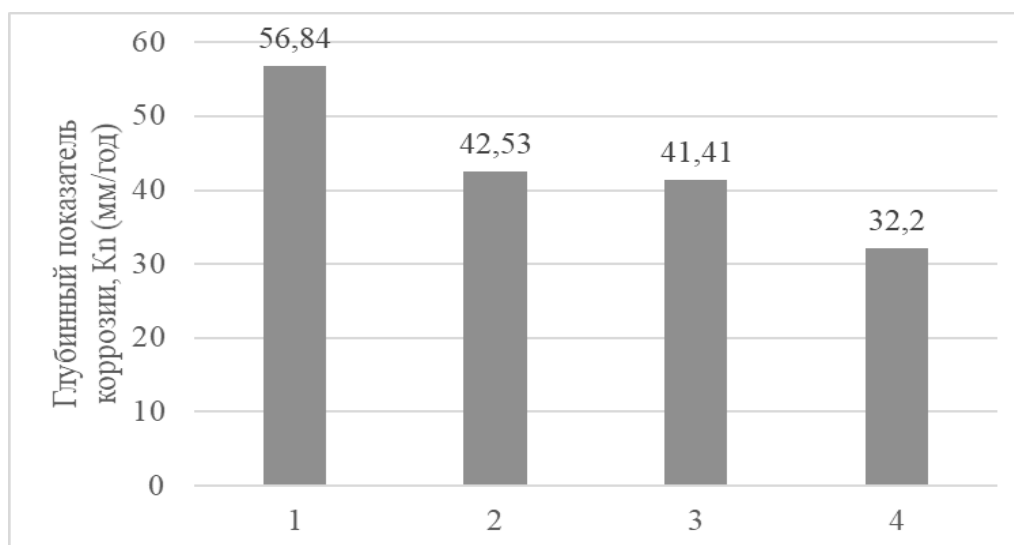


Рис. 8. Зависимость изменения глубинного показателя скорости коррозии от способа обработки стали 45

1 – точение без термообработки, 2 – точение + алмазное выглаживание, 3 – термообработка, 4 – термообработка + алмазное выглаживание

Как видно из диаграмм, термообработка и алмазное выглаживание значительно снижают глубинный показатель коррозии.

Таким образом можно сделать заключение, что способ механической обработки влияет на свойства поверхности деталей. Применение в качестве финишной обработки алмазное выглаживание позволит снизить шероховатость поверхностного слоя упрочнив его. Это положительно сказывается на коррозионной стойкости металлов из которых выполнены детали. Учитывая тот факт, что коррозия является одной из основных причин выхода из строя деталей пожарного насоса, можно сделать вывод, что ее снижение позволит продлить срок службы механизмов насоса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Патшев, Д.Д.* Отделочно-упрочняющая обработка поверхностным пластическим деформированием. – М.: Машиностроение, 1968. – 178 с.
2. *Волков А.В., Чернышев С.А.* Различные способы модификации поверхностей проточной части динамических насосов с целью повышения их эксплуатационных качеств // Радиоэлектроника, электротехника и энергетика: Тез. докл. двенадцатой Междунар. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов. - М., 2006. - Т. 3. – С. 281-282.
3. *Сорокин, В.М.* Повышение качества поверхности и долговечности деталей машин ударно-импульсной и комбинированной обработкой / В.М. Сорокин.- Н.Новгород: АТМ, 1996. - 246 с.
4. *Торбило В.М.* Алмазное выглаживание. – М.: Машиностроение, 1972 – 105 с.
5. *Маршаков И.К.* Термодинамика и коррозия сплавов. – Воронеж, 1983. 167 с.

УДК 614.84

Н. А. Таратанов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ПО ТЕРМИЧЕСКОМУ РАЗЛОЖЕНИЮ ОБЪЕКТОВ СУДЕБНОЙ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

В данной статье рассмотрены цели создания и область применения, а также структурные разделы справочной системы по термическому разложению органических полимерных материалов. База данных разработана в первую очередь для сокращения времени поиска и анализа необходимой информации по термической деструкции органических полимерных материалов при проведении судебной пожарно-технической экспертизы должностными лицами экспертных учреждений.

Ключевые слова: База данных, пожарно-техническая экспертиза, органический полимер.

N. A. Taratanov

DEVELOPMENT OF A DATABASE ON THERMAL DECOMPOSITION OF OBJECTS OF FORENSIC FIRE AND TECHNICAL EXPERTISE

This article discusses the goals of creation and scope of application, as well as the structural sections of the reference system for the thermal decomposition of organic polymer materials. The database was developed primarily to reduce the time needed to search and analyze the necessary information on the thermal destruction of organic polymer materials during forensic fire and technical expertise by officials of expert institutions.

Keywords: Database, fire-technical expertise, organic polymer.

При проведении пожарно-технических экспертиз сотрудники ИПЛ обращаются к множеству справочных данных и прикладных книг для получения необходимой информации, в частности по разложению органических полимерных материалов. Обобщение и преобразование информации, по деструкции полимерных материалов в справочную систему, поможет сотрудникам сократить время поиска необходимой информации, что в свою очередь сократит время проведения пожарно-технических экспертиз, а также упростит их проведение.

Анализируя статистику судебных пожарно-технических экспертиз на территории Российской Федерации за 5 лет, можно сказать, что из-за увеличивающегося количества производства судебных экспертиз увеличивается время их производства и составление сопутствующих документов. Так же возрастает

нагрузка на экспертов, которые проводят специальные пожарно-технические экспертизы [1-4].

Разработка справочной системы, а также обобщение и преобразование информации, по деструкции полимерных материалов в справочную систему, поможет сотрудникам сократить время поиска необходимой информации, что в свою очередь сократит время проведения пожарно-технических экспертиз, а также упростит их проведение.

Ввиду незначительного количества сведений в справочной системе по термической деструкции полимерных материалов, произведены исследования, используя, термогравиметрический анализ полимерных материалов на термическом анализаторе и получены сведения, которые легки в основу справочной системы по термической деструкции полимерных материалов.

Полимеры являются наиболее частым материалом, который исследуется при проведении пожарно-технических экспертиз и сбор информации по термическому разложению наиболее часто попадающих полимеров поможет в эффективности проведения экспертиз и сократит сроки проведения пожарно-технических экспертиз [1-3].

Анализ литературных данных показал, что в настоящее время для экспертного исследования после пожара изделий из полимеров, в основном, применяется термический анализ. Термический анализ представляет собой совокупность физико-химических методов исследования, основанных на измерении тепловых эффектов превращений, протекающих в образце при тепловом воздействии. К ним относятся дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК), дифференциальный термический анализ (ДТА), термогравиметрический анализ (ТГА), термомеханический анализ (ТМА), динамический механический анализ (ДМА), дилатометрия (ДИЛ) и диэлектрический анализ (ДА), отличающиеся измеряемой величиной и аппаратурным обеспечением. Эти методы обладают высокой информативностью, но, наряду с этим, и весьма существенными недостатками, связанными с высокой стоимостью оборудования, длительностью и трудоемкостью подготовки проб в лабораторных условиях, необходимостью глубоких специальных знаний физико-химических свойств органических полимерных материалов. Поэтому внесение сведений о полимере при проведении термогравиметрического анализа будет иметь высокую информативность, что в свою очередь обеспечит научное обоснование для экспертного заключения по производимой пожарно-технической экспертизе.

Широкое внедрение новых информационных технологий в экспертную практику способствует увеличению эффективности работы экспертных учреждений и улучшение качества судебных пожарно-технических экспертиз.

Целью работы является разработка справочной системы по термическому разложению органических полимерных материалов.

Так при помощи интернет ресурса «QUINTADB.RU» разработана База данных по термическому разложению органических полимерных материалов (см. рис. 1).

Справочная система по термическому разложению органических полимерных материалов

Данная справочная система создана на базе интернет ресурса: "QuintaDB" курсантом 421 учебной группы факультета техносферной безопасности Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России младшим лейтенантом внутренней службы Суматохиным Егор Евгеньевичем. Совершенствование справочной системы, а также обобщение и преобразование информации, по деструкции полимерных материалов в справочную систему, поможет сотрудникам сократить время поиска необходимой информации, что в свою очередь сократит время проведения пожарно-технических экспертиз, а также упростит их проведение.

Наименование материала *

Поливинилхлорид

Физико-химические свойства материала

Белый порошкообразный материал, не обладает запахом и вкусом;

Характеристика материала при термической деструкции

При температуре выше 140°C поливинилхлорид разлагается с выделением хлористого водорода,

Термогравиметрия

Выберите файл | Файл не выбран

Рис. 1. База данных по термическому разложению органических полимерных материалов

Создание справочной системы благодаря возможностям сайта, на котором составлялась База данных, не требует глубоких знаний в программировании. Инструменты для создания справочной системы представлены в очень простой и понятной форме.

В данной справочной системе отображена информация о физико-химических свойствах органических полимерных материалов, их характеристики при воздействии температуры и свойства при термической деструкции. Так же представлены термограммы зависимости массы от температуры, полученные в ходе исследования.

База данных состоит из нескольких полей, в которых содержится исчерпывающая информация о полимерных материалах и их свойства.

Так первым полем при справочной системы является «Наименование материала». В данном поле описывается общедоступное название полимерного материала с возможностью вариативного выбора этих материалов из имеющихся списка в справочной системе.

Вторым полем справочной системы по термической деструкции является «Физико-химические свойства материала». В данном поле описываются физи-

ческие и химические свойства исследуемого материала с основными характеристиками. Вся информация о свойствах полимерных материалов взята из большой энциклопедии нефти и газов.

Третьим полем в справочной системе является «Характеристика материала при термической деструкции». В данном разделе справочной системы описывается поведение материала и его характеристики при термическом разложении, результат воздействия температуры на полимерный материал.

Четвертым полем является «Термогравометрия». В данном поле находится файл с термогравометрической кривой, которая демонстрирует поведение органического полимера при воздействии на него высоких температур.

В заключении хотелось отметить, что полученные результаты исследования на термическом анализаторе могут быть использованы в рамках пожарно-технической экспертизы.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод, что использование справочной системы по термическому разложению органических полимерных материалов поможет ускорить производство судебных пожарно-технических экспертиз и уменьшит объем работы проводимый должностными лицами экспертных учреждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Плотникова Г.В.* Применение термоаналитических методов анализа при пожарно-технических исследованиях неорганических строительных материалов / Г.В. Плотникова, Л.В. Дашко, В.Ю. Ключников // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. 2011. № 1. С. 69–79.

2. Применение термического анализа при исследовании и экспертизе пожаров: метод. рекомендации / Е.Д. Андреева, М.Ю. Принцева, С.А. Кондратьев [и др.]. – Москва: ВНИИПО, 2013. 59 с.

3. *Дашко Л.В.* Применение метода термического анализа в экспертной деятельности / Л.В. Дашко, Г.В. Плотникова // Деятельность правоохранительных органов в современных условиях: материалы XIX Междунар. науч.-практ. конф., Иркутск, 29-30 мая 2014 г. Иркутск, 2014. С. 248–251.

4. Громова Е.С., Лапшин С.С., Таратанов Н.А. Компьютерное моделирование пожара в целях пожарно-технической экспертизы. Сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности «Пожарная и аварийная безопасность», Иваново, 29-30 ноября 2018 года, 2018, С. 72-75.

УДК 614.841

Н. А. Таратанов, Е. В. Карасев

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ГИРОСКУТЕРОВ

В работе разбираются основные причины возникновения пожара при аварийном режиме работы популярных гироскутеров и электросамокатов, т.к. в них имеют место быть несколько источников зажигания, которые могут привести к возникновению горения.

Ключевые слова: гироскутер, электросамокат, пожар, аккумуляторная батарея, аварийный режим.

N. A. Taratanov, E. V. Karasev

FIRE HAZARD OF ELECTRIC GYROSCUTERS

The paper examines the main causes of fire during emergency operation of popular gyrocutters and electric scooters, because there are several ignition sources in them that can lead to gorenje.

Keywords: gyro scooter, electric scooter, fire, battery, emergency mode.

На сегодняшний день уровень развития общества сопровождается появлением большого количества потенциальных источников зажигания, что приводит к усложнению анализа условий, вызывающих возникновение пожаров. Актуальность работы обусловлена тем, что с ростом популярности гироскутеров и электросамокатов увеличилось и число пожаров, которые возникают при воспламенении их литиевых батарей.

По словам экспертов, возгорание происходит из-за перегрева аккумулятора, причины которого – длительная зарядка или короткое замыкание. И это происходит по причине несоблюдения простых правил пожарной безопасности устройства и эксплуатации электрооборудования. 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 [1, 2].

Практическая ценность работы состоит в том, что выводы, сделанные в выпускной квалификационной работе, могут быть использованы для разработки научно-обоснованных рекомендаций по совершенствованию методов и методик используемых при установлении причины пожаров и путей их распространения, а внедрение которых позволит повысить эффективность судебно-экспертной и деятельности ФПС МЧС России по преступлениям, связанным с пожарами [1-4].

В гироскутерах и электросамокатах имеют место быть несколько причин, которые могут привести к возникновению горения:

- 1) Первая - низкое качество пайки проводов. И как следствие повреждение соединений может привести к короткому замыканию внутри корпуса.
- 2) Вторая - тепловыделение в результате аварийного режима работы контактных элементов корпуса (короткого замыкания, большого переходного сопротивления).
- 3) Третья - тепловыделение (искры) при аварийном режиме работы аккумуляторной батареи.
- 4) Четвертая - использования в устройстве аккумулятора низкого качества.
- 5) Пятая - некачественная изоляция, не соответствующая необходимым значениям.

Поскольку при производстве гироскутеров используются литий-ионные батареи, то при их повреждении литий соприкасается с воздухом, содержащим кислород. При таком соединении образуется быстроспламеняющаяся смесь, высвобождающая значительное количество энергии. Это и становится причиной взрыва устройства.

Основная проблема, приводящая к взрыву аккумуляторов это чрезмерный разогрев электролита из-за превышения допустимой температуры или вследствие короткого замыкания внутри аккумуляторной ячейки. Цепная реакция легко инициируется внутри перегревшейся ячейки, ведь щелочной металл литий очень легко воспламеняется, вследствие чего батарея вздувается и в худшем случае взрывается. И даже несмотря на наличие «внимательного» контроллера, случайный заводской брак (недостаточная толщина изолятора между ячейками) может иметь место и привести к печальным последствиям. Конечно, опасны удары, пробои, проколы, перегрев на солнце, при этом внутри может произойти нарушение изолятора, и в дальнейшем это возможно приведет к внезапной неприятности, даже без явного перегрева.



Рис. 1. Внешний вид не подверженных горению гироскутеров

Таким образом, самовозгорание в данных конкретных условиях вышеуказанных горючих материалов вполне возможно (рис. 2 и 3).



Рис. 2. Вид начальной стадии горения гироскутера



Рис. 3. Вид стадии пламенного горения электронного сигареты

Электрические провода имеют в основном поливинилхлоридную изоляцию, при этом поливинилхлорид - трудногорючий материал и распространять горение по поверхности, вроде бы, не должен, но чистый ПВХ - жесткий, неудобный в эксплуатации материал и поэтому для придания изоляции гибкости, морозостойкости и других необходимых качеств в нее добавляют в значительном количестве (до 40 %) пластификаторы, а такие добавки резко повышают горючесть изоляции.

Из выше сказанного следует, что аккумуляторы чаще всего являются Li-ion. Недостаточный уход за аккумулятором может спровоцировать взрыв прибора. Со временем в батарее может накапливаться жидкость (конденсат), влекущая замыкание в приспособлении, а также грязь. Некорректный уход может заключаться в неправильном подходе к процессу зарядки батареи, а также её эксплуатации (например, игнорировании соблюдения температурного режима или повреждении изоляции самой батареи). Опасность того, что, возможно, будет взрыв можно определить по вздувшемуся аккумулятору или несвойственному нагреву корпуса гироскутера в результате аварийного режима работы контактных элементов корпуса. Также может вызвать аварийный режим в аккумуляторной батарее, низкокачественные или поврежденные батареи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Оценка эффективности деятельности органов дознания ГПН ФПС. Журнал «Современные проблемы гражданской защиты». 2019. № 3 (32). С. 61-71.

2. Карасев Е.В., Таратанов Н.А., Бирюкова И.А. Оценка эффективности деятельности сотрудников и работников судебно-экспертного учреждения. Журнал «Современные проблемы гражданской защиты». 2020. № 1 (34). С. 84-93.

3. Чешко И.Д. Технические основы расследования пожаров. Методическое пособие, -М.: ВНИИПО, 2002.- 330с.

4. Применение инструментальных методов и технических средств в экспертизе пожаров: Сборник методических рекомендаций / Под ред. И.Д. Чешко и А.Н. Соколовой. СПб, СПб филиал ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2008 – 279 с.

УДК 621.9

С. М. Убайдатов¹, Н. С. Горячев¹, Е. В. Зарубина¹, Т. В. Шмелева²

¹Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина*

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИХ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ

Устройство по обследованию систем противопожарного водоснабжения на водоотдачу с определением прочностных характеристик соединений. Применяется пожарная колонка.

Ключевые слова: Обследование, система водоснабжения, пожарная колонка, надежность системы водоснабжения.

N. S. Goryachev, Ubaydatov, E. V. Zarubina, T.V. Chmeleva

RESEARCH OF DEVICES FOR INSPECTION OF FIRE-FIGHTING WATER SUPPLY SYSTEMS AND DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS FOR THEIR IMPROVEMENT

A device for the inspection of fire-fighting water supply systems for water recovery with the determination of the strength characteristics of the joints. A fire column is used.

Keywords: Inspection, water supply system, fire pump, reliability of the water supply system.

Предлагаемый вариант пожарной колонки с расходомером необходимо рассчитать на прочность соединений в области фланца и резьбы и подобрать оптимальные параметры для данных соединений. Для этого мы смоделировали и рассчитали пожарную колонку со вставкой расходомера в программе Solid-Works.

В начале смоделировали корпус колонки. Первым шагом является создание новой детали и сохранение её названия. Далее открыли новый файл нажатием на иконку «Создать» и выбрали новый (рис.1).

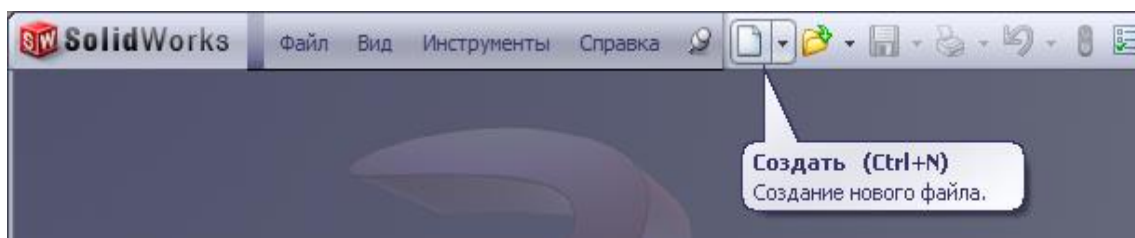


Рис. 1. Работа в программе SolidWorks

Вторым шагом было создание эскиза колонки (рис.2) Для этого создали базовую заготовку колонки. Эскиз который стали использовать для операции «Вытянутая бобышка/основание».

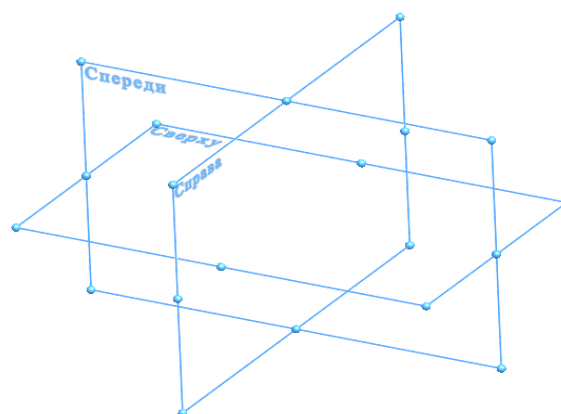
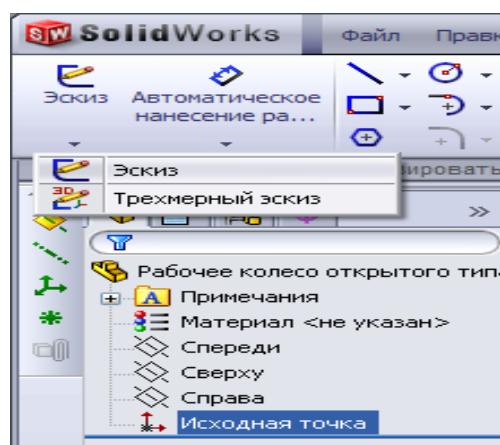


Рис. 2. Создание эскиза колонки

Колонка состоит из деталей. Чтобы выполнять свои функции в колонке детали соединяются между собой определенным образом, образуя *подвижные и неподвижные соединения*. Подвижные соединения определяют кинематику колонки, а неподвижные – позволяют расчленить колонку на отдельные элементы, детали.

С точки зрения общности расчетов все соединения делят на две большие группы: *неразъемные и разъемные* соединения.

Для того, что бы рассчитать резьбовое соединение рассмотрели все достоинства их и недостатки.

Достоинства:

- высокая надёжность;
- технологичность;
- возможность регулировки силы сжатия;
- возможность создания больших осевых нагрузок при относительно низких усилиях на инструменте (ключе);
- удобство сборки и разборки;
- простота конструкции и возможность точного изготовления;

Недостатки:

- большая неравномерность распределения нагрузки по виткам резьбы (первый виток воспринимает, как правило, до 55% приложенной к соединению осевой нагрузки);
- склонность к самоотвинчиванию при воздействии знакопеременных осевых нагрузок;
- ослабление соединения и быстрый износ резьбы при частых разборках и сборках.

Надежность соединений зависит от технического уровня конструкции в целом, качества крепежных деталей, условий сборки, длительного сохранения необходимого усилия предварительной затяжки в период эксплуатации. ГОСТ Р ИСО 898-2-2013 устанавливают основные силовые параметры резьбовых соединений: минимальную разрушающую P_r , N и пробную нагрузку N_p , N . Усилие предварительной затяжки Q , на которое производится затяжка резьбового соединения, обычно принимается в пределах 75...80% , в отдельных случаях и 90%, от пробной нагрузки. Существует несколько способов затяжки резьбовых соединений: затяжка до определенного момента, затяжка до определенного угла, затяжка до предела упругости и другие.

В зависимости от степени ответственности соединений назначаются классы резьбовых соединений и соответствующие им величины максимальных и минимальных моментов затяжки, объема их контроля (проверки). Класс 1-й (особо ответственные соединения) $M_{кр} \pm 5\%$ и класс 2-й (ответственные) $M_{кр} +5...-15\%$ имеют объем контроля затяжки 100%. Класс 3-й (общего назначения) $M_{кр} +5...-35\%$ и класс 4-й (малоответственные соединения) $M_{кр} +5...-65\%$ контролируют периодически согласно техдокументации.

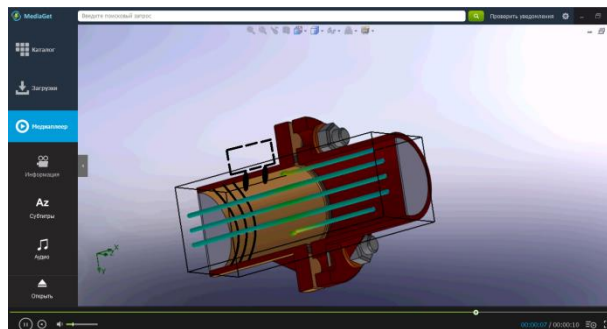


Рис. 3. Промежуточный этап просмотра

Номинальный крутящий момент рассчитали по формуле:

$$M_{кр} = 0,001Q \cdot [0,16P + \mu_p \cdot 0,58d_2 + \mu_t \cdot 0,25(d_t + d_0)], \quad [1]$$

где μ_p – коэффициент трения в резьбе;

μ_t – коэффициент трения на опорном торце;

d_t – диаметр опорной поверхности головки болта или гайки, мм;

d_0 – диаметр отверстия под крепежную деталь, мм;

P – шаг резьбы, мм;

d_2 – средний диаметр резьбы, мм.

Наибольшее влияние на затяжку соединений оказывают условия контактного трения в резьбе и на опорной поверхности, зависящие от состояния контактных поверхностей, вида покрытия, наличия смазочного материала, отклонение от перпендикулярности опорного торца и оси резьбы, скорости завинчивания и др. Значения коэффициента трения в реальных условиях сборки можно лишь прогнозировать. Как показывают многочисленные эксперименты, они не стабильны. Для понимания и правильного назначения режимов сборки резьбовых соединений важно знать, на что расходуется $M_{кр}$. Три составляющие момента затяжки (согласно формуле) отражают их доли, идущие на создание усилия затяжки (12...15%), на преодоление сил трения в резьбе (32...39%) и на преодоление сил трения под головкой болта или под гайкой (47...54%). Как видим, на создание усилия затяжки расходуется меньшая доля от $M_{кр}$. В расчётах обычно принимают, что коэффициенты трения в резьбе и на опорном торце примерно равны.

При применении соединений с фланцевыми болтами и гайками учитывали влияние на момент затяжки увеличенной опорной поверхности под головкой. Момент увеличили на 10-15%, чем без фланца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полякова Е. В., Полякова А.М., Комельков В. А., Наумов А. Г., Ретин Д.С. 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.

2. Полякова Е. В., Комельков В. А., Полякова А.М., Сайбель С.Ю., Колбашов М. А. 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 614.842:621.31

М. С. Упит, А. З. Барасов, П. А. Воробьев, С. Н. Ульева, А. Л. Никифоров
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ И СРОКОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК НА ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ

Срок службы электропроводок и их безопасная эксплуатация во многом зависят от состояния изоляционных материалов входящих в состав электрокабельных изделий. Неисправность и нарушения правил эксплуатации электроустановок являются основными причинами возникновения пожаров. Своевременное выявление физических дефектов и нарушений нормативных и технических требований к изоляции проводок позволит предупредить возникновение пожаров и аварий, вызванных электротехническими причинами.

Ключевые слова: Изоляция, напряжение, возгорание, воздействия окружающей среды.

M. S. Upit, A. Z. Barasov, P. A. Vorobyev, S. N. Uleva, A. L. Nikiforov

INFLUENCE OF CONDITIONS AND TERMS OF OPERATION OF ELECTRICAL WIRING ON CHANGES IN FIRE HAZARD INDICATORS

The service life of electrical wiring and their safe operation largely depend on the condition of the insulating materials included in the electrical cable products. Malfunction and violations of the rules of operation of electrical installations are the main causes of fires. Timely detection of physical defects and violations of regulatory and technical requirements for the insulation of wiring will prevent the occurrence of fires and accidents caused by electrical reasons.

Keywords: Insulation, voltage, ignition, environmental influences.

Известно, что выбор и эксплуатация электроустановок во многом зависят от условий эксплуатации, повышенная влажность, воздействие тепла, светового излучения, радиации, кислорода воздуха, химически агрессивных сред негативно отражаются не только на контактных частях электроустановок, но и на состоянии электроизоляционных материалов приводя к преждевременному старению и износу изоляции [11]. Анализ причин пожаров показывает, что наиболее существенное место среди них занимают нарушения правил эксплуатации электрооборудования. В подавляющем большинстве случаев причинами высо-

кой пожарной опасности электрического оборудования являются нарушение правил монтажа и эксплуатации, а также износ и старение изоляции [1, 11].

Под старением изоляции понимается ее высыхание, потеря эластичности и постепенный переход в хрупкое состояние, приводящее к снижению механической прочности. Потеря механической прочности диэлектрического покрова токоведущих жил приводит к электрическому пробую и может стать причиной развития аварийного пожароопасного режима работы. Процесс старения и разрушения изоляции происходит не внезапно, а, как правило, с течением времени. Электрическая прочность новой изоляции в начале процесса старения возрастает из-за удаления влаги. Затем прочность начинает понижаться, но не падает выше первоначального значения до тех пор, пока не улетучится пластификатор, что приводит к потере механической прочности и электрическому пробую. Таким образом, становится очевидным, что время в течении которого изоляция выполняет свое функциональное назначение зависит не только от ее материала, но и от условий эксплуатации. Наиболее значимым критерием, влияющим на износ электроизоляции, является тепловое воздействие, причем на физико-механическое состояние изоляции влияют как температурные воздействия внешней среды, так и выделение тепла в контактных частях электроустановки.

Цель представленной работы заключалась в проведении оценки влияния условий и сроков эксплуатации электропроводок на изменение показателей пожарной опасности. Поскольку электропроводки представляют собой сложную многокомпонентную структуру, то исследование этого вопроса следует начать с оценки опасности полимерных электроизоляционных материалов входящим в конструкцию электропроводок для последующей разработки научно-обоснованных подходов к выявлению дефектов и повышению уровня пожарной безопасности электрокабельных линий, эксплуатируемых на объектах защиты.

Используемые в настоящее время данные о пожарной опасности электроизоляционных материалов и методах их оценки не в полной мере соответствуют современным требованиям и нуждаются в корректировке, что позволит дополнить и обновить информацию, и, тем самым, снизить количество пожаров от электроустановок [12].

Существует огромное количество стандартизированных методов оценки состояния изоляции, однако диагностика, предусмотренная большинством из этих методов, требует использования специальных дорогостоящих приборов, навыков и умений их применения специально обученным персоналом, а также особых условий проведения [8].

Известно, что практически все испытания электроизоляции проводятся только на поверенном сертифицированном оборудовании, непосредственно на заводе-изготовителе. При этом очень часто монтаж электропроводов в частном секторе (а именно здесь наблюдается наибольшее количество пожаров) производится неквалифицированным персоналом, который не отслеживает качество

используемых материалов. В частных домовладениях в процессе эксплуатации контроль за состоянием проводок в лучшем случае сводится лишь к внешнему визуальному осмотру, чего явно недостаточно. Поэтому мы считаем важным определение критериев выявления недостатков. Основными свойствами и параметрами электроизоляционных материалов являются: удельное объемное сопротивление, удельное поверхностное сопротивление, диэлектрическая проницаемость, электрическая прочность, гигроскопичность, влагостойкость, жаростойкость и другие.

Таким образом, необходимость оценки пожарной опасности применяемых электроизоляционных материалов в зависимости от их качества, а также изменения данных характеристик, происходящих в процессе эксплуатации, является актуальной задачей, направленной на обеспечение пожарной опасности объектов защиты и снижения пожарного риска. Кроме того, большой научный и практический интерес представляет работа по анализу существующих методов диагностики электрооборудования для оценки пожароопасных свойств материалов и веществ, цель которых заключается в научно обоснованном выборе новых методов прогнозирования и оценки пожарной опасности [8].

На наш взгляд в качестве сравнительного метода оценки качества электроизоляционных материалов, позволяющего также оценить их пожарную опасность, может быть использован термический анализ.

Термический анализ (термография) применяется для изучения свойств вещества и процессов, протекающих при нагревании и охлаждении анализируемого объекта по заданной программе; он проводится с помощью специальной аппаратуры, и основным его техническим результатом являются термические кривые – термограммы, которые зависят, главным образом, от химического состава и структуры исследуемого объекта [9].

Для получения термогравиметрических кривых определяется потеря массы (выгорания) анализируемого вещества в процессе нагревания до высоких температур. Получаемая таким образом зависимость называется простой или интегральной и показывается всю потерю массы от начала и до конца нагрева [10].

В качестве объектов исследования были выбраны наиболее широко применяемые в частном секторе марки проводов различных производителей. Качество четырех из них было подтверждено соответствующими сертификатами, а на один из образцов продавец не смог представить какой либо информации. При помощи прибора TGA 8000 нами был проведен анализ электроизоляции, выполненной из ПВХ, на образцах пяти проводок, выпускаемых различными предприятиями и представленными в различных торговых сетях г. Иваново.

В результате проведенного исследования был получен набор термогравиметрических зависимостей для каждого из образцов. Пример такой термогравиметрической зависимости приведен на рис.1.

Для проведения сравнительного анализа пожарной опасности исследованных образцов, полученные экспериментальные результаты были обработаны и представлены в виде выборки показателей температуры и значений потери массы (TG).

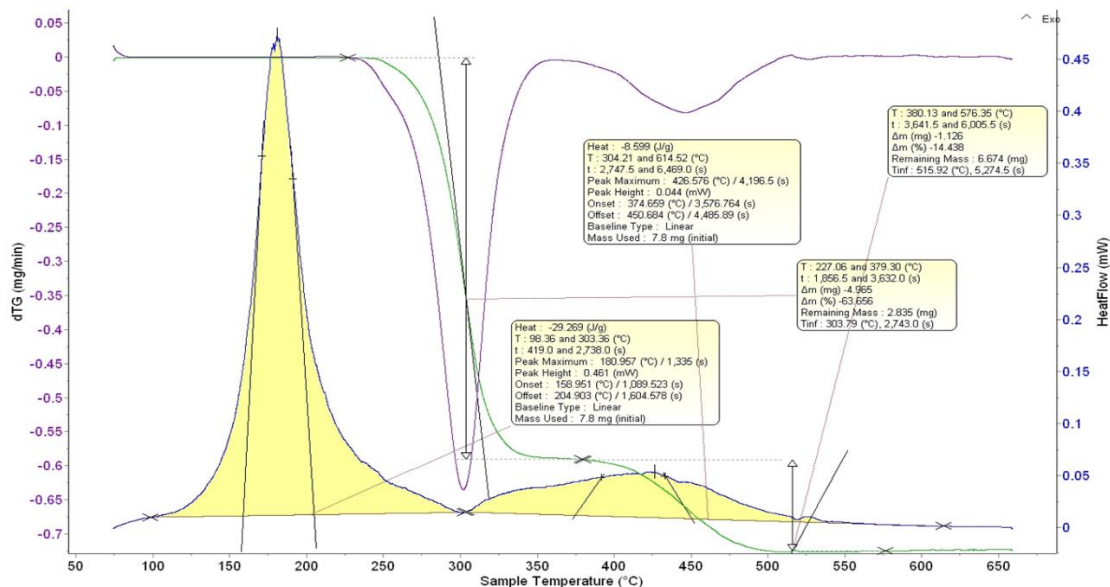


Рис. 1. График зависимости значения TG от температуры

Полученные результаты показывают практическую возможность использования термогравиметрического метода для осуществления оценки пожарной опасности электроизоляционных материалов. Таким образом, метод может быть распространен на проведение оценки качества проводок, находящихся в эксплуатации. Отметим тот факт, что полимеры, используемые в качестве электрической изоляции с течением времени теряют свои свойства. Разрушение изоляции происходит под действием множества факторов, которые условно можно разделить на естественные и эксплуатационные. Например, ПВХ изоляция кабеля при длительной эксплуатации постепенно теряет пластификаторы, что приводит к «пересыханию» и растрескиванию изоляции. Солнечный свет, то есть ультрафиолетовая часть спектра, осадки, резкое понижение температуры также негативно влияют на изоляцию, приводя к ее старению, что выражается в ухудшении диэлектрических показателей и снижении механических характеристик [2]. В результате нарушения изоляции возникает опасность поражения человека электрическим током, а также вероятность возникновения коротких замыканий с последующим пожаром. Используя предложенный метод все эти негативные последствия износа и старения изоляции можно диагностировать и предупредить.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы, что термогравиметрический метод может быть рекомендован для анализа и оценки пожарной опасности изоляционных материалов электрокабельных изделий. В дальнейших наших исследованиях мы планируем провести ряд исследований смоделировав экспериментально влияние окружающей среды на электроизоляцию. На основании исследований будут получены новые данные о пожарной опасности электроизоляционных материалов, что позволит обеспечить контроль за состоянием электрокабельных линий и повысить пожарную безопасность их эксплуатации.

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.: Карта Молдавия, 1989. - 285 с.
3. *Зыков В. И., Малашенков 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. Пожары и пожарная безопасность в 2011 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В. И. Климкина. - М.: ВНИИПО, 2012, - 137 с.: ил. 40.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2014 году: Статистический сборник. Под общей редакцией А. В. Матюшина. - М.: ВНИИПО, 2015, - 124 с.: ил. 40.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2016 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д. М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2017, - 124 с.: ил. 40.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д. М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2019, - 125 с.: ил. 42.
8. *Смелков Г.И.* Пожарная безопасность электропроводок. – М.: ООО «Кабель», 2009. - 328 с.
9. *Хабас Т. А., Кулинич Е. А., Егорова Е. Ю.* Термогравиметрический метод исследования силикатных материалов. Томск 2007 г. - 19с.
10. Термогравиметрический анализ. Руководство для начинающих. - 22с.
11. Исследование электрофизических характеристик полимерной изоляции при действии температуры и пластовой жидкости. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Д. М. Ефанова. 2016г.
12. Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций. Учебное пособие. Уральский федеральный университет. 2015. – 66 с.

УДК 614.842.8

В. А. Шишкин, К. В. Семенова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Рассмотрены вопросы обеспечения пожарной безопасности трансформаторных подстанций, выявлены проблемные вопросы, предложены пути решения ряда проблем.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, пожар, трансформаторная подстанция, пожарная опасность, система обеспечения пожарной безопасности, нормативное правовое регулирование.

V. A. Shishkin, K. V. Semenova

ENSURING FIRE SAFETY OF TRANSFORMER SUBSTATIONS

The issues of ensuring fire safety of transformer substations are considered, problematic issues are identified, and ways to solve a number of problems are proposed.

Keywords: emergency situation, fire, transformer substation, fire hazard, fire safety system, regulatory legal regulation.

Энергетика воспринимается сегодня не только как один из жизнеобеспечивающих секторов экономики, но и как главный фактор успешного экономического развития, социального и научно-технического прогресса, как важнейшее условие перехода к высокому стандарту и уровню жизни. Исследования различных международных организаций показывают, что современный этап развития человечества характеризуется назреванием новой научно-технической революции. Ее признаки отчетливо видны в области информатики, вычислительной техники и автоматизации, космоса, общей физики и астрономии, биологии и генной инженерии, во многих других направлениях научной и технологической деятельности человека.

Вместе с тем ясно, что среди многочисленных проблем выживания человечества в XXI веке решающей будет проблема энергообеспечения. Интеллектуальные, финансовые, материальные и технологические ресурсы стран все в большей мере станут концентрироваться на проблемах оптимизации энергобаланса, поиска новых источников энергии, совершенствования

энергетической инфраструктуры и технологий, энергосбережения и охраны окружающей среды. На эти цели государства будут вынуждены постоянно увеличивать выделяемую долю своего валового национального продукта.

По состоянию на начало 2020 года в нашей стране общее количество организаций энергетики составило более 1 млн 200 тыс., в табл. 1 представлены выборочные данные.

Таблица 1. Объекты топливно-энергетического комплекса [3]

Общее число поднадзорных объектов электроэнергетики	– 962,9 тыс. ед.
Электрических подстанций	– 846,7 тыс. ед.
Линий электропередачи, всего, в том числе:	– 4887,5 тыс. км
напряжением до 1 кВ	– 2517,3 тыс. км
напряжением от 1 до 110 кВ	– 2142,2 тыс. км
напряжением 220 кВ и выше	– 228 тыс. км

Однако, необходимо учитывать, что в настоящее время имеет место физически изношенное и морально устаревшее оборудование, нестабильность топливообеспечения электростанций из-за кризиса в добывающих отраслях, резко обострившаяся проблема неплатежей потребителей электрической энергии и т.п.

В связи с этим сегодня энергосистема России находится в чрезвычайно сложном положении, перечислим причины сложившейся ситуации:

- сокращение потребления электроэнергии в стране в течении последних лет;
- хронические неплатежи за электроэнергию последних лет не позволяют своевременно пополнять запасы топлива, необходимые для нормальной работы тепловых электростанций;
- увеличались удельные расходы топлива на ТЭС, возросли потери электроэнергии в сетях;
- требует срочной модернизации устаревшее оборудование.

Безусловно, электроэнергетическая отрасль в Российской Федерации долгое время развивалась и существовала под эгидой единственной государственной компании. Естественно, что в таких экономически тепличных условиях конкурентное ведение энергетического хозяйства абсолютно не интересовало руководителей данной компании. Для определения затрат на те или иные мероприятия, в том числе на обеспечение пожарной безопасности, различными НИИ на основе плановых экономических показателей разрабатывались специальные нормы, которые никоим образом не учитывали современные технологии и тенденции развития отрасли. В результате уже после реформы РАО ЕЭС и внедрения рыночной модели пришлось оперировать разработанными в те годы техническими стандартами, лишь незначительно доработанными в наше время [2].

Возрождение отечественной промышленности, наведение порядка в финансовой системе позволит приступить к нормальной созидательной работе и развернуть деятельность по восстановлению функционирования объединенной электроэнергетической системы, увеличению производства электроэнергии, повышению надежности и экономичности энергосистем России.

И действительно, в последние годы наметился рост потребления электроэнергии. Это произошло за счёт некоторого подъёма промышленного и сельскохозяйственного производства, а также, за счёт широкого применения населением различных бытовых электроприборов.

Задача электроснабжения потребителей заключается в бесперебойном обеспечении последних качественной электроэнергией становится ещё более актуальной.

В табл. 2 представлены статистические данные по данным МЧС России за 2020 год.

Таблица 2. Статистические данные по пожарам за 2020 год [4]

Причина, по которой возник пожар		Абсолютные данные за 12 месяцев 2020 г.		+ или - в % к Пр. г.	Процент от общих данных по России
		Пр. г.	Тек. г.		
Неисправность производственного оборудования, нарушение технологического процесса производства	кол-во пожаров, ед.	794	905	14,0	0,2
	погибло людей при пожарах, чел.	27	13	-51,9	0,2
	травм. людей при пожарах, чел.	66	83	25,8	1,0
НПУиЭ электрооборудования	кол-во пожаров, ед.	49638	51930	4,6	11,8
	погибло людей при пожарах, чел.	2034	1942	-4,5	23,4
	травм. людей при пожарах, чел.	2461	2323	-5,6	27,6

Из данных таблицы видим, что количество пожаров, в той или иной степени, связанных с электрооборудованием не снижается.

Трансформаторная подстанция является объектом, создающим повышенную опасность для населения.

Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденными приказом Минэнерго России от 13 января 2003 г. № 6, определено: трансформаторная подстанция – это электрическая подстанция, предна-

значенная для преобразования электрической энергии одного напряжения в электрическую энергию другого напряжения с помощью трансформаторов.

Пожар на трансформаторной подстанции в первую очередь опасен тем, что может разгерметизироваться бак с трансформаторным маслом. Последствия могут быть катастрофическими. Возможен взрыв, выделение ядовитых веществ, розлив горючих жидкостей. Помимо опасности для людей любое возгорание трансформатора вызывает повреждение дорогого энергетического оборудования и, как следствие, отключения в энергосистеме и существенный экономический ущерб. Более 20 % всех пожаров на подстанциях занимает маслonaполненное оборудование – силовые выключатели и трансформаторы. Естественно, что вопрос обеспечения пожарной безопасности на таких объектах стоит особенно остро.

В этой связи назревает вопрос о модернизации трансформаторных подстанций, о реконструкции тех из них, которые имеют большой срок эксплуатации. На тех подстанциях, где реконструкция не требуется, необходимо добиться устойчивого функционирования, за счёт грамотно выстроенной системы обеспечения пожарной безопасности [1].

Необходимо понимать, что отключение подстанции только районного значения приводит к экономическим потерям, выводит общество из повседневного ритма жизни, приводит к раннему износу электроустановок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123 Технический регламент «О требованиях пожарной безопасности». [Электронный ресурс]:// СПС «Консультант плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/>. (Режим доступа свободный, дата обращения 12.03.2021).

2. *Мироненко Ярослав*. «Пожарная безопасность трансформаторного оборудования электрических подстанций: зарубежные стандарты и практика»// [Журнал «Технологии защиты» № 4, 2017](#).

3. Государственный доклад «О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2019 году» / – М.: МЧС России. ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2020, 360 с.

4. Статистические данные о пожарах (загораниях) в Российской Федерации за 2020 год. МЧС России.

УДК 331.461.2

В. Р. Шуваева, В. Б. Баракнина

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА

В данной статье установка каталитического крекинга рассматривается как опасный производственный объект. Проведен сравнительный анализ аварийности на установках данного типа, расположенных на территории Российской Федерации. Разработаны предложения по повышению уровня промышленной безопасности при эксплуатации установок каталитического крекинга.

Ключевые слова: каталитический крекинг, промышленная безопасность, аварийность, методика оценки уровня опасности.

V. R. Shuvaeva, V.B. Barakhnina

INCREASING THE LEVEL OF INDUSTRIAL SAFETY DURING THE OPERATION OF A CATALYTIC CRACKING UNIT

In this article, the catalytic cracking unit is considered as a hazardous production facility. An analysis of accidents at the facilities was carried out and proposals were developed to improve the level of industrial safety during the operation of a catalytic cracking unit.

Key words: catalytic cracking, industrial safety, accident rate, hazard assessment method.

Процесс каталитического крекинга на сегодняшний день является одним из основных для получения высокооктанового бензина и дизельного топлива. Спрос на топливо с каждым годом возрастает, а значит и сам процесс непрерывно развивается. Однако данный производственный объект является опасным, так как технологический процесс проводится при высоких температурах и давлении, а сырье и продукты обладают опасными и вредными свойствами. Таким образом, обеспечение безопасности при эксплуатации установок каталитического крекинга является важнейшим условием для сохранения здоровых условий труда. При нарушении правил безопасности и отклонении от регламентированного режима работы на установке каталитического крекинга может произойти инцидент или авария.

В период с 2016 по 2020 г. на установках каталитического крекинга произошло 6 аварий. Данные по авариям представлены на рис. 1 и в табл. 1.

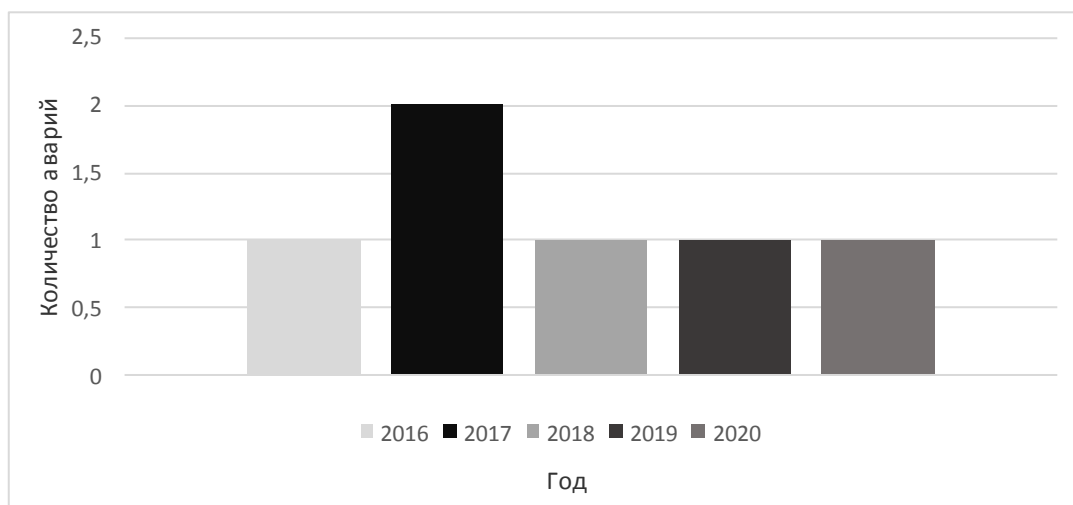


Рис. 1. Количество аварийных ситуаций на установках каталитического крекинга за период 2016-2020 г.

Таблица 1. Вид и количество аварий на установках каталитического крекинга за период 2016-2020 г.

Год	Вид и количество аварий				Всего
	Взрыв	%	Пожар	%	
2016	0	0	1	100	1
2017	1	50	1	50	2
2018	0	0	1	100	1
2019	0	0	1	100	1
2020	0	0	1	100	1

Данные об основных причинах аварий на установках каталитического крекинга представлены на рис. 2.

Данная статистика говорит о необходимости повышения уровня промышленной безопасности на установках каталитического крекинга, так как взрывы и пожары на установках несут значительный ущерб имуществу и оборудованию, а также здоровью и жизни людей, занятых на данном производственном объекте.

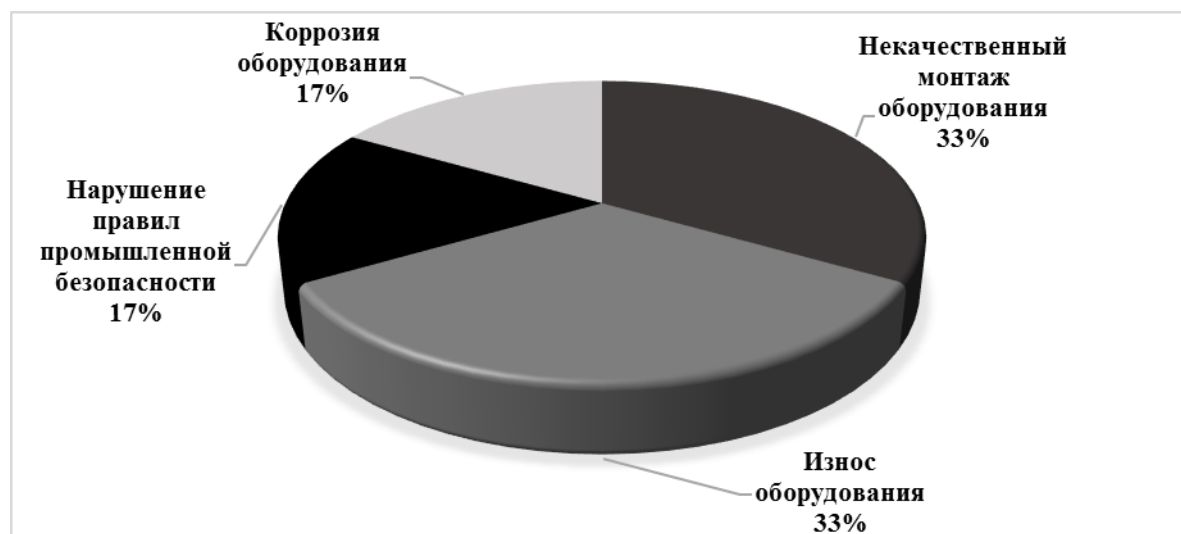


Рис. 2. Данные о причинах аварий на установках каталитического крекинга за период 2016-2020 г.

Продуктами, определяющими взрывоопасность установки, являются нефтепродукты, которые в смеси с кислородом воздуха образуют смеси, взрывающиеся при наличии огня или искры: пары тяжелого и нестабильного бензина, углеводородный (жирный) газ и др. Кроме того, установка относится к вредному для здоровья обслуживающего персонала производству, так как связана с переработкой и получением продуктов, обладающих токсическим действием на организм человека.

Взрывоопасность установок каталитического крекинга определяется не только физико-химическими свойствами углеводородов и их смесей, но и параметрами технологического процесса. Одним из способов снижения взрывоопасности технологических установок может быть разбиение всей технологической схемы на отдельные технологические блоки. Эти блоки необходимо отделять друг от друга быстродействующими отсекающими устройствами, что позволит ограничить выбросы горючих веществ в окружающую среду при аварийной разгерметизации за счет ограничения поступления технологической среды от смежных блоков к аварийному и наоборот [1]. Наиболее точную оценку показателей взрывоопасности технологических блоков необходимо проводить за счет использования рабочих показателей технологических параметров в блоке и показателей физико-химических свойств технологических сред. При разработке технологических регламентов, деклараций промышленной безопасности, планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций необходимо определять энергетические потенциалы блока [2].

В настоящее время назрела необходимость в количественной оценке уровня опасности объектов вторичной переработки нефти, в частности устано-

вок каталитического крекинга, с учетом не только физико-химических веществ, находящихся в оборудовании, но и технологических параметров, состояния оборудования, наличия систем противоаварийной защиты и т.д. Определение численных значений этих показателей позволит прогнозировать изменение уровня опасности с учетом реализации мероприятий по повышению уровня промышленной безопасности установки каталитического крекинга.

В результате анализа технологических объектов установки каталитического крекинга и причин аварийных ситуаций, происходящих на данной установке, были выделены следующие показатели, влияющие на опасность объекта [3]:

- физико-химические свойства обращающихся веществ на установках каталитического крекинга;
- технологические параметры протекания процесса;
- состояние оборудования.

Следует отметить, что на установках каталитического крекинга отсутствует единая методика оценки уровня опасности данного объекта. Это наводит на мысль о создании единой методики, которая учитывала бы все особенности технологического процесса, а именно: технологические параметры (высокая температура и давление), содержание сернистых соединений в сырье и продуктах, особенности применения катализатора. Необходимо отметить особую роль катализатора в ведении технологического процесса. На установках каталитического крекинга катализатор выступает не только в роли ускорителя реакции, но также является главным звеном, поддерживающим тепловой баланс установки. Недостаточный выжиг кокса с поверхности катализатора в регенераторе установки может привести к увеличению температуры в реакторе и регенераторе, что, в свою очередь, может быть причиной аварийной ситуации на установке. При проведении расчетов будет предполагаться, что расчетный сценарий аварии будет происходить в результате полного или частичного разрушения сосуда под давлением по каким-либо причинам, в результате чего произойдет формирование облака топливо-воздушной смеси горючего вещества с кислородом воздуха, способного взорваться при контакте с источником зажигания [4].

Данная методика оценки уровня опасности на установках каталитического крекинга позволит находить вероятность поражения людей при аварийных взрывах сосудов под давлением, сопровождающихся взрывами топливовоздушных смесей, происходящих как на наружных установках, так и внутри зданий.

Разработанную методику возможно будет применить также на других установках вторичной переработки нефти с использованием катализатора, что повысит уровень промышленной безопасности по установкам вторичной переработки в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 *Краснов А. В.* Разработка методики определения расчетных величин пожарных рисков при взрывах сосудов под давлением: дис. канд. техн. наук. Уфа, 2013. 134 с.
- 2 *Краснов А. В., Садыкова З. Х., Пережогин Д. Ю., Мухин И. А.* Статистика чрезвычайных происшествий на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности за 2007-2016 гг. // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. 2017. № 6. С. 17.
- 3 *Хафизов И. Ф., Краснов А. В., Халитова Р. М.* Основные причины аварий установок первичной переработки нефти и меры их предотвращения // Актуальные проблемы науки и техники – 2015: матер. VIII Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. 2015. С. 214-215.
- 4 *Хасан М.А.* Разработка обеспечения промышленной безопасности объектов нефтегазовой отрасли на примере установки стабилизации нефти: дис. канд. техн. наук. Уфа, 2013. 105 с.

УДК 614.841.3

Э. Х. Эрдниев, Е. В. Барина, С. А. Шабунин

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СИСТЕМА ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ КАК СВОЕВРЕМЕННОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ РАННЕГО РАЗВИТИЯ ПОЖАРА

В данной статье рассматривается надежный способ обнаружения пожара с помощью системы видеонаблюдения. А также недостатки существующей пожарной автоматики, а именно пожарных извещателей.

Ключевые слова: пожары, видеонаблюдение, ложный вызов.

E. H. Erdniev, E.V. Barinova, S. A. Shabunin

VIDEO SURVEILLANCE SYSTEM AS TIMELY DETECTION OF EARLY DEVELOPMENT OF FIRE

This article discusses a reliable way to detect a fire using a video surveillance system. And also the disadvantages of the existing fire automatic equipment, namely fire detectors.

Key words: fire, CCTV, fake call.

Пожарная автоматика, а именно пожарные извещатели представлены многообразием различных типов, направленных для решения конкретных задач, для конкретных объектов, под разные ситуации. Однако все эти технологические средства пожарной автоматики имеют один существенный недостаток – ложные срабатывания дымовых и тепловых извещателей или продолжительные задержки в определении дыма, а также невозможность в некоторых случаях выявить причину возникновения пожара и его развития.

Если рассматривать пожары на складах, обычно они не приводят к большому количеству жертв или несчастных случаев с летальным исходом, эти пожары имеют серьезные последствия для самих владельцев предприятий и их сотрудников. Такие последствия влекут за собой полную потерю содержимого склада, разрушение здания, особенно в случае объектов, где отсутствуют люди. Если на данном объекте не используются технологии раннего обнаружения пожара, то дальнейшее распространение пламени в складских помещениях часто приводит к тому, что пожарные подразделения прибывают на место вызова слишком поздно, а развитие пламени на данном объекте происходит стремительно. Обнаружение дыма считается достаточно надежным вариантом раннего обнаружения пожара. Дым обычно распространяется до того, как появится пламя, как правило, большинство складов характеризуются наличием высоких потолков и очень больших площадей. И пока система обнаружения пожара определит наличие дыма, тепла или пламени, пройдет достаточно много времени, что приведет к более масштабным последствиям развития пожара на данном объекте.

Существующие на сегодняшний день точечные дымовые извещатели нуждаются в том, чтобы дым непосредственно перемещался к месту их установки, что затруднено на больших складах из-за высоких потолков. Установленный на потолке дымовой извещатель, обычно находится слишком высоко от источника дыма, учитывая крупную площадь складов, дым рассеивается по помещению склада. При начинающемся возгорании образуется незначительное количество дыма для раннего обнаружения пожара.

Во многих случаях, помимо задержки определения раннего обнаружения пожара, технические средства пожарной автоматики дают неутешительные прогнозы по частому срабатыванию ложных тревог. Это влияет на работу пожарного подразделения в случае возникновения реального пожара, что приведет к потере самого главного – времени, не говоря о затраченных на ложный вызов силах и средствах пожарного подразделения, как правило, пожарные подразделения выезжают на такой вызов по повышенному номеру сложности и таких вызовов тысячи. Тратятся огромные материальные и финансовые затраты.

Основными причинами ложного срабатывания пожарной сигнализации являются: сильная запыленность рабочих камер точечных оптически-электронных извещателей; попадание внутрь камеры извещателя различных насекомых; электромагнитные наводки, которые влияют на правильную работу

входных и выходных каскадов дымовых извещателей; электромагнитные помехи, которые приводят к некорректной работе приемно-контрольного электронного модуля; неправильная установка пожарных извещателей – температурные датчики будут срабатывать, если их расположить возле обогревательных приборов, датчики дыма обеспечат ложное срабатывание в помещении кухни и пр.; неправильная эксплуатация помещений, оборудованных охранной системой от пожаров: нельзя курить там, где есть датчики дыма, нельзя пользоваться источниками открытого пламени в тех местах, где присутствуют соответствующего типа извещатели.

По данным официального сайта МЧС России наиболее печальная тенденция складывается в Челябинской области, а именно в вопросе ложной сработки таких систем. В 2019 год сотрудники МЧС выезжали на 552 объекта, с которых поступило более 4 ложных сообщений о пожаре, «ложных» выездов по области было выполнено более 8000. По итогам 2019 года среди муниципалитетов первое место по ложным тревогам безоговорочно занимает Челябинский городской округ - 2785 случаев, второе место у Магнитогорского городского округа - 1440 случаев, третье место у Миасского городского округа - 536 случаев. Если говорить, непосредственно об объектах, сомнительными лидерами можно отметить следующие: МУЗ «Городская больница №1 им. Г.И. Дробышева», г. Магнитогорск - 58 раз; Гостиница «Малахит» ОАО «Гостиничное хозяйство», г. Челябинск - 51 раз; ГБОУСПО «Ашинский индустриальный техникум», г. Аша - 39 раз. Негативная тенденция также наблюдается в Ашинском, Каслинском, Аргаяшском, Сосновском, Катав-Ивановском муниципальных районах и Копейском городском округе.

Исходя из всего вышесказанного, гораздо эффективней будет применение технологий обнаружения пожара на базе видеонаблюдения, что позволит быстро и точно обнаружить очаг возгорания, помогая пожарным уменьшить причиняемый ущерб, сократить количество вызовов, из-за ложного срабатывания пожарной сигнализации, а также восстановить полную картину пожара и дальнейшее его развитие.

Своевременное обнаружение раннего развития пожара при использовании данной технологии возможно без использования пожарного извещателя. Видеообнаружение дыма основано на наборе алгоритмов, которые обрабатывают изображение с камеры, чтобы определить, присутствует ли дым, и могут обнаружить огонь, как только он попадет в поле зрения камеры. Такие камеры могут покрывать гораздо большие площади и объемы, чем точечные, лучевые или аспирационные извещатели, считая их более приоритетным решением. Кроме того, данная система видеонаблюдения работает намного эффективнее и быстрее, чем обычное обнаружение дыма. С помощью видеонаблюдения можно обнаружить начинающийся пожар гораздо быстрее, в то время как другим технологиям потребуется больше времени из-за медленного распространения дыма

(рис. 1). При пожаре эти ценные минуты могут стать решающим фактором дальнейшего развития событий.

Видеонаблюдение по своему функционалу и возможностям способно на большее, чем просто обнаружение распространяющегося дыма. Если вы используете один набор алгоритмов для выявления дыма, то другой набор можно использовать для определения пламени. Характеристики пламени различных пожаров хорошо нам известны, и, таким образом, обнаружение пламени с помощью интеллектуальных алгоритмов столь же надежно, как и обнаружение дыма.

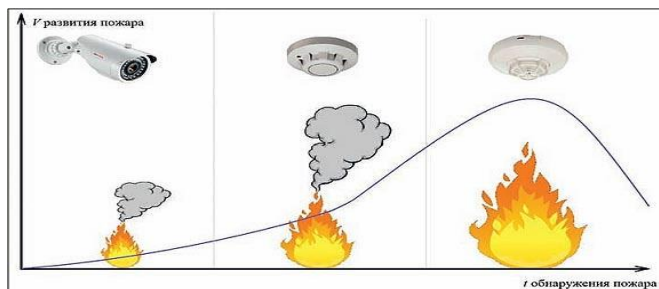


Рис. 1. Эффективность видеокамеры обнаружения пожара на ранней стадии

Использование видеонаблюдения для обнаружения пламени несет в себе дополнительные преимущества благодаря полной визуализации места происшествия. Поэтому оператор может совершенно точно определить место очага пожара, а также дать оценку содержимого оборудования и различных веществ, хранящихся в данном помещении, что непосредственно окажет ключевую роль в выборе стратегических действий пожарных подразделений, для успешного выполнения поставленной задачи. Видеонаблюдение также можно использовать для проверки в установленные сроки технического обслуживания на данном предприятии, это обеспечивает качественный контроль в надзорной деятельности. Обнаружение пожара с помощью видеонаблюдения невосприимчиво к ложным тревогам. Интеллектуальные алгоритмы внутри самой видеокамеры обеспечивают очень точное разделение между реальным огнем и другими явлениями, такими как движение, отражение или изменение условий освещения. Видеосистемы могут передавать сигналы тревоги на мобильное устройство (рис. 2), но также легко могут передавать его на имеющуюся панель пожарной сигнализации.



Рис. 2. Вывод изображения на мобильное устройство

При использовании технологии PoE для питания и видеосигналов используется один и тот же кабель, что позволяет камере пользоваться бесперебойными источниками питания (ИБП). А это существенно сократит затраты и позволит не приобретать дополнительные кабели для подачи питания самой камеры и установки дополнительных источников питания. Что такое PoE – это передача электроэнергии через Ethernet (Power over Ethernet (PoE)). Технология, позволяющая передавать удалённому устройству электрическую энергию вместе с данными через стандартную витую пару (рис. 3) в сети Ethernet.



Рис. 3. Обжатая витая пара с разъемом RJ-45

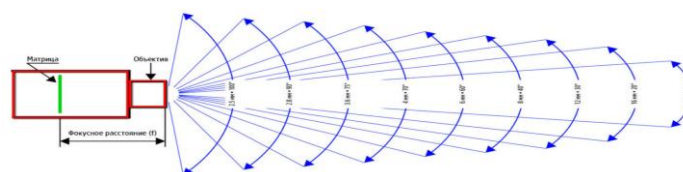


Рис. 4. Объектив и его углы обзора

Для данного решения с использованием технологии PoE необходимо выбрать IP-камеры. Они способны выдавать более качественное изображение даже в условиях низкой освещенности. Важно учитывать ее характеристики, а именно: разрешение, мп; матрицу объектив, мм (именно он влияет на угол обзора); дальность ИК-подсветки для ночной съемки. Объектив играет не малую роль в системе видеонаблюдения, в данном случае, наиболее эффективным решением был бы объектив с характеристиками от 2,5мм - 2,8мм., т. к. это наиболее широкий угол обзора, что позволит захватить всю интересующую нас площадь (рис. 4). Дальность ИК-подсветки и разрешение будет учитываться исходя из характеристик самого объекта и его помещений. На сегодняшний день разрешение в 1мп. уже утратило свою актуальность, поэтому целесообразно начинать монтаж видеонаблюдения от 2мп и выше.

Для надежности и огнестойкости самой видеочасти, желательно устанавливать ее в металлическом корпусе. Монтаж будет проводиться огнестойким специальным кабелем FTP4-Sнг(A)-HF (01-0150), витая пара (огнестойкая), 4 пары Cat5e, 24AWG одножильные экранированные (рис. 5).



Рис. 5. Витая пара (огнестойкая)

Экранированная витая пара, материал проводника высокоочищенная бескислородная медь, диаметром 0.51 мм. (24 AWG). Материал оболочки – нг(A)-HF, огнестойкие, не распространяющие горение при групповой прокладке, без-

галогенный композит, пониженной пожарной опасности с низкой коррозионной активностью продуктов горения и тления. Кабель применяется для одиночной или групповой прокладки (с учетом объема горючей загрузки) цепей питания электроприемников систем противопожарной защиты, операционных и реанимационно-анестезионного оборудования больниц и стационаров, в местах большого количества скопления людей (больницы, школы, сады, торговые центры, аэропорты, вокзалы, метро), а также в других важных системах жизнеобеспечения, которые должны сохранять работоспособность в условиях пожара.

В заключении, хотелось бы отметить, что в ближайшее время система видеобнаружения пожара не заменит существующие системы технических средств пожарной автоматики в виде дымовых и тепловых извещателей, из-за неготовности рынка к таким переменам, как дороговизна предлагаемых решений. Однако для критически важных объектов внедрение пожарной видеосистемы в дополнение к уже имеющимся традиционным системам повысит уровень безопасности, сделает «слепых» операторов «зрячими», компенсирует недостатки существующих систем пожарных извещателей. К тому же система видеобнаружения пожара сможет обеспечить дополнительное преимущество, которого нет ни у одного из вариантов, а именно сочетание охраны и безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Катковский Л. В., Воробьев С. Ю. Применение видеонаблюдения для повышения пожарной безопасности объектов. Беларусь, Минск: научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь, 2011. 11 с.

2. З.Е. Баньщикова, М.С. Близнюк, В.Ю. Глебов, В.С. Иванов, И.В. Курличенко, Е.К. Назаренко, А.В. Руденко, С.Н. Савченков, В.П. Сломьянский, О.С. Федосеева. Справочное пособие по организации выполнения мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и проведению аварийно-спасательных работ силами и средствами органов государственной власти, органов местного самоуправления в мирное и военное время / МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. 528 с.

УДК 614.842.9

Е. А. Юртаев, А. С. Шаталов, З. С. Басаева, М. А. Колбашов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕЙСТВИЙ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ЭВАКУАЦИИ НА ПОЖАРЕ

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

На протяжении последних 70 лет ведётся активная разработка искусственных нейронных сетей. Они дают возможность модернизировать имеющиеся технические системы. В данной статье рассмотрен вопрос об использовании искусственных нейронных сетей в области обеспечения пожарной безопасности. Также подробно рассказано о использовании данных сетей в моделировании действий человека при эвакуации на пожаре.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, нейрон, пожарная безопасность, объект защиты, эвакуация.

E. A. Yurtaev, A. S. Shatalov, Z. S. Basaeva, M. A. Kolbashov

SIMULATION OF HUMAN ACTIONS DURING FIRE EVACUATION

Artificial neural networks have been actively developed over the past 70 years. They make it possible to upgrade existing technical systems. This article discusses the use of artificial neural networks in the field of fire safety. It is also described in detail about the use of these networks in modeling human actions during evacuation in a fire.

Key words: artificial neural networks, neuron, fire safety, object of protection, evacuation.

Современные компьютерные технологии всё глубже «проникают» в повседневную жизнь. Сейчас никому не составит большого труда отправить на другую часть мира различную информацию: фотографии, электронные документы, видеоролики. Всё больше пользователей интернета пользуются технологиями распознавания голоса при поиске информации в интернете. Люди ищут фотографии своих родственников с помощью распознавания картинок в браузерах, например, Яндекс и Google. В основе работы подобных программ находятся искусственные нейронные сети (ИНС).

Активные дискуссии на протяжении последних десяти лет на тему искусственных нейронных сетей не оставляют равнодушным ни одного современного учёного. ИНС – это в первую очередь математическая модель со своим программным или аппаратным воплощением. Эта модель построена по принципу

строения биологических нейронных сетей. Само понятие «искусственные нейронные сети» возникло в процессе подробного изучения процессов, которые протекают в мозге, а также при моделировании биологических нейронных сетей.

Говоря о понятии искусственных нейронных сетей, в первую очередь нужно сказать, что это система простых процессов, которые соединены и взаимодействуют между собой (рис.1). По сравнению с процессами, которые используются в персональных компьютерах, процессы ИНС довольно просты. Сам по себе каждый процессор нейронных сетей работает либо на получение сигнала, либо на отправку другому процессору. При соединении простых процессов в одну большую сеть они способны вместе выполнять сложные и объёмные задачи.

Важно сказать, что на 2021 год искусственные нейронные сети ещё далеки от скорости решения задач по сравнению с человеческим мозгом. Можно предположить, что уже через 10-15 лет ИНС претерпит множество корректировок и скорость решения увеличится в несколько десятков раз. Известно, что ИНС не поддаётся программированию, сети обучают. Это их главное преимущество перед обычными алгоритмами.

Искусственные нейронные сети активно используют в области прогнозирования каких-либо событий. На основе имеющихся данных ИНС определяет соответствующую последовательность, что позволяет в большинстве случаев предсказывать положительный прогноз.

Первые работы, затрагивающие тему искусственных нейронных сетей, были опубликованы американскими нейропсихологами У. Маккалоком и У. Питтсемом в 1943 году. Их принципиально новые научные исследования в области машинного интеллекта помогли в создании примитивной математической модели человеческого мозга. За 78 лет в области разработки ИНС был сделан огромный шаг в развитии этих сетей и нахождении практического применения в различных областях.

В области кибернетики, искусственная нейронная сеть используется для оптимизации работы робототехнических средств. ИНС выступает в роли алгоритмов для адаптивного управления, упрощает порядок общения пользователя с машинным интеллектом. В сфере прогнозирования ИНС может на основании имеющихся данных предсказывать будущее значение какой – нибудь последовательности. Например, данную сеть используют для прогнозирования котировок

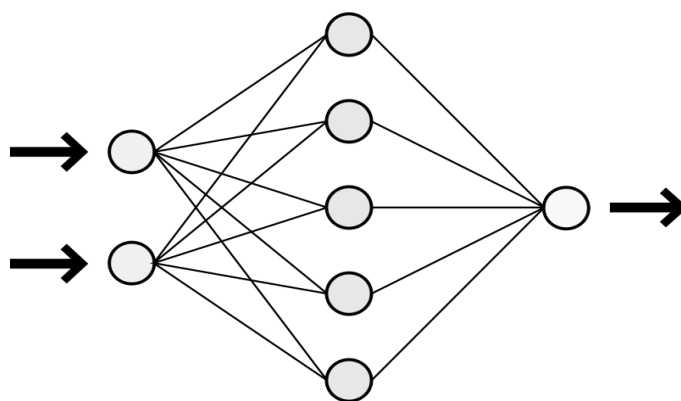


Рис. 1. Простейшая схема – модель принципа работы искусственных нейронных сетей

имеющихся акций на основе недельных данных. Такой прогноз может оказаться успешным. Но из недостатков ИНС, что прогноз сделанный на основе информации собранной за продолжительное время (несколько десятков лет) будет в большинстве случаев неверный.

Самый частый пример использования ИНС для повседневных пользователей интернета – распознавание информации с изображения (рис.2.). При загрузке в поисковую систему фотографии можно найти похожие изображения, а это помогает простым людям находить своих родственников на просторе интернета. Также ИНС помогает государственной инспекции дорожного движения распознавать номера автомобилей для установки владельца данной машины.

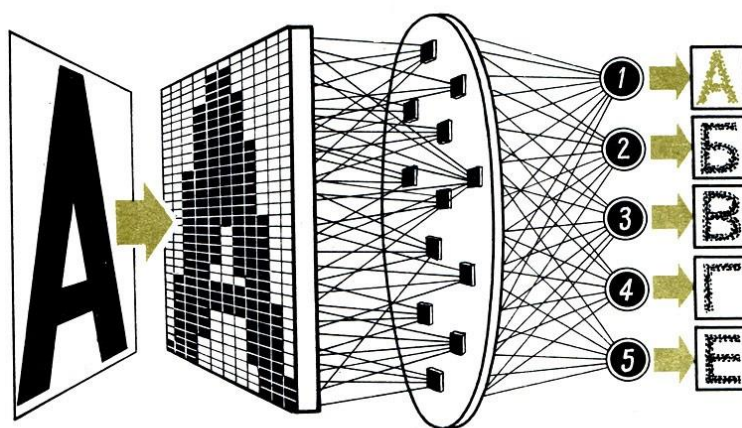


Рис. 2. Распознавание информации с изображения с помощью искусственных нейронных сетей

Обучение искусственных нейронных сетей происходит либо с помощью специально обученного программиста, либо в автономном режиме. Процесс схож с воспитание ребёнка – сети необходимо знать какие заданные значения являются истинным, а какие являются ложным. На основании заданных в ИНС значений, происходит сравнение с предлагаемыми данными и выводится решение о правильности или неправильности предложенной информации.

Перспективное направление использования ИНС находит и для решения прикладных задач пожарной безопасности. Несмотря на то, что разработка нейронных сетей ещё находится только на начальном этапе, уже сейчас можно работать над автоматизацией ряда областей в пожарной безопасности. Используя ИНС можно будет идентифицировать пламя через видеоизображение, фиксировать розлив нефтепродуктов. Сеть поможет создать алгоритмы принятия решения эвакуирующемуся человеку в индивидуально поточной модели движения. В области надзора объектов защиты ИНС сможет обнаружить нарушение

ния требований пожарной безопасности по видеозаписи, сделанной инспектором на месте исследования объекта.

В период развития компьютерных технологий, становится проще внедрять и применять искусственные нейронные сети. Одно из главных преимуществ ИНС – самообучение в процессе решение поставленных задач. В области обеспечения пожарной безопасности также необходимо внедрить ИНС. Это позволит упростить процесс обнаружения нарушений на объекте защиты, автоматизировать управление эвакуацией людей с учётом различных сценариев развития пожара.

В течении ближайших лет, и в области обеспечения пожарной безопасности человека будут повсеместно внедряться искусственные нейронные сети. Например, при подготовке пожарных и спасателей ИНС поможет моделировать зону ЧС максимально приближённую к реальным условиям. Благодаря тому, что у нейронных сетей отсутствуют чёткие алгоритмы, пожарные и спасатели могут самостоятельно принимать определённые решения при спасении людей, проведение аварийно-спасательных работ и ликвидации последствий ЧС. ИНС также помогут оптимизировать процесс эвакуации людей на пожаре.

За последние 70 лет активно исследуется поведение человека на пожаре. Большое количество закономерностей было выявлено при наблюдении за эвакуирующимися людьми. Была создана система оповещения управления эвакуацией (СОУЭ), которая подразделяется на 5 типов в зависимости от назначения здания.

На сегодняшний день, есть серьёзный недостаток в СОУЭ – отсутствие моделирования действий человека при эвакуации на пожаре (под моделированием действий понимается само прогнозирование этих действий). В этом случае искусственные нейронные сети смогут решить данную проблему. На основе имеющихся данных об особенностях здания, ИНС сможет предсказать для людского потока лучший эвакуационный путь. Данная сеть поможет за самый короткий промежуток времени проанализировать процесс эвакуации людей. С помощью видеокамер в коридоре ИНС сможет считать количество людей, математически просчитать ориентировочное время эвакуации для каждого человека, находящегося в этом людском потоке.

При использовании ИНС во время эвакуации можно предотвратить появление паники за счёт модернизированного звукового сопровождения. Через звуковые оповещатели СОУЭ искусственные нейронные сети смогут в режиме реального времени подбирать соответствующие команды. Особую роль будет играть тон голоса, который подбирается под конкретную ситуацию. Это позволит подсознательно успокаивать людей и грамотно координировать их в пространстве.

Использование искусственных нейронных сетей при эвакуации людей на пожаре, однозначно, во многом упростит процесс координации людских потоков. Внедрение ИНС потребует инвестиции большого количества денежных средств, но эта сеть поможет в будущем вывести из горящих зданий десятки тысяч людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герои будущего. Как работает искусственный интеллект [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iphones.ru/iNotes/781064>.
2. *Чистяков И.М.* Практическая подготовка пожарных и спасателей в современных учебно-тренировочных комплексах и тренажерах: учебное пособие/квалификация базовой подготовки «Техник»/И.М. Чистяков и [др.]. - Иваново: ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС.
3. Введение в искусственные нейронные сети [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.osp.ru/os/1997/04/179189>.

**ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ
СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ
ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ
СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ**

УДК 614.8.014

А. В. Азжеурова, А. Х. Салихова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРОТИВОПОЖАРНАЯ ПРОПАГАНДА СРЕДИ НАСЕЛЕНИЯ

Как известно большая часть пожаров происходит в жилом секторе по причине неосторожного обращения с огнем. Поэтому, необходимо проводить целенаправленную разъяснительную работу с населением в области пожарной безопасности. Противопожарная пропаганда является одним из основных направлений в работе службы профилактики органов государственного пожарного надзора.

Ключевые слова: пожарная безопасность, противопожарная пропаганда, безопасность, профилактика.

A. V. Azzheurova, A. H. Salikhova

FIRE PREVENTION PROPAGANDA AMONG THE POPULATION

As you know, most of the fires occur in the residential sector due to careless handling of fire. Therefore, it is necessary to carry out targeted explanatory work with the population in the field of fire safety. Fire prevention propaganda is one of the main directions in the work of the prevention service of the state fire supervision bodies.

Key words: fire safety, fire prevention propaganda, safety, prevention.

Противопожарная пропаганда – это целенаправленное информирование общества о проблемах и путях обеспечения пожарной безопасности, осуществляемое через средства массовой информации, посредством издания и распространения специальной литературы и рекламной продукции, устройства тематических выставок, смотров, конференций и использования других, не запрещенных законодательством Российской Федерации форм информирования населения.

Противопожарная пропаганда и обучение мерам пожарной безопасности являются одной из форм профилактики пожаров и гибели людей.

Пожары – самый разрушительный вид чрезвычайной ситуации. Рассмотрим статистические данные по пожарам на территории Курской области.

За 6 месяцев 2021 года произошло 2787 пожаров, что на 21,41% ниже аналогичного периода прошлого года (3457) (далее – АППГ), на которых погибло 39 человек (АППГ – 41, снижение на 4,88%), количество травмированных людей на пожарах составляет 17 человек (АППГ – 17).

Как известно большая часть пожаров происходит в жилом секторе по причине неосторожного обращения с огнем. Поэтому, необходимо проводить целенаправленную разъяснительную работу с населением в области пожарной безопасности. Противопожарная пропаганда является одним из основных направлений в работе службы профилактики органов государственного пожарного надзора.

В Курской области особое внимание сосредоточено на детях и молодежи. Регулярно проводятся тематические занятия в образовательных учреждениях и детских садах. Основная цель данных мероприятий - воспитать культуру безопасного поведения и осторожного обращения с огнем.

Важно изучать правила пожарной безопасности в школе. Навыки пользования первичными средствами пожаротушения, соблюдение норм и правил пожарной безопасности дети пронесут через всю жизнь. Данные знания помогут исключить пожары, возникающие из-за незнания правил пожарной безопасности.

Главная цель противопожарной пропаганды:

- сформировать у детей навыки безопасного поведения в быту и на улице;
- воспитать ребенка знающего правила поведения при пожаре;
- помочь приобрести знания, умения и навыки работы с первичными средствами пожаротушения.

Современное общество все больше познает окружающий мир с помощью телевидения, книг, интернета, рекламы. Так сотрудниками Главного управления МЧС России по Курской области ведется работа по трем основным направлениям: публикация материалов на противопожарную тематику, подготовка и размещение видеосюжетов в СМИ, проведение и участие в просветительских мероприятиях, направленных на формирование культуры пожаробезопасного поведения.

Важно не просто рассказать о противопожарной безопасности, но и отработать до автоматизма поведение в экстремальной ситуации. Только конкретные эмоционально окрашенные занятия и игровые упражнения способны оставить след в сознании ребёнка.

Анализ реальных пожаров показывает, что причиной гибели детей становится незнание элементарных правил поведения на пожаре, отсутствие навыков обращения с огнем и огнеопасными предметами и материалами, которые могут явиться причиной загорания. Поведение детей при пожаре имеет свои психологические особенности. В горящем доме ребенок от страха прячется под кровать, в шкаф или иное укромное место, вместо того, чтобы убежать с места пожара, позвать на помощь. Задача в рамках работы по

противопожарной пропаганде - разъяснить, в чем состоит опасность пожара, научить правильному поведению при тех пожарах, с которыми дети наиболее часто могут столкнуться в жизни: в своем доме, школе, торговом центре. Это требует знания психологических особенностей детского восприятия.

Необходимо более активно использовать возможности средств массовой информации. От качества подготовленных материалов и правильной организации их размещения, во многом зависит и достижение результата. Пропагандистские тексты должны не только привлекать внимание, но и побуждать к оценке представленных фактов, готовности к действиям, направленным на обеспечение безопасности.

Противопожарная пропаганда проводится при активном участии Всероссийского детско-юношеского общественного движения «Школа безопасности», Всероссийского общественного детско-юношеского движения «Юный пожарный», Всероссийского добровольного пожарного общества (ВДПО).

Ежегодно на муниципальном, региональном, межрегиональном и всероссийском уровнях проходят соревнования «Школа безопасности», которые позволяют охватить широкие слои учащихся, привить им практические навыки безопасного поведения в различных чрезвычайных и опасных ситуациях.

Должны быть разработаны конкретные методы и формы пропаганды, которые шаг за шагом будут информировать общество о проблемах и путях обеспечения пожарной безопасности. Важную роль в пропаганде пожарно-технических знаний играет содержание информационных материалов. Они должны быть продуманы и подготовлены заранее. Грамотно преподнесенные информационные материалы быстрее достигнут поставленной цели.

Информационные материалы, направленные на взрослых людей также должны строиться по направленности на определенные группы населения. В такие группы выделяют пенсионеров, инвалидов, людей с ограничениями по здоровью. Проведение противопожарной пропаганды среди данной категории населения направлено на проведение инструктажей по месту жительства и включает в себя не только ознакомление с основными причинами пожаров и способам их ликвидации, но и требованиям при устройстве и эксплуатации электробытовых приборов, а также мерам ответственности за нарушение требований пожарной безопасности.

Важнейшим условием совершенствования противопожарной пропаганды должна стать разработка критериев и методики анализа отдельных видов и форм пропаганды. При разработке материалов должны соблюдаться психологические и социологические аспекты. Противопожарная пропаганда должна стать опережающим фактором пожарной опасности.

Конечная цель любой пропаганды - просветить, убедить, воспитать.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 20 июня 2005 г. № 385 «О федеральной противопожарной службе Государственной противопожарной службы».
3. Макаркин С.В., Каплан Я.Б., Пустовалова Е.И., Бараковских М.В., Пушкарев А.Г., Кректунов А.А., Тужиков Е.Н. Информационно-пропагандистская работа в сфере деятельности МЧС России: учебное пособие / под общ. ред. С.В. Макаркина. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2012. – 162 с.
4. Кружков А.П., Лазарев А.А., Пуганов М.В., Сидоркин В.А., Шадронов Р.А. Организация противопожарной пропаганды органами государственного пожарного надзора: учебное пособие. – Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2011.
5. Макаркин С.В., Семенов С.В. Организация обеспечения пожарной безопасности: учебное пособие / под общ. редакцией С.В. Макаркина. – 2-е изд., доп. (перераб.). – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2009. – 216 с.
6. Ворошилова Т.А. Основы противопожарной пропаганды. – М.: Стройиздат, 1984. – 128 с., ил.
7. Кафидов В.В., Севастьянов В.М. Пропаганда и реклама в пожарном деле / Под редакцией доктора экономических наук, профессора В.В. Кафидова – Видное., 2001. – 176 с.

УДК 614.84

А. Г. Азовцев, С. Н. Наконечный, В. Н. Михалин
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ КЛАССА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье рассматривается вопрос об определении класса пожарной опасности строительных конструкций по характеристикам пожарной опасности строительных материалов. Строительные конструкции делаются из строительных материалов, пожарная опасность которых может быть определена предварительно. Каждый из этих показателей влияет на класс пожарной опасности строительной конструкции, что делает возможным его определение расчетным способом.

Ключевые слова: класс пожарной опасности, строительная конструкция, строительный материал, пожарная опасность, пожарная безопасность.

A. G. Azovtsev, S. N. Nakonechniy, V. N. Mihalyn

TO THE QUESTION OF DETERMINING THE CLASS OF FIRE HAZARD OF BUILDING STRUCTURES BY THE CHARACTERISTICS OF BUILDING MATERIALS

At paper discusses the issue of determining the class of fire hazard of building structures according to the characteristics of fire hazard of building materials. Building structures are made of building materials, the fire hazard of which can be determined in advance. Each of these indicators affects the fire hazard class of a building structure, which makes it possible to determine it by calculation.

Keywords: fire hazard class, building structure, building material, fire hazard, fire safety.

Обеспечение пожарной безопасности зданий и сооружений является одним из важных этапов при проектировании здания. Согласно п. 1 ст. 134 Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [1] строительные материалы применяются в зданиях и сооружениях в зависимости от их функционального назначения и пожарной опасности. При том строительные конструкции для применения в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках определенной степени огнестойкости должны классифицироваться по огнестойкости и пожарной опасности. Для определения огнестойкости и класса пожарной опасности строительных конструкций в настоящее время имеется два ГОСТа [2, 3]. Если со стандартом на методы испытаний на огнестойкость остается все понятно – различие предела огнестойкости строительных конструкций зависит не только от самого материала, но и от толщины, компонентов и т. д, также имеется несколько признаков предельных состояний. Для определения же класса пожарной опасности строительной конструкции учитываются [3]:

- наличие теплового эффекта от горения или термического разложения составляющих конструкцию материалов;
- наличие пламенного горения газов или расплавов, выделяющихся из конструкции в результате термического разложения составляющих ее материалов;
- размеры повреждения конструкции и составляющих ее материалов, возникшего при испытании конструкции, вследствие их горения или термического разложения;
- характеристики пожарной опасности составляющих конструкцию материалов, поврежденных при испытании.

Каждый из перечисленных параметров так или иначе связан со свойствами пожарной опасности строительных материалов. Взять для примера параметры отнесения горючих строительных материалов по группам горючести: температура дымовых газов, степень повреждения по длине и массе испытываемого образца и продолжительность самостоятельного горения. Сравнивая пара-

метры для определения класса пожарной опасности строительных конструкций и для определения группы горючести горючего строительного материала можно заметить схожие параметры:

- наличие пламенного горения и продолжительность самостоятельного горения;

- размеры повреждения конструкции и степень повреждения по длине испытываемого образца.

Учитывая примерно схожие параметры определения класса пожарной опасности строительных конструкций, а также параметры определения группы горючести строительных материалов можно предположить о некой корреляции свойств пожарной опасности строительных материалов и класса пожарной опасности строительных конструкций. Если рассмотреть таблицу [3], то можно также заметить, что влияние характеристик пожарной опасности поврежденного материала на класс пожарной опасности имеет место быть.

Таблица. Класс пожарной опасности конструкции в зависимости от наличия, значений и параметров пожарной опасности [3]

Класс пожарной опасности конструкций	Допускаемый размер повреждения конструкций, мм		Наличие		Допускаемые характеристики пожарной опасности поврежденного материала+		
	вертикальных	горизонтальных	теплового эффекта	горения	Группа		
					Г	В	Д
К0	0	0	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует	отсутствует
К1	не более 400	не более 250	не регламентируется	отсутствует	не выше Г2+	не выше В2+	не выше Д2+
К2	более 400, но не более 800	более 250, но не более 500	не регламентируется	отсутствует	не выше Г3+	не выше В3+	не выше Д2+
К3	не регламентируется						

Примечание. Знак «+» обозначает, что при отсутствии теплового эффекта не регламентируется. «Г» – группа горючести; «В» – группа по воспламеняемости; «Д» – группа по дымообразующей способности.

Также без испытаний допускается относить конструкции к классам пожарной опасности К0 и К3 при соответствующих группах горючести материалов (п. 10.5 [3]). Строительные конструкции могут быть также выполнены из нескольких строительных материалов, в данном случае их влияние на пожарную опасность будет пропорционально, однако это должно иметь некоторое научное подтверждение.

Данная работа направлена на определение возможности расчетным путем относить ту или иную конструкцию к классам пожарной опасности. Для определения пределов огнестойкости строительных конструкций использование научно-обоснованных расчетных методик допускается.

Развитие расчетных методов определения пожарной опасности даст возможность заранее проектировать пожарную опасность строительных конструкций, давая тем самым способ управления пожарной безопасностью объекта защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. ГОСТ 30247.0-94 (ИСО 834-75) Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования.
3. ГОСТ 30403-2012 Конструкции строительные. Метод испытаний на пожарную опасность.

УДК 614.84

Г. А. Батыров¹, А. В. Колесов², Н. А. Таратанов¹

¹Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС

²Академия ГПС МЧС России МЧС России

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОЖАРА ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ КВАЛИФИКАЦИИ НАРУШЕНИЙ ТРЕБОВАНИЙ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В данной статье исследован процесс возникновения и развития пожара с применением компьютерного моделирования, на примере пожара в складском помещении.

Ключевые слова: моделирование, реконструкция пожара, экспертиза, пожар.

G. A. Batyrov, A. V. Kolesov, N. A. Taratanov

FIRE RECONSTRUCTION THROUGH THE USE OF COMPUTER MODELING IN THE QUALIFICATION OF VIOLATIONS OF FIRE SAFETY REQUIREMENTS

This article examines the process of occurrence and development of fire using computer modeling, using the example of a fire in a warehouse.

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, чтобы 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 [1-3].

Целью работы является исследование возможностей применения методов математического моделирования при квалификации нарушений требований ПБ.

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 работы было осуществлено комплексное исследование пожара в складском помещении, которое включает в себя проведение компьютерного моделирования процесса возникновения и развития пожара и сопоставление полученных данных с практическими поражениями.

В ходе выполнения работы проведено исследование пожара произошедшего в складском помещении, где хранилась текстильная продукция. На момент возникновения пожара в данном помещении отсутствовала автоматическая пожарная сигнализация.

С целью принятия правильного управленческого решения для квалификации нарушения требований пожарной безопасности необходимо решить вопрос о наличии причинной связи отсутствия сигнализации причинения вреда в результате пожара.

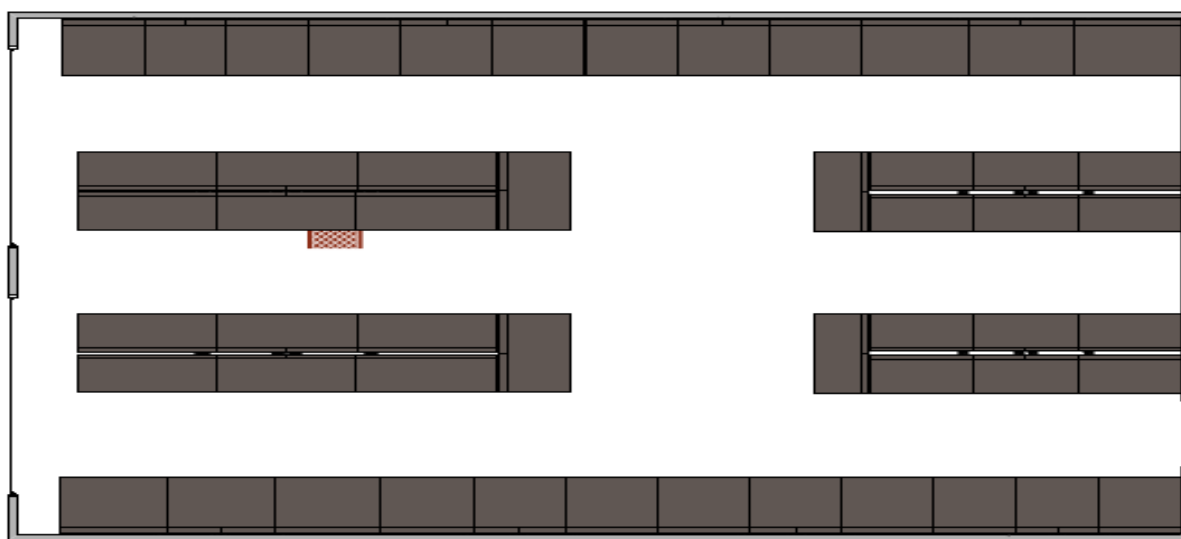


Рисунок. План-схема помещения пожара

В данном случае источником загорания, в данном случае, мог послужить тепловой эффект аварийного пожароопасного режима работы возникшего в электросети складского помещения. Однако указать конкретно вид аварийного пожароопасного режима работы и место его образования по представленным материалам проверки не представляется возможным в категорической форме.

Для определения общей площади пожара при наличии и срабатывании исправной системы автоматической пожарной сигнализации и своевременного обнаружения пожара мы смоделировали очаг пожара в дальнем левом углу помещения. Определение времени от момента возникновения пожара до сообщения о нем в пожарную охрану анализировалась с применением математической модели пожара.

Согласно нашим расчетам при наличии в помещении системы автоматической пожарной сигнализации срабатывание исправных дымовых пожарных извещателей, установленных в любой точке потолка помещения происходит в интервале времени с 60 до 130 секунд от момента начала пожара. Таким образом, время от момента возникновения пожара до сообщения о нем в пожарную охрану при наличии автоматической системы пожарной сигнализации составит

125 сек.

С учетом этого времени, затраченного на прибытие пожарных расчетов (4 минуты) и времени, потраченного на подачу стволов и огнетушащих веществ, составит около шести минут. К моменту введения первых стволов площадь пожара составит более одного квадратного метра.

В исследуемом случае, при отсутствии автоматической пожарной сигнализации в помещении и не своевременном обнаружении пожара.

В таком случае обнаружение пожара без участия автоматической системы обнаружения пожара произошло спустя пятнадцать минут, а общая площадь пожара составляла на момент прибытия первых пожарных подразделений более тридцати квадратных метров.

Таким образом, проведенное исследование показало, что отсутствие системы автоматической пожарной сигнализации привело к несвоевременному обнаружению пожара, что послужило увеличением площади горения (пожара) до прибытия пожарных подразделений.

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 происшествя, что повышает эффективность расследования в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шавлюга А.А., Таратанов Н.А., Карасев Е.В., Калашиников Д.В.* Применение программных комплексов для установления обстоятельств пожара. Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности». Выпуск № 3. 2017. <http://academygps.ru/ttb>.
2. *Громова Е.С., Лапшин С.С., Таратанов Н.А.* Компьютерное моделирование пожара в целях пожарно-технической экспертизы. Сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности «Пожарная и аварийная безопасность», Иваново, 29-30 ноября 2018 года, 2018, с. 72-75.

3. *Карасев Е.В., Таратанов Н.А., Бирюкова И.А.* Оценка эффективности деятельности сотрудников и работников судебно-экспертного учреждения. Журнал «Современные проблемы гражданской защиты». 2020. № 1 (34). С. 84-93.

УДК 614.842:621.31

А. В. Бодренко, К. В. Семенова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ. ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

В настоящей статье рассмотрены вопросы обеспечения пожарной безопасности особо опасных объектов электроэнергетики.

Ключевые слова: пожар, пожарная безопасность, объекты энергетики.

A. V. Bodrenko, K. V. Semenova

FIRE SAFETY OF ENERGY SAVING FACILITIES. PROBLEMS AND SOLUTIONS

This article deals with the issues of fire safety of especially dangerous electric power facilities

Key words: fire, fire safety, energy facilities.

Энергетическая безопасность обычно означает обеспечение непрерывного доступа к источникам энергии с наименьшими затратами. Россия интерпретирует это положение в своей энергетической стратегии как состояние защиты страны, ее граждан, общества, государства и экономики от угроз надежному снабжению топливом и энергией. Это одна из важнейших составляющих национальной безопасности страны [1].

Одна из важнейших задач государственной энергетической политики - обеспечение устойчивости энергетического сектора перед лицом внешних и внутренних экономических угроз, техногенных и природных, создание условий для надежного энергоснабжения. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года подчеркивает, что основной внутренней проблемой является необходимость глубокой и полной модернизации российского энергетического комплекса с преодолением высокого износа значительной части инфраструктуры и производственных активов. Необходимо минимизировать ущерб, причиненный проявлением различных дестабилизирующих факторов, среди которых пожары

и различные виды аварий. Таким образом, обеспечение пожарной безопасности электроустановок - одна из приоритетных задач государственной безопасности.

Электроэнергетика - основа промышленной мощи любой страны. Большое внимание уделяется его развитию в России. Эта отрасль занимается производством электроэнергии, ее транспортировкой и последующим распределением. При этом тепловая энергия вырабатывается отдельными электростанциями одновременно с электрической энергией. На рис. 1 приведена классификация типов электростанций.



Рис. 1. Классификация типов электростанций в зависимости от различных параметров

Согласно данным Министерства энергетики РФ [3], энергетический комплекс имеет следующую структуру: 21 % – это объекты гидроэнергетики, 11 % – атомные электростанции и 68 % – тепловые электростанции. В эксплуатации ОАО «ФСК ЕЭС» и ОАО «Холдинг МРСК» имеется более 500 тыс. электросетевых объектов. По некоторым данным, РАО «ЕЭС России» принадлежит примерно половина ТЭЦ, остальные находятся в собственности промышленных предприятий, муниципалитетов или коммерческих компаний.

Следует отметить, что важной особенностью отрасли является большой возраст используемого оборудования. В 2019 г. 31 % источников тепловой энергии и 68 % тепловых сетей эксплуатируются с превышением нормативного срока службы в 25 лет, что является причиной роста аварийности и низкой эффективности оборудования. Высокий износ оборудования приводит к росту

аварийных случаев, например, по данным Минэнерго, количество аварий на объектах генерирующих компаний ЕЭС России в январе–июне 2019 г. составило 2056, что в целом стабильно на протяжении последних пяти лет.

Основные причины аварий:

- котельное оборудование – 50,5 %;
- турбинное оборудование – 15,6 %;
- вспомогательное тепломеханическое оборудование – 5,3 %;
- генераторы и синхронные компенсаторы – 4,9 %;
- электротехническое оборудование 110 кВ и выше – 3,8 %;

Трансформаторы (автотрансформаторы) и шунтирующие реакторы 110 кВ и выше – 1,3 %;

- устройства релейной защиты, противоаварийной и режимной автоматики – 8,7 %;

- устройства тепловой автоматики и измерений – 4 %;

- средства диспетчерского и технологического управления и системы управления энергетическим оборудованием – 0,8 %;

- прочие виды оборудования – 4,9 %.

Электроэнергетика включает в себя ряд отраслей повышенного риска: переработка, хранение, транспортировка топлива и энергоресурсов; производство и распределение электроэнергии. В последние годы на промышленных объектах участились крупные аварии и пожары, сопровождающиеся значительным материальным ущербом, человеческими жертвами и травмами:

- возгорание угольной пыли и пожар на Углегорской тепловой электростанции (Украина), в результате которого было разрушено четыре энергоблока;
- пожар на подстанции «Чагино» в Москве;
- авария на Саяно-Шушенской ГЭС;
- пожар на ТЭЦ № 3 в Барнауле и др.

Согласно имеющимся статистическим данным (рис. 2), большинство пожаров происходят на ТЭС (ТЭЦ), причем только 5 % – на ГЭСЗ.

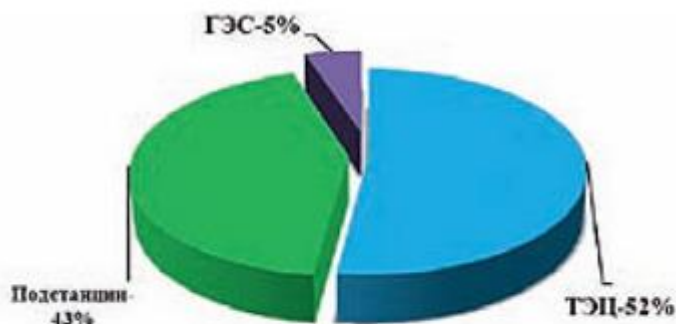


Рис. 2. Статистические данные по пожарам на энергообъектах

Наиболее тяжелые последствия пожаров, как с точки зрения ущерба, так и с точки зрения безопасности персонала, возникают на тепловых электростанциях, так как именно там сосредоточено наибольшее количество опасных производственных объектов. На этих производственных объектах имеется значительное количество горючих материалов и оборудования, опасных для возгорания, которые являются потенциальными источниками возгорания: электрооборудование, заправленное маслом, кабельные конструкции, масляные системы турбогенераторов, системы водородного охлаждения генераторов, оборудование для подачи масла и топлива. . маслонасосные баки, мазутные баки, топливопроводы и т. д. По имеющимся данным, за период 2013-2019 гг. На ТЭС в России произошло 136 пожаров, в результате которых прямой ущерб составил более 11 536 000 рублей.

РАО ЕЭС России определило (и согласовало с Главным управлением Государственной противопожарной службы МЧС России) перечень помещений и зданий энергетических объектов с указанием категорий по взрывопожарной и пожарной опасности.

Таким образом, в энергетическом комплексе имеется [4]:

– 11 объектов категории «А» – повышенная взрывопожароопасность. Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа.

– 6 объектов категории «Б» – взрывопожароопасность. Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

– 36 объектов категории «В» – пожароопасность. Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории «А» или «Б».

Спецификой для рассматриваемых процессов является тот факт, что возгорание долгое время может носить тлеющий характер с быстрым переходом в активную стадию.

Невозможно применить следующие традиционные методы определения возгорания вследствие причин:

- по задымленности – большая концентрация пыли;
- по открытому пламени – возгорание носит тлеющий характер;
- по состоянию газовой среды – отсутствует герметичность, большие объемы воздуха перемещаются с большой скоростью;
- из-за негерметичности конструкции, значительных по массе и скорости потоков угля и воздуха.

При проектировании системы пожарной защиты для объектов электроэнергетики необходимо предусмотреть следующие возможности:

- обнаружение возгорания техническими средствами (пожарными извещателями) и системами сигнализации в блоках электростанций, а также в других технологических помещениях;
- прием сигналов от ручных извещателей, установленных на территории и в помещениях объекта;
- подача сигналов управления системами пожаротушения;
- подача сигналов управления системой оповещения и управления эвакуацией (СОУЭ) людей при пожаре;
- подача сигналов на отключение технологического оборудования электростанций;
- оперативное отображение состояния системы на щите управления электростанции.

Необходимо иметь в виду, что объекты электроэнергетики имеют свои характерные особенности, поэтому здесь нет универсальных решений – для каждого объекта решение должно быть индивидуальным. Проект пожарной защиты должен осуществляться высококвалифицированными специалистами, имеющими доказанный опыт и хорошо понимающими специфику и особенности работы отрасли. Вторым фактором, который необходимо учитывать, является существенное отличие условий возникновения пожара данных объектов (например, связанных с угольной пылью) от обычных – возможно продолжительное тление отложившейся пыли и «внезапное» возникновение аварийной ситуации, когда, казалось бы, все процессы протекают нормально [2].

Наиболее эффективным для решения поставленных задач может служить единый специализированный комплекс устройств, предназначенных для работы в составе систем пожарной, охранной, охранно-пожарной сигнализации, в системах автоматического пожаротушения и оповещения о пожаре во взрывоопасных зонах. Такие комплексы созданы российскими производителями и успешно эксплуатируются на объектах электроэнергетики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.06.2008 г. № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. на 30.04.2021).
2. Пузач С.В., Сулейкин Е.В. Исследование выделения и распространения монооксида углерода при пожаре на теплоэлектроцентралях. // Известия ЮФУ. Технические Науки. – 2013. – № 9. – С. 37–40.
3. Приказ РАО «ЕЭС России» от 22.02.2007 № 108 «О повышении уровня и дальнейшем совершенствовании пожарной безопасности ТЭС ДЗО холдинга РАО «ЕЭС России».
4. РД 34.03.350–98 Перечень помещений и зданий энергетических объектов РАО «ЕЭС РОССИИ» с указанием категорий по взрывопожарной и пожарной опасности.

УДК 699.812

А. А. Бюрчиев, М. В. Акулова, С. Н. Ульева

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

В статье рассматривается комплексная оценка пожарной безопасности лечебного учреждения. Дан анализ пожарной безопасности строительных объектов различного функционального назначения. Приведен пример оценки пожарной безопасности учреждения при помощи сопоставления расчетных величин пожарного риска с нормативными значениями пожарного риска.

Ключевые слова: пожарная безопасность, оценка пожарной безопасности, опасность.

A. A. Byurchiev, M. V. Akulova, S. N. Uleva

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF FIRE SAFETY OF A MEDICAL INSTITUTION

The article deals with a comprehensive assessment of fire safety of a medical institution. The analysis of fire safety of construction objects of various functional purposes is given. An example of assessing the fire safety of the institution by comparing the calculated values of fire risk with the normative values of fire risk is given.

Key words: fire safety, fire safety assessment, danger.

В настоящее время комплексная оценка пожарной безопасности объекта является одной из важнейших задач в сфере обеспечения безопасности жизни людей и сохранности ценных имущественных объектов, а также сохранения экологической безопасности окружающей среды. Также особое внимание уделяется пожарной безопасности объектов здравоохранения, поскольку из-за большого количества постоянно находящихся на их территории больных и персонала, возрастает риск возникновения негативных последствий от пожара.

В свою очередь, пожар может стать причиной одновременной гибели большого числа людей, по числу уносимых жизней уступает только чрезвычайным ситуациям природного характера. Среди техногенных причин пожар прочно занимает второе место после взрыва.

Проверка состояния пожарной безопасности учреждений здравоохранения являются важной составляющей обеспечения ее должного уровня. При проведении проверок изучаются вопросы материально-технического обеспечения пожарной безопасности, соблюдения правил пожарной безопасности руководителями и рядовыми работниками учреждений и их обучения действиям на случай возникновения пожара.

Следует отметить, что заблаговременное планирование и проведение мероприятий по повышению устойчивости функционирования объектов здравоохранения при пожаре, разработка паспортов безопасности объектов здравоохранения, планов пожарной безопасности, план действий ЛПУ в ЧС позволяют существенно снизить риск и смягчить последствия ЧС.

Как правило, оценка пожарного риска производится на основании методики «Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности». Данная методика утверждена Приказом МЧС РФ от 30 июня 2009 г. № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

Оценка пожарной безопасности проводится при помощи сопоставления расчетных величин пожарного риска с нормативными значениями пожарного риска, которые установлены Федеральным законом № 123 от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Например, для оценки пожарной безопасности медицинского учреждения (Бюджетное учреждение Республики Калмыкия «Республиканский детский медицинский центр имени В.Д. Манджиевой»), на основании Федерального закона № 123 от 22.07.2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», проанализировать следующие критерии:

1. анализ пожарной опасности объекта;
2. определение частоты реализации пожароопасных ситуаций;
3. построение полей опасных факторов пожара для различных сценариев его развития;

4. оценка последствий воздействия опасных факторов пожара на людей для различных сценариев его развития;

5. наличие систем обеспечения пожарной безопасности зданий, сооружений и строений.

Также для оценки состояния системы обеспечения пожарной безопасности объектов защиты в системном порядке проверяется соблюдение требований пожарной безопасности, содержащиеся в нормативно-правовых актах и нормативных документах по пожарной безопасности.

В связи с этим, для оценки состояния системы обеспечения пожарной безопасности лечебного учреждения проводится проверка следующих противопожарных мероприятий и элементов противопожарной защиты объекта:

1. Наружного противопожарного водоснабжения, проездов и подрезов для пожарной техники;

2. Конструктивных и объёмно-планировочных решений, степени огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности;

3. Решений по обеспечению безопасности людей при возникновении пожара;

4. Средств огнезащиты;

5. Систем противодымной защиты;

6. Заполнений в проемах противопожарных преград;

7. Лестниц пожарных наружных стационарных, ограждений кровли;

8. Внутреннего противопожарного водопровода;

9. Систем автоматической пожарной сигнализации;

10. Огнетушащих веществ;

11. Систем автоматического пожаротушения;

12. Электроустановок и электрооборудования;

13. Систем оповещения и управления эвакуацией.

Исходя из выше сказанного, можно увидеть, что получается большой список критериев для проведения оценки пожарной безопасности объекта.

Однако только при проведении комплексной оценки пожарной безопасности объекта, можно установить главные особенности пожарной опасности рассматриваемого объекта, а также ряд недостатков, способных привести к тяжелым последствиям в случае возникновения пожара.

Но данные критерии для оценки пожарной безопасности объекта используются с учетом Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123 ФЗ.

Несмотря на это результаты, которые получатся в рамках проведения комплексной оценки пожарной безопасности объекта необходимы для разработки мероприятий по совершенствованию системы обеспечения пожарной безопасности лечебных учреждений, реализация которых приведет к значи-

тельному улучшению системы обеспечения пожарной безопасности объекта защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон РФ от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Федеральный закон РФ от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
3. Приказ МЧС России № 382 от 30.06.2009 г. «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях строениях различных классов функциональной пожарной опасности».

УДК 614.841.11:666.973.6

А. В. Волосач¹, О. Г. Горовых²

¹Филиал «Институт переподготовки и повышения квалификации»
Университета гражданской защиты МЧС Беларуси

²Минский городской технопарк, ООО «Белспецкомплект»

НАХОЖДЕНИЕ ОЧАГА ПОЖАРА ПО ВЕЛИЧИНЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ТВЕРДОСТИ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОННЫХ БЛОКОВ, ПОДВЕРГШИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ ПОЖАРА

Установлена зависимость изменения поверхностной твердости ячеистого бетона после термического воздействия на них и охлаждения водой с последующей сушкой. Предложен данный метод исследования строительных конструкций из ячеистых бетонов на месте пожара для обнаружения очага пожара.

Ключевые слова: ячеистый бетон, термическое воздействие, охлаждение, пожар, очаг пожара, очаговые признаки.

A. V. Volosach, O. G. Gorovykh

TECHNOLOGY FOR DETERMINING A FIRE SITUATION BASED ON MEASURING THE SURFACE HARDNESS OF SAMPLES FROM CELLULAR CONCRETE BLOCKS

The dependence of the change in the surface hardness of aerated concrete after thermal action on them and cooling with water with subsequent drying has been established. This method of research of building structures made of cellular concrete at the site of a fire is proposed for detecting a fire source.

Key words: aerated concrete, thermal effect, cooling, fire, fire center, focal signs.

Введение

Статистические данные свидетельствуют о том, что в последние годы в Республике Беларусь сохраняется значительный уровень числа происходящих пожаров с материальными потерями и человеческими жертвами. Ежегодно в нашей стране происходит свыше 6 тысяч пожаров, например, в 2020 году произошло 6085 пожаров (рисунок 1) [1].

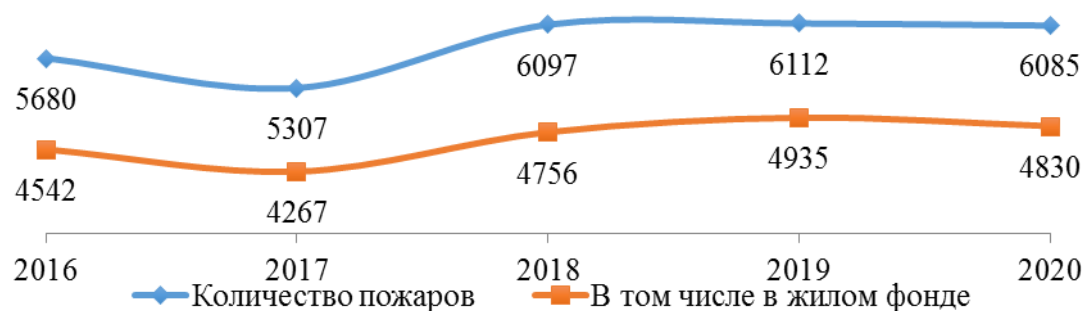


Рис. 1. Динамика количества пожаров в Республике Беларусь за последние 5 лет

Использование ячеистого бетона в строительстве принимает во всем мире все более масштабный характер. Это один из самых востребованных строительных материалов, т.к. обладает множеством достоинств (обеспечивает снижение монтажных, эксплуатационных и экологических затрат, а также гарантирует долгий срок службы и качество жилья) не имеет аналогов и занимает лидирующие позиции в сфере гражданского и промышленного строительства. В настоящее время в Республике Беларусь годовой объем производства газобетонных изделий находится в пределах 3-4 млн. м³ [2, 3].

В строениях, возведенных из газобетона, регулярно возникают пожары, при этом горит горючая нагрузка, имеющаяся в этих помещениях.

Для строений, имеющих конструкции из древесины, металла (стали), железобетона, кирпича, специалистами в области расследования пожаров предложено достаточное количество различных методик, позволяющих по степени разрушения конструкций и их физико-механическим свойствам [4], установить область наибольших разрушений в результате воздействия высокой температуры, и определить место нахождения очага пожара. Для построек из ячеистых бетонных блоков таких полноценных экспертных методик на сегодняшний день не предложено.

При формировании вывода о месте нахождения очага для большинства пожаров инспектору вполне достаточно результатов визуального осмотра строительных конструкций и предметов, составляющих окружающую обстановку

места происшествия. Однако, в случае наличия таких факторов как: архитектурные особенности отдельных помещений или здания в целом; распространение пожара на большие площади; практически полное выгорание пожарной нагрузки; изменение либо нивелирование визуальных признаков очага – основными источниками информации становятся негорючие строительные конструкции и ограждения, как наиболее сохраняемые после пожара.

Для установления температурного поля пожара, имеющего связь с термическими поражениями конструкций, необходимо использовать инструментальные методы исследования конструкций, подвергшихся тепловому воздействию [5].

При пожарах возникают и дополнительные воздействия на строительные конструкции, которые оказывают на них, вместе с температурным воздействием, значительное влияние. Один из таких факторов – резкое колебание температуры, вызванное условиями охлаждения при выполнении аварийно-спасательных работ на пожаре.

Так как по разным объективным и субъективным причинам осмотр места пожара проводится в различное время после ликвидации пожара важно знать, какие признаки очага пожара, даже при резком температурном перепаде и ударном воздействии струй воды, будут сохраняться на всем том временном интервале, в течение которого обычно проводится осмотр места пожара.

Известно, что в результате воздействия высоких температур на пожаре, происходит изменение физико-механических свойств строительных материалов [6]. При производстве пожарно-технической экспертизы (или при осмотре места пожара) зачастую необходимо определить температуру на участках строительных конструкций, поврежденных в результате теплового воздействия пожара. Закономерности изменения физико-механических свойств ячеистого бетона при длительном или кратковременном высокотемпературном воздействии, которые могут быть использованы при определении очага пожара (изменение цвета, количества и вида трещин, отслаивание и т.д.), описаны в работах [7-10].

Однако влияние условий охлаждения на прочностные характеристики (физико-механические свойства) ячеистых бетонных блоков, ранее подвергшихся термическому воздействию, в данных работах и работах других авторов не отражены.

Цель исследования. Установить возможность определения очага пожара в зданиях, выполненных из ячеистых бетонных блоков, когда на строительные конструкции воздействовала сначала высокая температура, а затем интенсивное охлаждение и посвящено данное исследование.

Основная часть.

Для исследований было подготовлено 20 образцов призм из ячеистого газобетона марки по средней плотности D500 согласно [11]. План проведения подготовки образцов предусматривал 10 серий термического воздействия и включал нагревание образцов от 100 °С до 1000 °С (с шагом в 100 °С) в течение 15, 20 и 30 минут. Для каждой температуры и времени выдержки было взято по

2 образца. После загрузки образцов в печь, имеющую температуру окружающей среды, температуру подымали до требуемого значения, в соответствии со стандартной температурной кривой пожара, согласно [12].

После достижения в печи соответствующей температуры, образцы выдерживали в ней в течение 15, 20 или 30 минут. Затем образцы из ячеистого бетона извлекали из печи. Охлаждение образцов проводили в водной среде, имеющей температуру 10 °С, хотя в отдельных случаях на пожаре возможно и более интенсивное охлаждение конструкций. Охлаждение осуществлялось в течении 10 минут. Для определения поверхностной твердости образцов из ячеистого бетона, подвергнутого воздействию высоких температур, применялся метод измерения глубины (мм) погружения индентора в образец, по аналогии с известным методом определения твердости по Роквеллу.

Для сообщения индентору ударно-поступательного движения было использовано специально разработанное для этих целей приспособление (рис. 2) с индентором из инструментальной стали твердостью 217 МПа (НВ), имеющим угол раствора конуса 30° и шероховатость поверхности конуса Ra=12,5 (рис. 3). Измерения проводились по методике, изложенной в [8], глубиномером Digital Tread Depth Gauge. Диапазон измерений глубиномера – от 0 до 25,4 мм, цена измерения и погрешность 0,01 мм (рис. 4).

Было проведено 1800 измерений для образцов, охлаждаемых в воде. Измерения каждого образца проводились с интервалами: 10 минут, 1 час и 1 сутки после извлечения из водной среды.

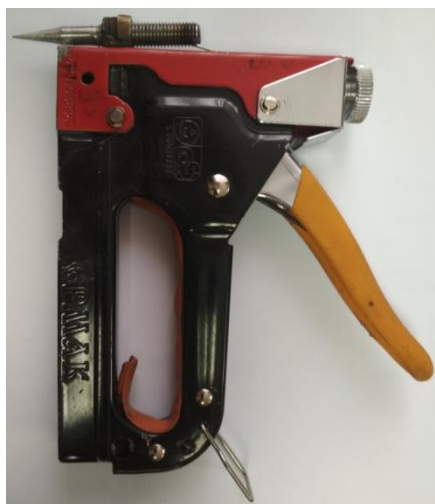


Рис. 2. Общий вид используемого приспособления



Рис. 3. Внешний вид исследуемых инденторов



Рис. 4. Глубиномер Digital Tread Depth Gauge

На рис. 5–7 представлены графики, отражающие глубину погружения индентора в образцы в зависимости от действующей на них температуры и

условий охлаждения. Точка на графике отображает среднее значение результатов 10 измерений.

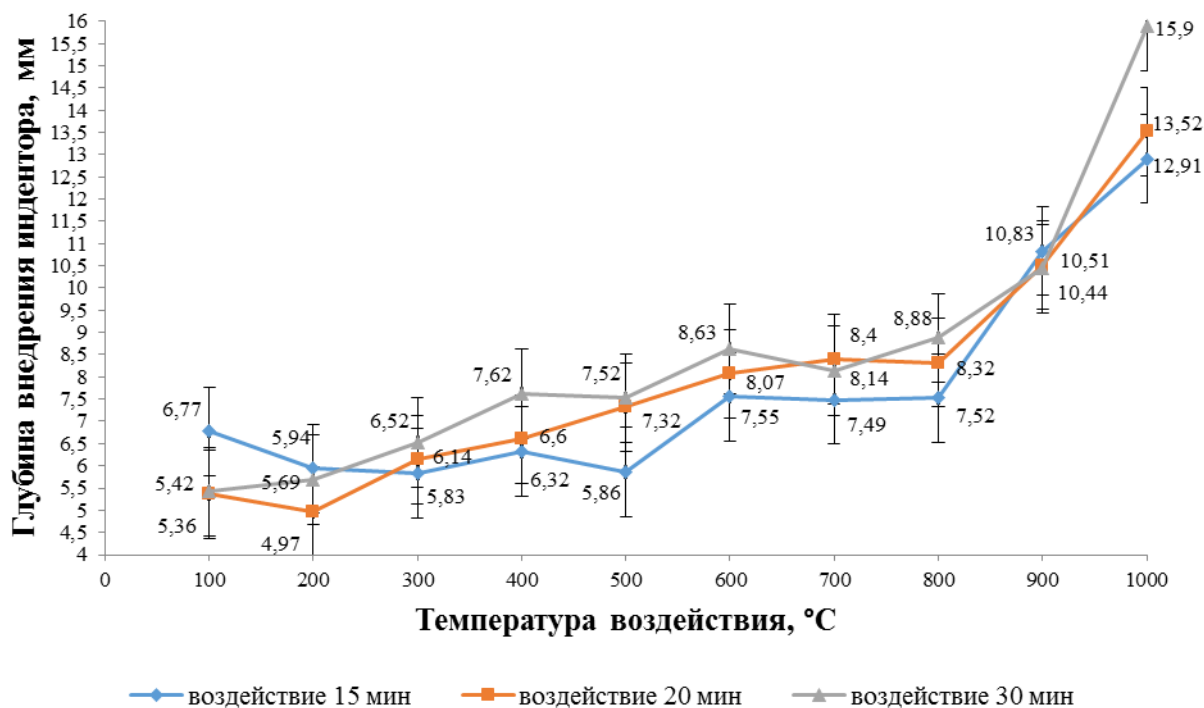


Рис. 5. Глубина внедрения индентора в образцы ячеистого бетона через 10 минут после извлечения из водной среды

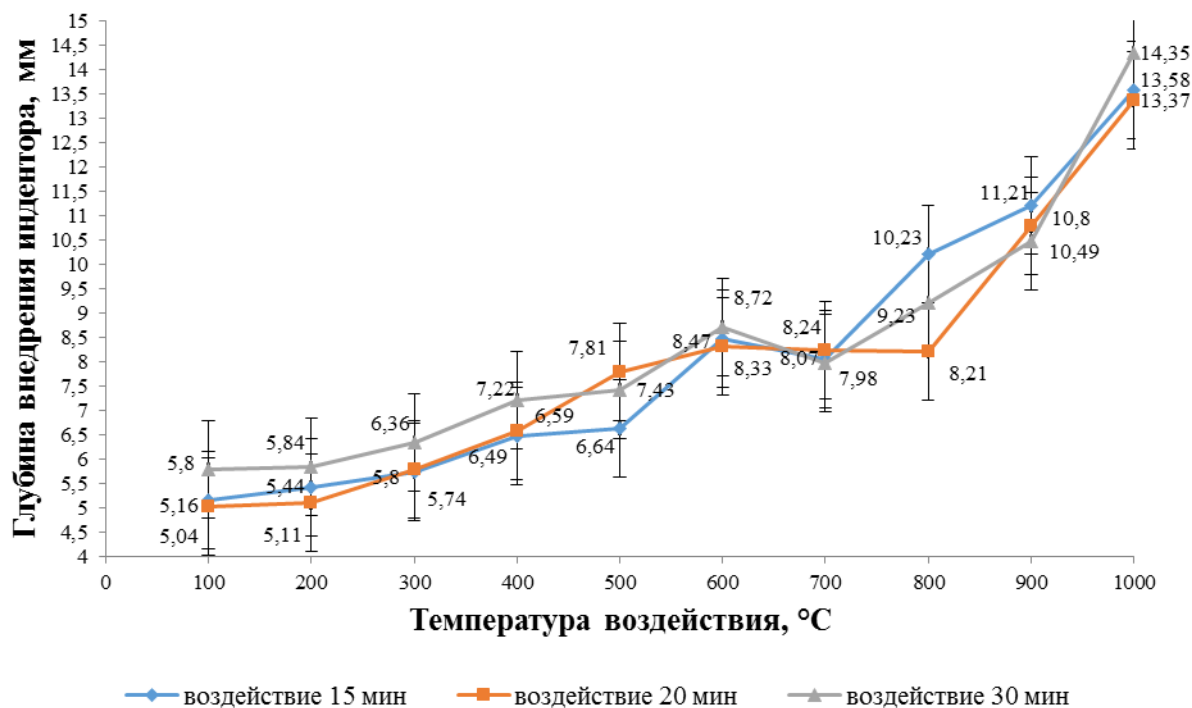


Рис. 6. Глубина внедрения индентора в образцы ячеистого бетона через 1 час после извлечения из водной среды

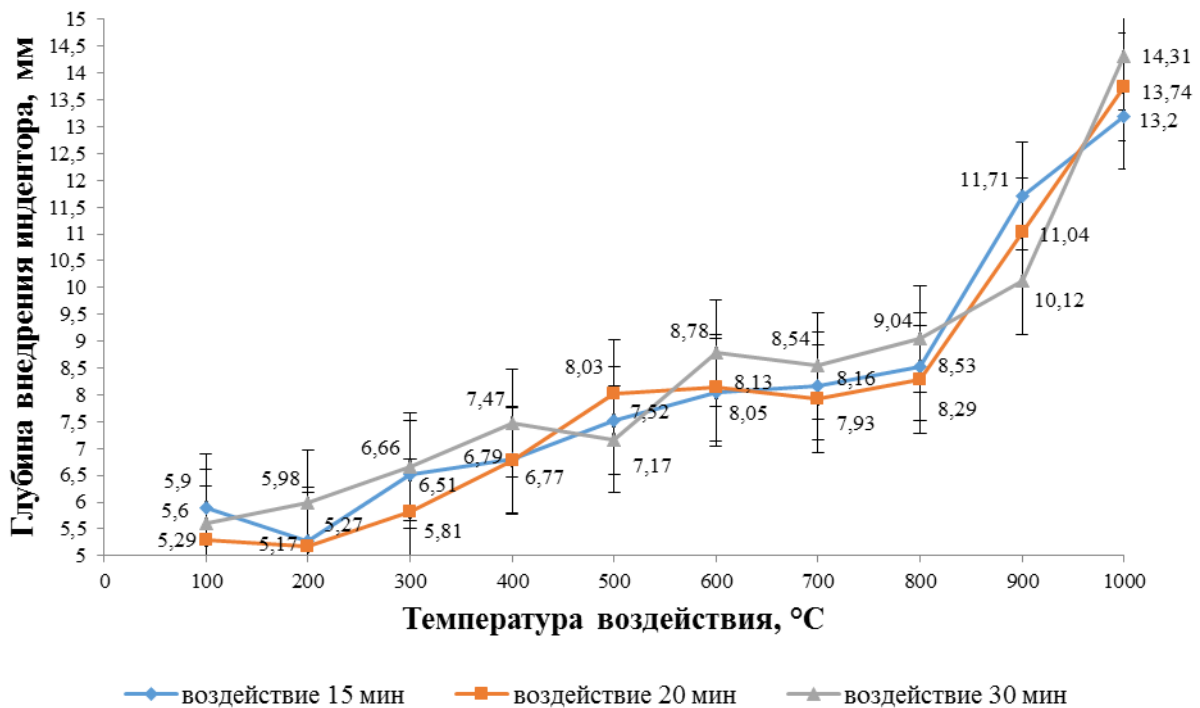


Рис. 7. Глубина внедрения индентора в образцы ячеистого бетона через 24 часа после извлечения из водной среды

Обсуждение результатов

Из представленных на рис. 5–7 графиков видно, что при повышении температуры происходит постепенное увеличение глубины погружения индентора в исследуемые образцы (снижение поверхностных прочностных характеристик). Это можно объяснить тем, что при нагреве выше 100°C начинается постепенная дегидратация имеющихся соединений, и чем выше температура, тем большая степень дегидратации и наблюдаемые при этом разрушения.

Измерение глубины внедрения индентора непосредственно после окончания тушения пожара (10 мин контакта с водой) (рис. 5) позволяет четко выделить области с температурой воздействия на них более 800 °C.

Из графика (рис. 6) видно, что при проведении исследований конструкций через час после окончания тушения, все также легко определяемы области с наибольшим и наименьшим температурным воздействием. Равномерное изменение поверхностной твердости наблюдается в интервале температур 300–1000°C.

При проведении исследований через сутки (рис. 7) можно с высокой степенью вероятности установить области, на которых воздействовали различные температуры. Однако наблюдается снижение поверхностной твердости у образцов, обработанных при 200°C.

На основании полученных значений поверхностной твердости ячеистых бетонов можно говорить о том, что при измерении поверхностной твердости образцов непосредственно после тушения или через 1 час можно легко разграничить температуры от 100 до 500° С.

Для установления температурного поля на месте пожара для более высоких температур (начиная с 500°С) достаточно опереться только на измерения, осуществлённые через 1 сутки высыхания после тушения пожара.

Выводы

Одним из востребованных на сегодняшний день направлений при производстве пожарно-технической экспертизы является установление очага пожара на основе исследований результатов воздействия высоких температур на строительные конструкции, в частности, изготовленные на основе ячеистых бетонов.

Процесс разрушения газобетона хорошо заметен визуально при температурах более 800°С, когда начинает разрушаться, в том числе и из-за полной дегидратации составляющих компонентов.

Результаты проведенных исследований показывают, что поверхностная твердость ячеистого бетона достаточно плавно изменяется при воздействии высоких температур.

Можно делать вывод о том, что данный метод исследования строительных конструкций из ячеистых бетонов на месте пожара, может быть успешно применен для обнаружения очага пожара. Причем измерение поверхностной твердости наиболее целесообразно проводить через сутки после прекращения проведения работ по тушению пожара. Данную методику можно использовать для выявления области наибольшего теплового воздействия пожара в совокупности с результатами, полученными и другими методами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информация о чрезвычайных ситуациях [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://mchs.gov.by/operativnaya-informatsiya/sutochnye-svodki-mchs/v-rb/292675/>. – Дата доступа: 22.09.2021.

2. *Сахаров, Г.П.* Развитие производства и повышение конструктивных свойств автоклавного ячеистого бетона и изделий на его основе / Г.П.Сахаров // Опыт производства и применения ячеистого бетона автоклавного твердения: материалы 7-й Международной научно-практической конференции, Брест, Малорита, 22-24 мая 2012 г. / редкол. Н.П. Сажнев (отв. ред.) [и др.]. – Мн. : Стринко, 2012. – С. 32 – 36.

3. *Мартыненко, В.А.* Теоретические и структурные свойства ячеистого бетона / В.А. Мартыненко // Theoretical Foundations of Civil Engineering : Збірник наук. праць ПДАБА і Варшавського техн. універ. – Dnepropetrovsk-Warsaw, 2003. – С. 177–186.

4. 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.

5. Пахомов М. Е. Техничко-криминалистическое обеспечение раскрытия и расследования преступлений, связанных с пожарами //Вестник Волгоградской академии МВД России. – 2015. – №. 1. – С. 112-115.

6. Дашков, Л.В., Плотникова, Г.В., Гольчевский, В.Ф. Экспертные пожарно-технические исследования строительных материалов зданий при установлении очага пожара. //Вестник Восточно-Сибирского института МВД России, №. 4 (71), – 2014. – С. 61-67.

7. Горовых О. Г., Волосач А. В. Определение очага пожара по визуальным наблюдаемым изменениям ячеистого бетона после термического воздействия //Судебная экспертиза Беларуси. – 2017. – №. 1. – С. 59-62.

8. Волосач А.В., Горовых О.Г. Результаты экспериментальных исследований поверхностной твердости ячеистых бетонов, подвергшихся температурному воздействию, инденторами с углами раствора конуса 20–55° // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. – 2019. – Т. 3, № 1. – С. 13-22.

9. Волосач А.В., Горовых, О.Г. Изменение величины сорбции ячеистых бетонов после термического воздействия // Научно-технический журнал «Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация». – 2018. – №1(43). – С. 57-64.

10. Волосач А. В., Горовых О. Г. Исследование поверхностной твердости ячеистых бетонов, подвергшихся температурному воздействию //Судебная экспертиза Беларуси. – 2019. – №. 1. – С. 54-58.

11. Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия : ГОСТ 31359-2007. – Введ. 1.01.2009. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2009. – 9 с.

12. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования : ГОСТ 30247.0-94. – Введ. 01.10.1998. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1998. – 12 с.

УДК 614.0.06

А. Р. Дашкина, Е. Э. Леонова

ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет

ВЛИЯНИЕ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ НА ДЕЙСТВИЯ РАБОТНИКОВ В УСЛОВИЯХ АВАРИЙ НА ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

В статье рассматриваются различные виды влияния стрессоустойчивости на действия персонала при пожарах и авариях на производстве. Установлены качественные зависимости поведения персонала (точность, последовательность действий при обнаружении, локализации и ликвидации пожара) от их стрессоустойчивости.

Ключевые слова: стрессоустойчивость, стресс, пожар, аварийная ситуация.

A. R. Dashkina, E.E. Leonova

THE INFLUENCE OF STRESS RESISTANCE ON THE ACTIONS OF EMPLOYEES IN ACCIDENT CONDITIONS AT HAZARDOUS PRODUCTION FACILITIES

The article examines the role of stress resistance in the actions of workers during fires in the production. It was revealed how the stress resistance of production workers affects the accuracy and sequence of their actions when detecting, localizing and eliminating a fire.

Key words: resistance to stress, stress, fire, emergency situation.

Введение

С масштабным развитием промышленности и ускорением темпов производственных мощностей на опасных производственных объектах, значительно возрастает угроза возникновения аварийных ситуаций. Персонал таких предприятий должен проходить подготовку и обучаться правилам пожарно-технического минимума, действиям при возникновении пожаров и угрозы взрывов. Но зачастую бывает недостаточно обучить сотрудников плану действиям при возникновении чрезвычайных ситуаций. Необходимо учитывать реакцию каждого сотрудника на ситуацию, в которой есть угроза его здоровью и жизни, провоцирующая стресс, тревогу и панику.

Профессиональный риск в аварийных ситуациях

Особенности профессиональной деятельности сотрудников взрывопожароопасной отрасли во многом определены типами ситуаций, каждая из которых описывается особенностями организационно-технических факторов деятельности работника.

Параметры аварийных ситуаций на взрывопожароопасном производстве, сопряжены с предельными возможностями человека и определяются как экстремальные. В случае опасного производственного объекта взрывопожароопасной категории, профессиональный риск во многом обусловлен психической напряженностью и уровнем опасности.

В условиях напряженной деятельности на опасном производственном объекте вероятность когнитивных и исполнительных ошибок среди работников резко возрастает, что приводит к увеличению факторов опасности и риска. В процессе эксплуатации технических систем и технологических процессов, вследствие ошибок человека, влияния природных или техногенных факторов потенциальные угрозы могут переходить в нештатные экстремальные и аварийные ситуации.

Деятельность сотрудников опасного производственного объекта характеризуется, как особыми внешними условиями, так и высокой напряженностью, и обусловлена необходимостью принятия незамедлительных решений в условиях потенциальной опасности для работника и ограниченного времени, противоре-

чие инстинкту самосохранения (снижение опасности в интересах общества ставит под угрозу собственную безопасность), высокий риск. Именно этот тип деятельности связан с понятием профессионального риска, поскольку действия сотрудника могут привести к возрастанию степени угроз.

Именно поэтому, при всей важности подготовки профессионалов этого типа, решающее значение наряду с профессиональными, имеют индивидуально-личностные качества: высокая стрессоустойчивость и сильная психика, которые необходимо включить в основные критерии отбора.

Основные компоненты психологической устойчивости представляют собой:

- динамичность как определённая психическая составляющая для преодоления психической напряжённости;
- эмоциональность как субъективная форма выражения потребностей личности;
- воля, интеллектуальные особенности личности, включающие совокупность умственных способностей, самооценку, профессиональная компетентность;

Стрессоустойчивость – это совокупность черт характера человека, которые позволяют ему адекватно противостоять трудностям и принимать правильные решения во время экстремальных ситуациях, согласно логике.

Способность событий вызывать стресс у людей носят название стрессогенность.

Стрессоустойчивость является определяющим фактором для эффективной и хорошей работы, так как она позволяет работнику повысить не только свою продуктивность, но и заставляет обращать внимание на многие, играющие роль факторы.

Причинами стресса может служить что угодно, начиная от рабочих трудностей, заканчивая проблемами в личной жизни. Но весь ряд причин связывает то, что та или иная ситуация несёт угрозу нашей жизни, независимо от того реальная она или вымышленная.

Определяют 3 уровня стрессоустойчивости:

- высокий – индивид не подвержен стрессу;
- средний – индивид может выйти из равновесия только лишь при наличии определённых событий;
- низкий – индивид впадёт в стресс при наличии малейших изменений.

Работник, чья стрессоустойчивость низкая, будет впадать в стресс при малейших изменениях окружающей его среды, и его поведением будут управлять их эмоции, нанося вред.

Работник, который, напротив, обладает высоким уровнем стрессоустойчивости готов к любым переменам (от небольшим до глобальных за небольшой период) под воздействием новых внешних факторов, также он с лёгкостью поменяет свои взгляды и поведение, если этого требует ситуация.

Работа на опасном производственном объекте сопровождается неопределёнными событиями, подготовка к которым крайне необходима, а также угрозой жизни и высоким уровнем ответственности за жизни всех сотрудников.

На производстве обладать высоким уровнем стрессоустойчивости обязаны не только руководители, чья рабочая деятельность требует быстрого принятия решения, но и весь рабочий персонал, так как аварийные ситуации развиваются с высокой скоростью и время для подготовки практически отсутствует, и все действия должны быть верными и исходить от психологически подготовленных сотрудников.

Аварийные ситуации являются тем событием, которое может нанести не только физический вред, но и психологические травмы. В следствие этой травмы может возникнуть патологические психические нарушения и нервные срывы.

Наиболее частыми аварийными ситуациями являются пожар или взрыв, обрушение здания и затопление, выброс газа или опасного вещества, эксплуатируемого на производстве.

При любой возникшей экстремальной ситуации, персонал на производстве должен чётко следовать инструкциям и не наводить панику на окружающих людей.

Работник, обладающий средней или же высокой стрессоустойчивостью, адекватно оценит текущую обстановку, будет действовать строго по плану, прописанному плану ликвидации аварийных ситуаций, оповестит всех окружающих и сделает все необходимое, чтобы снизить вероятность гибели или вреда здоровью.

Обладающий низкой стрессоустойчивостью работник с большей вероятностью поддастся эмоциям и впадёт во всеобщую панику, тем самым усугубив ситуацию.

Основные методики оценки стрессоустойчивости работника на производстве

Для оценки стрессоустойчивости работников на производстве используют методики Холмса и Раге. Данные методики оценивают устойчивость к стрессу на основании шкалы, в которой каждому важному жизненному событию соответствует определенное число баллов в зависимости от степени его стрессогенности. Большое количество набранных баллов в результате тестирования – это сигнал тревоги, предупреждающий о низкой стрессоустойчивости и опасности возникновения психоневрологических заболеваний у работника.

Результаты тестирования интерпретируются таким образом: если набрано менее 150 баллов — большую сопротивляемость стрессу. Такой сотрудник практически не подвержен любому виду стресса.

Получение баллов в диапазоне от 150 до 199 баллов означает высокую сопротивляемость стрессовым нагрузкам. Такой сотрудник с лёгкостью переносит любой стресс.

Диапазон значений от 200 до 299 баллов характеризует пороговую(среднюю) сопротивляемость. Это приводит к тому, что сотрудник тратит огромную долю своей энергии и ресурса на борьбу со стрессом, возникающими в процессе аварийной ситуации, что приводит к ошибкам, приводящим к ухудшению ситуации.

Получение результата в 300 и более баллов это опасный сигнал, так как это означает очень низкую сопротивляемость стрессу. Такой сотрудник имеет психоматричке заболевание или же он находится в фазе нервного истощения

Методика исследования

В исследовании приняли участия 35 человек разных возрастных групп. Для исследования была взята методика Холмса и Раге.

Результаты исследования

В результате исследования обнаружилось, что большинство испытуемых имеют крайне низкую стрессоустойчивость. Из 35 человек, участвующих в исследовании, 23 имеют низкую стрессоустойчивость (65,71%), 9 — пороговую (25,71%) и только 3 человека имеют высокую стрессоустойчивость (8,57%), необходимую для работы на опасном производственном объекте.

Выводы

Снижая вероятность столкновения с ситуацией стресса, формируя готовность к рациональным и незамедлительным действиям во время пожара и взрыва, способность стойко переносить все нагрузки, воздействующие на психику, психологическая подготовка является неотъемлемой частью подготовки сотрудников взрывопожароопасных предприятий. Создание и повышение стрессоустойчивости персонала максимального числа психических образов действий – одна из главных задач психологической подготовки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018610396, 10.01.2018. «Программа для расчета параметров пожаров и аварийных разливов нефти» Исмаков Р.А., Хафизов Ф.Ш., Хафизов И.Ф., Шарафутдинов А.А., Курбанаев Р.Р., Каримов Р.Р.

2. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2018610351, 10.01.2018. «Программа моделирования и расчета водопенных коммуникаций пожарных автоцистерн» Бахтизин Р.Н., Баулин О.А., Хафизов Ф.Ш., Хафизов И.Ф., Шарафутдинов А.А., Шайдуллин А.Т.

3. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2021610493, 14.01.2021. «Программа для визуализации и получения аналитического решения многокритериальных задач» Валиев Р.Р., Баулин О.А., Хафизов Ф.Ш., Хафизов И.Ф., Альмухаметов А.А., Шарафутдинов А.А., Шарафутдинов А.А.

4. *Фаилова, Е.Р.* Научно-методическое обоснование оснащения пожарных подразделений средствами оказания доврачебной помощи/*Е.Р. Фаилова, А.А. Шарафутдинов*// Актуальные проблемы и тенденции развития

техносферной безопасности в нефтегазовой отрасли. Материалы III Международной научно-практической конференции. - 2020. - С. 309-311.

5. *Валиев, Р.Р.* Методика многокритериальной оценки эффективности принятия решений при тушении пожаров на объектах нефтегазовой промышленности/ Р.Р. Валиев, И.Ф. Хафизов, Ф.Ш. Хафизов, А.А. Шарафутдинов// Безопасность труда в промышленности. - 2021. - № 4. - С. 63-69.

6. *Gazizov, A.M.* Improvement of fire retardant properties of wood materials/ A.M. Gazizov, O.V. Kuznetsova, A.A. Sharafutdinov, K.M. Shaimuhametova/ IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Krasnoyarsk, Russia, - 2020. -С. 62014.

7. *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. Akhmetfazizov, V.I. Zakirova, A.N. Khafizova// AIP Conference Proceedings. 28. Сер. «28th Russian Conference on Mathematical Modelling in Natural Sciences». 2020. С. 070004.

8. *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

9. *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.

10. *Sharafutdinov, A.A.* Modeling the optimal route of unmanned systems during the extinguishing of industrial and natural fires A.A. Sharafutdinov, I.A. Khairtdinov, A.V. Krasnov, A.M. Gazizov, A.A. Kolesnik// IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. - 2020. - С. 012105.

11. *Sharafutdinov, A.A.* Modelling of explosion consequences using geo-informational technologies based on service-oriented architecture/ A.A. Sharafutdinov, A.V. Krasnov// Journal of Physics: Conference Series. - 2020 International Conference on Information Technology in Business and Industry, ITBI - 2020. - Bristol, England, - 2020. - С. 012191.

12. *Шарафутдинов, А.А.* Внедрение автоматизированных систем оперативного управления и виртуальных тренажерных комплексов, как способ минимизации ошибок личного состава пожарных подразделений/ А.А. Шарафутдинов, Ф.Ш. Хафизов, А.А. Кудрявцев// Нефтегазовое дело. -2014. - Т. 12. - № 3. - С. 160-169.

13. *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.

14. *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. Akhmetfazizov, V.I. Zakirova, A.N. Khafizova// AIP Conference Proceedings. 28th Rus-

sian Conference on Mathematical Modelling in Natural Sciences, - RuMoNaS - 2019. - 2020. - С. 070004.

15. *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.

16. *Газизов, А.М.* Повышение стойкости композиционного древесного материала/ А.М. Газизов, О.В. Кузнецова, А.А. Шарафутдинов, М.И. Еникеев// Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. - 2018. - № 4. - С. 182-193.

17. *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// Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. - 2018. - № 2. - С. 99-116.

УДК 614.8

О. К. Дзампаева, С. А. Шабунин

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

КРАТКИЙ ОБЗОР ДАННЫХ ЕДИНОЙ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА ПОЖАРОВ

В статье представлен краткий обзор показателей причин возникновения пожаров за период 2010-2020 гг. в России. Обзорные статистические данные определяют оперативную обстановку с пожарами и являются основой интерпретации методологии профилактических мероприятий в области пожарной безопасности.

Ключевые слова: причины пожаров, статистика пожаров, состояние пожарной обстановки, показатели обстановки с пожарами, частота пожаров.

О. К. Dzampaeva, S. A. Shabunin

BRIEF REVIEW OF DATA OF THE UNIFIED STATE FIRE ACCOUNTING SYSTEM

The article provides a brief overview of the indicators of the causes of fires for the period 2010-2020. in Russia. Survey statistical data predetermine the operational situation with fires and are the basis for the interpretation of the methodology of preventive measures in the field of fire safety.

Keywords: causes of fires, fire statistics, the state of the fire situation, indicators of the situation with fires, the frequency of fires.

В соответствии с Указом Президента РФ от 01.01.2018 г. № 2 «Об утверждении основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года» [2], профилактика пожаров позиционируется как стратегия развития МЧС России, одной из основных целей которого является снижение риска возникновения пожаров.

Согласно единой государственной системе статистического учета пожаров и последствий от них, количество пожаров и их причин с 2000 года приобрели стабильную динамику роста [1].

Законодательно определено, что основными задачами пожарной статистики являются сбор, систематизация и анализ количественных показателей, характеризующих уровень защиты от пожаров различных объектов, жилых зданий и населенных пунктов в целом.

Данные единой государственной системы учета пожаров свидетельствуют о том, что на протяжении одиннадцати лет каждый год в России в среднем происходит 207 тысяч пожаров. За последние два года (2019-2020) рост количества пожаров вырос в четыре раза. При этом в 2020 г. пожаров произошло на 6,9% меньше, чем в 2019 году.

Четырехкратный рост числа пожаров в 2019-2020 году обусловлен тем фактом, что до 2018 года в официальную отчетность входили только зарегистрированные пожары, а с 2019 года в официальную статистику стали входить все пожары, что позволяет утверждать о том, что до 2019 года 3/4 пожаров не регистрировались.

Количественное соотношение пожаров в динамике представлено на рис. 1.



Рис. 1. Динамика пожаров в России за период с 2010 – 2020 гг.

Как видно из рис. 1 с 2010 г. по 2018 г. наблюдается снижение количества пожаров в России. Значительный рост пожаров с 2019 года обусловлен изменениями компонентов, подлежащих включению в учет (изменение правил учета пожаров). Количество пожаров в регионах страны имеет разные показатели. В связи с чем, видится целесообразным продемонстрировать обзор пожаров на примере субъекта РФ (Ивановская область).

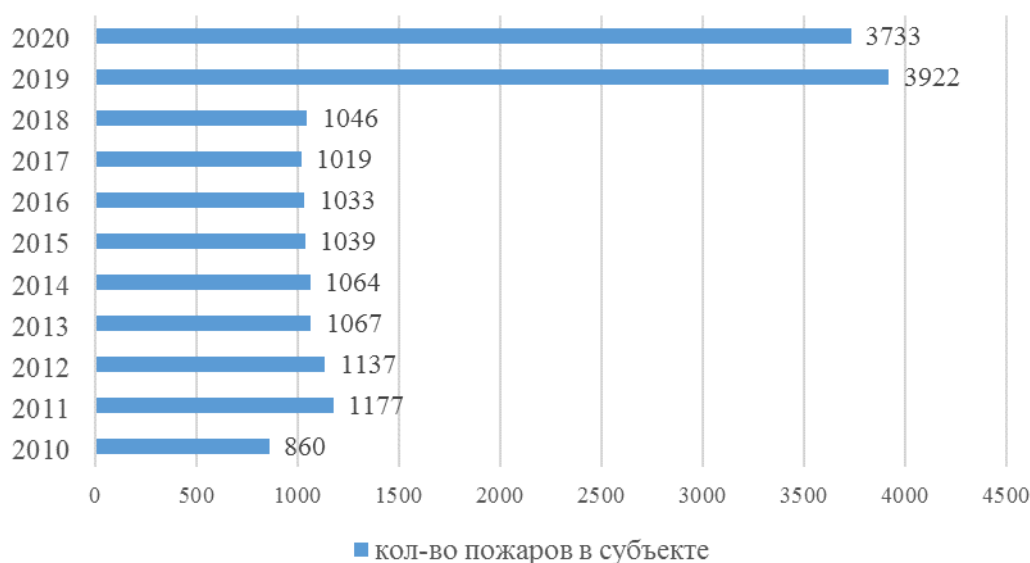


Рис. 2. Динамика количества пожаров в Ивановской области за период с 2010 – 2019 гг. [3-6]

Данные, представленные на рис. 2, свидетельствуют, что за период с 2010 по 2020 в Ивановской области наблюдается рост количества пожаров. В 2019 году количество пожаров выросло почти в четыре раза, по сравнению с предыдущим годом, а в 2020 г. данный показатель снизился на 4,82 %, по сравнению с 2019 г.

За период с 2010 по 2020 среднее значение количества погибших людей, (чел.) составляет 9 839,1; количества травмированных людей, (чел.) – 9 692,5; среднее значение прямого ущерба от пожаров (тыс. руб.) составляет 185 801 244 тыс. руб.

За последние одиннадцать лет большая доля пожаров приходится на жилой сектор (в среднем 107 тысяч пожаров в год); на втором месте – пожары транспортных средств (в среднем 21 тысяча пожаров в год; на третьем – прочие объекты пожаров (в среднем 9 тысяч пожаров в год); на четвертом – склады, базы и торговые помещения (в среднем 4 тысячи пожаров в год); на пятом – производственные здания и складские помещения производственных предприятий (в среднем 3,5 тысяч пожаров в год).

На рис. 3 отображены графические средние показатели доли пожаров по видам объектов.



Рис. 3. Средний показатель количества пожаров по видам объектов пожаров за период с 2010 – 2020 гг. (в тыс. ед.).

Преобладающей причиной возникновения пожаров является неосторожное обращение с огнем (средний показатель – 80 тыс. пожаров в год; на втором месте – поджоги (в среднем 16 тыс. пожаров в год); на третьем месте по количеству пожаров по причине нарушения правил устройства и эксплуатации транспортных средств (в среднем 10 тыс. пожаров в год).

В рамках исследуемого периода наибольшее число пожаров происходит в жилом секторе (рис. 3). Человеческий фактор является причиной практически всех пожаров, происходящих в жилом секторе.

На жилой сектор приходится от 70 до 80 % от общего числа пожаров, происходящих ежегодно в России. Основное количество пожаров в жилье происходит по так называемым, непрофилактируемым причинам, т.е. по вине людей, находящихся в состоянии ограниченной дееспособности (состояние опьянения, психические заболевания, возрастная немощь, детская шалость и т.д.). Что касается дееспособных людей, то их поведение не ограничивается каким бы то ни было контролем за соблюдением правил пожарной безопасности, как это происходит на рабочих местах или в общественном секторе. В жилых домах гибнет около 90 % от общего количества погибших при пожарах. Основной причиной гибели людей при пожарах является действие продуктов горения (до 76 % от общего числа погибших) и высокой температуры (до 19 % от общего числа погибших).

Основными причинами пожаров в жилье являются: неосторожное обращение с огнем – более 50 %; нарушение правил пожарной безопасности при эксплуатации печей – 14%; поджоги – в среднем 12 %; нарушение правил пожарной безопасности электрооборудования – 9,5 %.

Представленный в статье краткий обзор пожаров и анализ причин их возникновения позволяет предположить, что основным фактором их возникновения выступает неудовлетворительное состояние объектов пожаров, в силу неадекватной оценки обществом (населением) опасности пожаров и недостаточной активностью проведения противопожарной пропаганды. Нарушение техники пожарной безопасности обусловлено нарушениями обязательных требований противопожарного режима, устанавливающего правила поведения людей,

порядок организации производства и (или) содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов. Всему этому предшествует в первую очередь уровень и качество профилактической работы в целях обеспечения пожарной безопасности.

Таким образом, представленные показатели различных групп и периодов, причин возникновения пожаров за исследуемый период отражают состояние пожарной обстановки в стране, что может стать основой интерпретации методологии профилактических мероприятий в области пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» // Официальный интернет-портал правовой информации – [Электронный ресурс] – Режим доступа: [//pravo.gov.ru](http://pravo.gov.ru).

2. Указ Президента РФ от 01.01.2018 г. № 2 «Об утверждении основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года» – [Электронный ресурс] – Режим доступа: [//pravo.gov.ru](http://pravo.gov.ru).

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 2019 году: Статистический сборник / Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2020, - 80 с.

6. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: Статистический сборник / Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. - М.: ВНИИПО, 2021. - 112 с.

УДК 614.849

А. С. Ибрагимов, К. В. Семенова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБУГЛЕННЫХ ОСТАТКОВ ДРЕВЕСИНЫ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОЧАГА ПОЖАРА

Дана общая характеристика методов исследования натуральных строительных материалов из древесины. Рассмотрены особенности поведения натуральных строительных материалов в условиях пожара. Рассмотрены пожарно-криминалистические инструментальные методы исследования материала после пожара.

Ключевые слова: пожар, строительные материалы, древесный уголь, пиролиз, признаки очаговой зоны, глубина обугливания древесины.

A. S. Ibragimov, K. V. Semenova

INVESTIGATION OF CHARRED WOOD REMAINS IN ORDER TO DETERMINE THE FIRE SOURCE

The general characteristics of the methods of research of natural building materials are given. The features of the behavior of natural building materials in fire conditions are considered. Fire-forensic instrumental methods of studying the material after a fire are considered.

Keywords: fire, building materials, charcoal, pyrolysis, signs of a focal zone, depth of wood charring.

В 2020 году в нашей стране зарегистрировано 439100 пожаров, что на 6,9 % меньше, чем в 2019 году. В них погибли 8262 человека, что на 3,5 % меньше, чем в прошлом году. Среди погибших 355 несовершеннолетних - на 12,6 % меньше, чем в 2019 году [4].

Больше всего возгораний, по данным МЧС России, произошло на открытых территориях. Вторую позицию в этом антирейтинге заняли многоквартирные дома, третью - дома частные. Ущерб от пожаров за год оценивают в 19,4 миллиарда рублей.

Установить причину пожара, определить его очаг - задача, которая стоит перед органами дознания ФГПН МЧС России [1].

Рассмотрим методику проведения инструментального исследования древесных углей методом измерения удельного электросопротивления на конкретном примере (пожар, произошедший в г. Грозный).

После проведения осмотра места пожара на исследование в ИПЛ были представлены пробы угля, изъятые с места пожара.

Цель проведения инструментального исследования: установить зоны наибольшего термического поражения деревянных конструкций. С учетом распределения пожарной нагрузки на объекте до пожара, определить место расположения очага пожара. Сущность инструментального исследования заключается в следующем: удельное электросопротивление обугленных остатков (угля) органических материалов очень резко (на порядки) меняется с увеличением температуры и длительности горения. С увеличением температуры и длительности горения электропроводность углей увеличивается, а сопротивление уменьшается. Следовательно, при помощи измерения удельного электросопротивления можно выявить зону(ы) наиболее длительного и высокотемпературного воздействия пожара на деревянные конструкции. Перед проведением измерений и отбора проб необходимо составить отдельную план - схему объекта пожара, на которой будут указаны цифрой места отбора древесного угля с однотипных деревянных конструкций. Измеряем глубину обугливания древесины методом пенетрации (протыкания). Схема измерения глубины обугливания приведена на рис. 1.

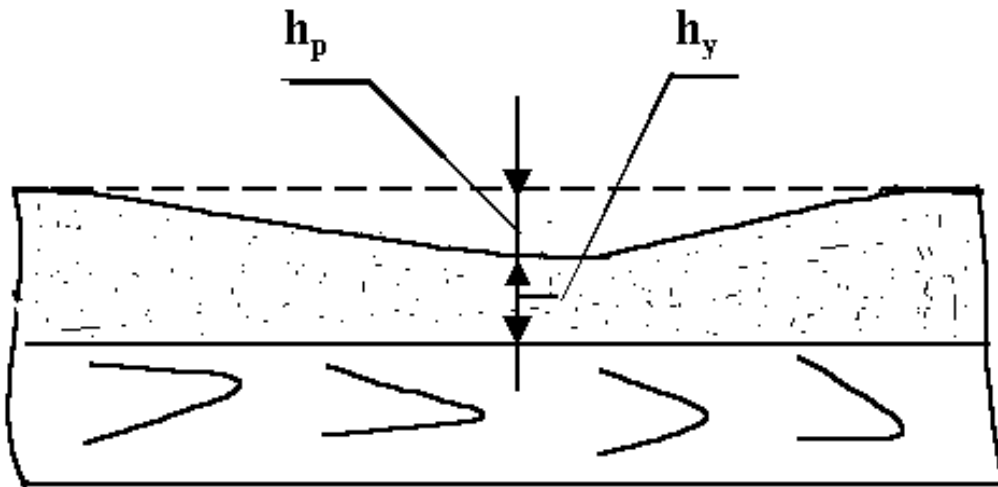


Рис. 1. Схема измерения параметров обугливания

В точке измерения определяем толщину слоя угля h_y и величину потери сечения конструкции h_p . Глубина обугливания N рассчитывается по формуле 1: $N = h_y + h_p$.

Рассчитанную величину N для каждого места отбора указываем на план-схеме. С поверхности угля кисточкой смахиваем золу и остатки пожарного мусора, после чего аккуратно срезаем скальпелем верхний, 3 - 5 миллиметровый слой угля. Каждую пробу, в количестве не менее 10 - 15, необходимо упаковывать отдельно в полимерный пакет, бумажный конверт или любую удобную маленькую тару.

В дальнейшем упаковка со всеми пробами вместе с копией план-схемы и сопроводительными документами, а именно письмом и направлением, направляется на пожарно-техническое исследование в ИПЛ.

На план-схеме указаны места отбора древесного угля и глубина обугливания (N). Места отбора пронумерованы и соответствуют номерам, вложенным в каждую упаковку.

Анализ полученных результатов пожарно-технического исследования, в рамках которого определены температура (T) и продолжительность горения древесины (τ_d): в результате пожарно-технического исследования будут определены температура (T) и продолжительность горения древесины (τ_d) в каждой точке отбора. Как известно, в очаге пожара (в месте первоначального возникновения горения) происходит наиболее длительное воздействие высокой температуры на конструкции объекта. По полученным результатам устанавливаем зоны наиболее длительного воздействия (τ_d , мин) пожара на деревянные конструкции. С учетом распределения пожарной загрузки объекта до пожара, определяем место расположения очага пожара.

При поступлении упаковки со всеми пробами и сопроводительных документов (план-схема, письмо, направление), специалист проводит визуальный осмотр представленных объектов и определяет пригодность их для инструментального исследования.

Далее специалист, используя комплект «Пресс», проводит инструментальное исследование. Пробы углей растираются пестиком в фарфоровой ступке и сушатся в течение двух часов в сушильном шкафу при температуре 100 °С. Уголь засыпается в пресс-форму и сжимается с помощью гидравлического пресса до давления около 40 кПа. Электросопротивление проб угля (R) в момент сжатия определяется с помощью подключенного к прессу цифрового мультиметра. Результаты измерений заносятся в таблицу.

Далее, расчет температуры (T) и длительности теплового воздействия (τ_d) в точках отбора проб пиролиза древесины производим исходя из результатов измерений электросопротивление углей и геометрических параметров угольного слоя.

Рассчитываем (P) – десятичный логарифм электросопротивления пробы угля ($P = \lg R$). Температура (T) и продолжительность горения древесины (τ_d) определяются графически при помощи номограмм, показанных на рисунке. На номограмме находят точку пересечения кривых, примерно соответствующих значениям (P) и (H) анализируемой пробы.

Координаты этой точки на осях абсцисс и ординат соответствуют ориентировочным значениям (τ_d) и (T) для точки отбора проб обугленных остатков. Результаты измерений заносятся в специальную таблицу.

Таким образом, в результате исследования установлено, что наибольшая расчетная длительность процесса горения, составившая около от 63,68 до 50,06 минут установлена в точках № 2, № 3, № 6, № 9, т.е. более длительное горение древесины происходило у западной стены, где и устанавливается зона наибольшего термического воздействия.

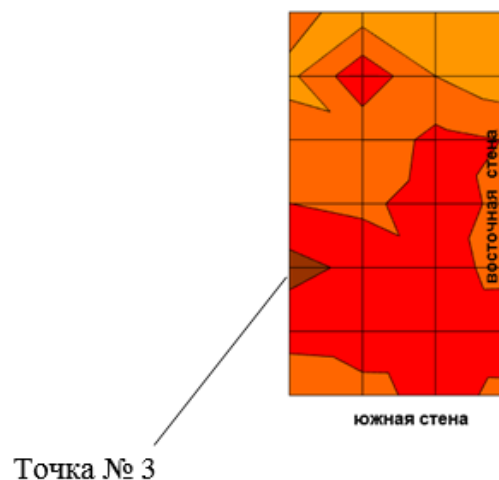


Рис. 2. Карта зон места пожара

По результатам проведения пожарно-технического исследования специалистом составляется Техническое заключение, которое вместе с вещественными доказательствами и сопроводительным письмом, направляется лицу, назначившему данное исследование (дознавателю, следователю) [2].

Любой пожарно-криминалистический инструментальный метод исследования материала после пожара основан на фиксации с помощью приборов невидимых глазу изменений в материале, его структуре, физико-химических свойствах, которые четко взаимосвязаны с условиями теплового воздействия на материал в ходе пожара [3].

Современные методики исследования угля (измерение электросопротивления, расчет температуры и длительности пиролиза древесины) позволяют определить очаг пожара и составить полную реконструкцию пожара.

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.

2. Антонов А.О. Правовое регулирование судебно-экспертной деятельности федеральной противопожарной службы МЧС России: дисс. канд. юр. наук. Санкт-Петербург, 2009.

3. Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). СПб.: ИПБ МВД, 1997.

4. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 2020 год.

УДК 614.84

З. Х. Кабардаев, Н. А. Таратанов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБСТАНОВКИ С ПОЖАРАМИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯМИ С ПОМОЩЬЮ ДИНАМИКИ РЯДОВ

В данной статье рассмотрены вопросы прогнозирования показателей обстановки с пожарами и их последствиями с помощью динамики рядов.

Ключевые слова: правоприменительная практика, пожарная безопасность, статистика, прогноз.

Z. H. Kabardaev, N. A. Taratanov

FORECASTING INDICATORS OF THE SITUATION WITH FIRES AND THEIR CONSEQUENCES USING THE DYNAMICS OF THE SERIES

This article discusses the issues of forecasting indicators of the situation with fires and their consequences using the dynamics of the series.

Keywords: law enforcement practice, fire safety, statistics, forecast.

Прогнозирование чрезвычайной ситуации – это опережающее предположение о вероятности возникновения и развития чрезвычайной ситуации на основе анализа причин ее возникновения и ее источника в прошлом и настоящем. Главным в этом процессе является информация об объекте прогнозирования, раскрывающая его поведение в прошлом и настоящем, а также закономерности этого поведения.

Прогнозирование в большинстве случаев является основой предупреждения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [1-3]. В режиме повседневной деятельности прогнозируется возможность возникновения чрезвычайных ситуаций: их место, время и интенсивность, возможные масштабы и другие характеристики. При возникновении чрезвычайной ситуации прогнозируется возможное развитие обстановки, эффективность тех или иных мер по ликвидации ситуации, необходимый состав сил и средств. Одним из решений проблемы снижения количества пожаров является оценка эффективности применения определенных правовых норм и законов. Для этого необходимо проводить анализ правоприменительной практики.

Целями анализа правоприменительной практики являются:

- обеспечение единообразия практики применения органами надзорной деятельности МЧС России федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации в области пожарной безопасности;
- обеспечение доступности сведений о правоприменительной практике органов надзорной деятельности МЧС России путем их доведения до сведения органов государственной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления, юридических лиц и индивидуальных предпринимателей;
- совершенствование нормативных правовых актов для устранения устаревших, дублирующих и избыточных обязательных требований, и контрольно-надзорных функций;
- повышение результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности.

Первоначально в целях проведения качественного анализа правоприменительной практики было изучено состояние оперативной обстановки с пожарами в Чеченской Республике с 2015 по 2020 год (см. табл.).

Таблица. Статистика по пожарам в Чеченской Республике за 2015-2020 годы

С учетом загораний					
2015	2016	2017	2018	2019	2020
1075	1086	1054	1045	1192	1404

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. 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:

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum (\gamma - y)^2}{n - k}}.$$

Данный метод позволяет сделать интервальный прогноз изменения уровня 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.

Динамика развития пожаров в Чеченской Республике за 5 лет, с учетом загораний представлена на рисунке. Для того, чтобы сделать прогноз, необходимо подставить вместо x число, равное 2021. Таким образом, прогнозируемое количество пожаров на 2021 год с учетом загораний 1635.

Рассчитав уравнение линии тренда, получилось прогнозируемое количество пожаров на 2021 год. Из этого прогноза можно сделать вывод о том, что в 2021 году произойдет увеличение количества пожаров. В 2021 году количество пожаров составит 1635. Количество пожаров в 2021 году увеличится на 231 пожар по сравнению с 2020 годом.

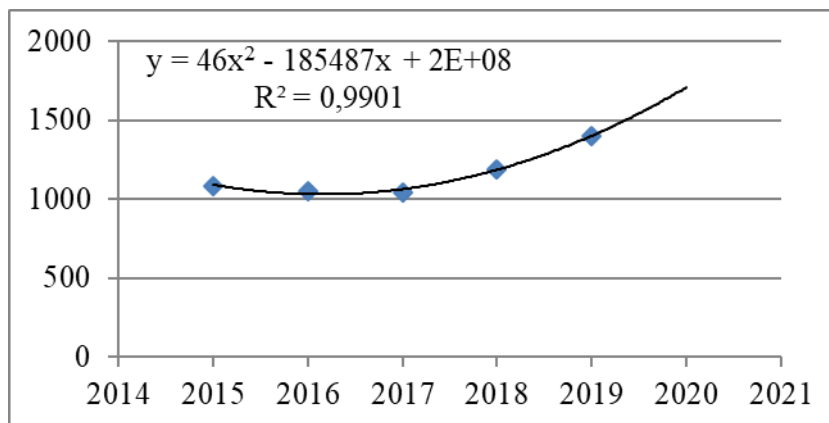


Рисунок. Линии тренда для количества пожаров, произошедших с 2014 по 2020 года

Следующим этапом работы был анализ основных нарушений требований пожарной безопасности.

В ходе проведения надзорных мероприятий в области пожарной безопасности было выявлено более 15083 нарушений в области пожарной безопасности, в том числе связанных с:

- возможной причиной возникновения пожара – 4 266;
- обеспечением безопасности людей – 4 199;
- ограничением распространения пожара – 3 667;
- созданием условий для успешного тушения пожара – 2 771.

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. Несоблюдение порядка и периодичности проведения противопожарных инструктажей и обучения по программам пожарно-технического минимума.

2. Отсутствие инструкции о мерах пожарной безопасности либо её несоответствие установленным требованиям.

3. Несоблюдение требований к огнезащитной обработке (пропитке) состояния огнезащитной обработки (пропитки) материалов, изделий и конструкций.

4. Нарушения, связанные с отсутствием, неправильностью монтажа и неработоспособностью систем автоматической пожарной сигнализации, а также несвоевременностью её обслуживания.

5. Нарушения, связанные с изменением объемно-планировочных решений, в том числе уменьшение зоны действия автоматической пожарной сигнализации и системы оповещения и управления эвакуацией при пожаре, а также ограничение доступа к первичным средствам пожаротушения и пожарным кранам.

6. Нарушение требований, предъявляемым к эвакуационным путям и выходам.

7. Нарушение требований, предъявляемых к размещению знаков пожарной безопасности и планов эвакуации.

На основе проведенных исследований были разработаны мероприятия по предупреждению пожаров и рекомендации по улучшению состояния надзорной деятельности в регионе.

Были разработаны мероприятия по предупреждению пожаров:

- более плотно проводить профилактическую работу в местах проживания социально не адаптированных лиц;

- обеспечить проведение дополнительных противопожарных инструктажей и внеочередных тренировок действий персонала на объектах социальной сферы.

Также разработаны рекомендации по улучшению состояния надзорной деятельности в регионе:

- усилить контроль за исполнением штрафных санкций;

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 Чеченской 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. *Таратанов Н.А., Кокурин А.К., Карасев Е.В.* Типовые ошибки сотрудников территориальных отделов, отделений надзорной деятельности и профилактической работы. Журнал «Технологии техносферной безопасности», 2 (78), 2018. <http://academygps.ru/ttb>.

2. *Азовцев А.Г., Сырбу С.А., Таратанов Н.А.* Моделирование повторяемости возникновения пожаров на резервуарах с нефтью и нефтепродуктами от самовозгорания пирофорных отложений. Журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России» (электронный вариант СМИ). Вып. 4. 2018. С. 33-40.

3. *Д.Б. Самойлов, А.Х. Салихова, А.П. Кружков, А.С. Федоринов, Р.А. Шадрунов* «Пожарная статистика. Методы обработки статистических данных о пожарах»: учебное пособие. - Иваново: ФГБОУ ВПО ИВИ ГПС МЧС России, 2013.- 120 с.

УДК 519.2+519.23+519.24+519.25

И. А. Кайбичев

Уральский институт ГПС МЧС России

АППРОКСИМАЦИЯ СИТУАЦИИ С ПОЖАРАМИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ СПЛАЙНОМ

Предложена аппроксимация ситуации с пожарами в Российской Федерации в период 2001-2019 годов сплайном.

Ключевые слова: аппроксимация, количество пожаров, линейный тренд, сплайн.

I. A. Kaibichev

APPROXIMATION OF THE SITUATION WITH FIRES IN THE RUSSIAN FEDERATION BY A SPLINE

An approximation of the situation with fires in the Russian Federation in the period 2001-2019 by a spline is proposed.

Key words: approximation, number of fires, linear trend, spline.

Для аппроксимации обстановки с количеством пожаров в основном применяют авторегрессионные модели [1-4], аппроксимация моделью Кобба-Дугласа [5-8], регрессионный анализ [9-11], а также нейронные сети [12-17].

На практике часто применяется упрощенный вариант регрессионного анализа – выделение линейной линии тренда [18]. Рассмотрим возникающие при этом проблемы.

Временной ряд количества пожаров (X, тыс. ед.) в Российской Федерации (Рис. 1) имел нисходящую тенденцию в период 2001-2018 годов, затем в 2019 году наблюдается рост, связанный с изменением правил учета пожаров.

Применение метода наименьших квадратов позволяет выделить линейный тренд (Рис. 2):

$$X' = -2,2593 * T + 4744,811 \quad (1)$$

где X' - модельное количество пожаров (тыс. ед.), T – год (2001 – 2019).

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
 В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
 И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

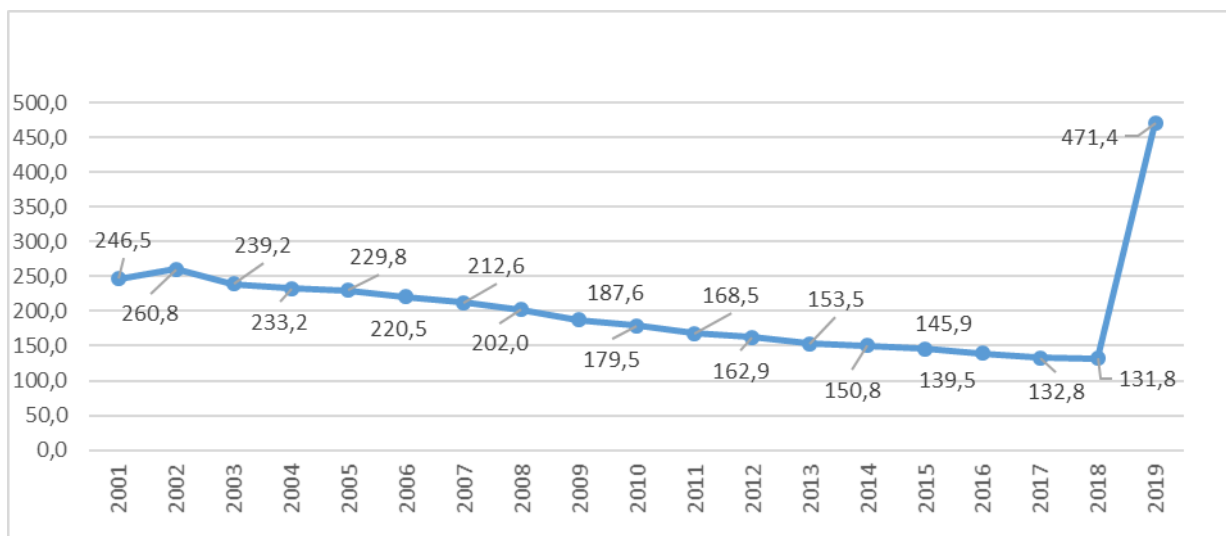


Рис. 1. Количество пожаров в Российской Федерации, тыс. ед.

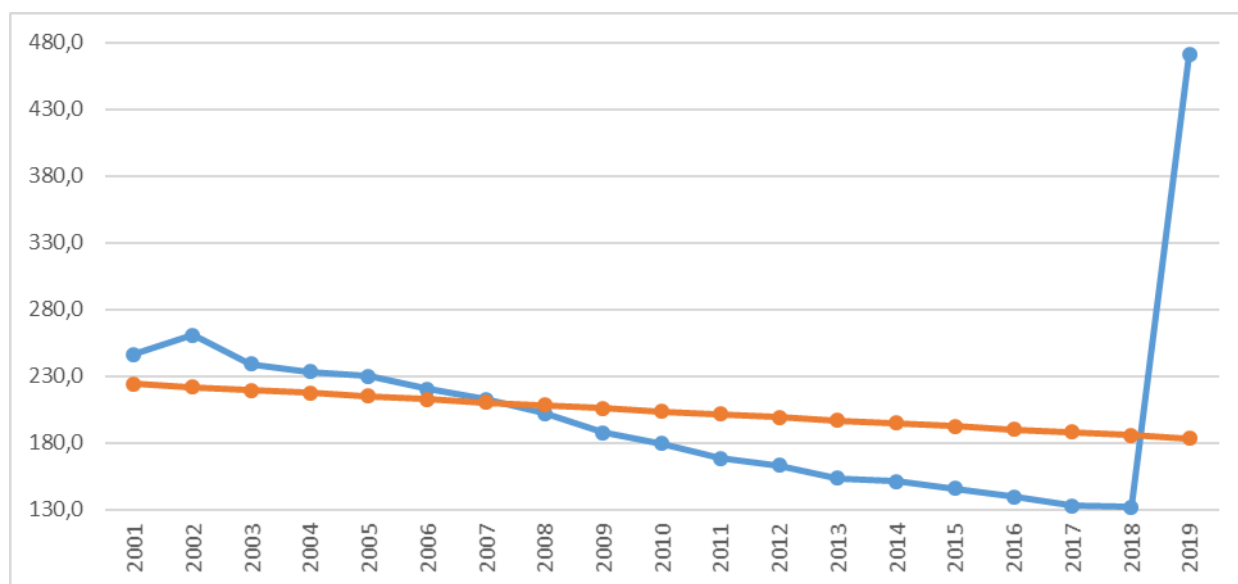


Рис. 2. Аппроксимация данных 2001-2019 годов линейным трендом

Показатель качества – коэффициент детерминации, равен квадрату коэффициента линейной корреляции Пирсона между фактическими и модельными значениями. Для аппроксимации (1) коэффициент детерминации равен 0,03. Близость коэффициента детерминации к 0 свидетельствует о непригодности аппроксимации (1).

Попробуем аппроксимацию сплайном [19,20]. Временной ряд делим на два промежутка: 2001-2018 года и 2018-2019 года.

Период 2001-2018 годов аппроксимируем прямой линией (Рис. 3):

$$X_i^* = -7,9 * T_i + 16074, i = 1, 2, \dots, 18 \quad (2)$$

Для данных 2018-2019 годов получили прямую (Рис. 3):

$$X_i^* = 339,6 * T_i - 685181, i = 18, 19 \quad (3)$$

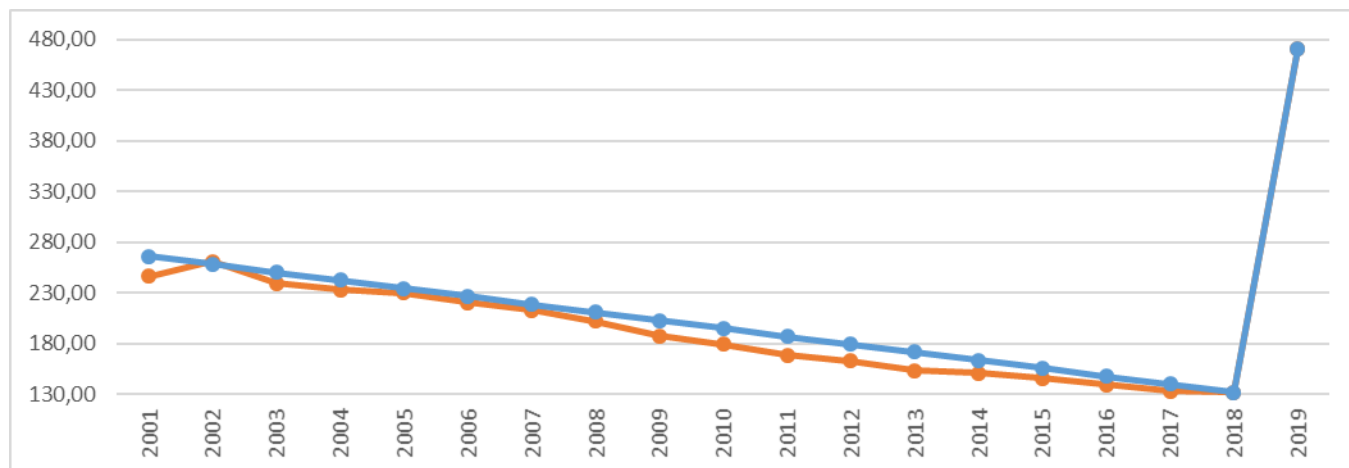


Рис. 3. Аппроксимация данных 2001-2019 годов сплайном

Для аппроксимации сплайном (2,3) коэффициент детерминации равен 0,99. Это значение близко к 1. Следовательно, аппроксимация сплайном позволяет получить математическую модель, которая близка к идеальной, соответствующей коэффициенту детерминации равному 1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Миронов М.П., Кайбичев И.А. Авторегрессионные модели при прогнозировании деятельности подразделений МЧС России // Пожаровзрывобезопасность. – 2010. – Т. 19. – № 5. – с. 4-10.
2. Батура А.Н. Прогнозирование количества пожаров в регионе на основе теории временных рядов // Технологии гражданской безопасности. – 2013. – Т. 10. – № 3 (37). – с. 84-88.
3. Батура А.Н. Среднесрочное прогнозирование количества пожаров с использованием автокорреляционных функций // Природные и техногенные риски (физико-математические и прикладные аспекты). – 2014. – № 3 (11). – с. 28-36.
4. Кайбичев И.А. Авторегрессионная модель количества пожаров первого порядка в Российской Федерации // Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций. Сборник тезисов и докладов XI-ой Международной научно-практической конференции. 15 октября 2020 г. – Кокшетау: КТИ МЧС РК, 2020, с. 211-216.

5. *Пранов Б.М.* О некоторых аспектах моделирования и прогнозирования временных рядов пожаров // *Материалы 23-й международной научно-технической конференции «Системы безопасности – 2014».* – М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. – с. 22–25.
6. *Пранов Б.М.* О некоторых подходах к моделированию и прогнозированию временных рядов пожарной статистики // *Техносферная безопасность.* – 2014. – Вып. 5 (57). – с. 209–213. Режим доступа: <http://ipb.mos.ru/ttb/2014-5/2014-5.html>
7. *Бутузов С.Ю., Пранов Б.М., Нгуен Туан Ань* Модели прогнозирования временных рядов пожаров // *Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация.* – 2016. – № 4. – с. 77-79.
8. *Кайбичев И.А., Кайбичева Е.И.* К вопросу об адекватности модели Кобба-Дугласа в прогнозировании временных рядов пожарной статистики // *Техносферная безопасность – 2019.* – № 2 (23). – с. 3-15.
9. *Кайбичев И.А., Кайбичева Е.И.* Регрессионный анализ временного ряда количества пожаров в России // *Сибирский пожарно-спасательный вестник.* – 2019. - № 3 (14). – с. 49-53.
10. *Кайбичев И.А.* Прогнозирование количества пожаров в Российской Федерации с помощью модели Ферхюльста // *Применение математических методов к решению задач МЧС России: сборник трудов XXX Международной научно-практической конференции.* – Химки: АГЗ МЧС России, 2020. – с. 55-59.
11. *Кайбичев И.А., Тужиков Е.Н.* Математическая модель количества пожаров в Свердловской области // *Техносферная безопасность.* – 2020. - № 3 (28). – с. 30-37.
12. *Топольский Н. Г., Божич В. И., Арзуманян Р. В.* О возможности использования нейрокompьютеров в автоматизированных системах безопасности // *Информатиз. систем безопас.* М., 1992. С. 115–116. 14.
13. *Олейников В. Т., Мосягин А. А.* Возможность прогнозирования опасных ситуаций в субъектах РФ на основе нейронных сетей. URL: <http://www.ipb.mos.ru/konf/2004/sb-2004/sec-2-04/2.68.pdf>.
14. *Чумаченко Е. И., Ледовский А. Ю.* Прогнозирование пожаров на основе использования нейросетей // *Электроника та системи управління – 2011.* – № 2 (28). – с. 142–148.
15. *Шишов В. Н., Киндаев А. Ю.* Прогнозирование показателей городских пожаров с помощью искусственных нейронных сетей (на примере Пензенской области) // *Концепт – 2014.* – Т. 20. –с. 2816–2820. URL: <http://e-koncept.ru/2014/54827.htm>.
16. *Ясинский Ф. Н., Потёмкина О. В., Сидоров С. Г.* и др. Прогнозирование вероятности возникновения лесных пожаров с помощью нейросетевого алгоритма на многопроцессорной вычислительной технике // *Вестник ИГЭУ.* – 2001. – Вып. 2. – с. 1–4.
17. *Кайбичев И.А., Кайбичева Е.И.* Использование нейрона для прогнозирования количества пожаров в Российской Федерации // *Техносферная безопасность.* – 2020. - № 3 (28). – с. 38-43.
18. *Шишов В. Ф., Асанина Д. А.* Прогнозирование количества городских пожаров в регионе // *Научно-методический электронный журнал «Концепт».* – 2014. – Т. 20. – С. 3256–3260. – URL: <http://e-koncept.ru/2014/54915.htm>.

19. Алберг Дж., Нильсон Э., Уолли Дж. Теория сплайнов и её приложения. – М.: Мир, 1972. – 319 с.

20. Кайбичев И.А. Рекурсивное прогнозирование сплайнами в среднесрочном прогнозе // Пожаровзрывобезопасность – 2011. – Т. 20. – № 8. – с. 49-53.

УДК 621.9

М. В. Карягин¹, Е. В. Зарубина¹, А. М. Полякова², Т. В. Шмелева²

¹Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,

²ФГБОУ ВО Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОПРОВОДА

Рассмотрены основные моменты не срабатывания внутреннего противопожарного водопровода во время тушения пожара.

Ключевые слова: внутренний противопожарный водопровод, пожарный кран, радиус действия компактной части струи.

M. V. Karyagin, E. V. Zarubina, A.M. Polyakova, T. V. Chmeleva

DEVELOPMENT OF METHODS FOR EVALUATING THE OPERATIONAL CHARACTERISTICS OF FIRE-FIGHTING WATER SUPPLY

The main points of failure of the internal fire water supply system during fire extinguishing are considered.

Key words: internal fire-fighting water supply, fire-fighting tap, radius of action of a compact part of a jet.

Задачей данного направления является разработка методов оценки эксплуатационных характеристик гидравлической сети для надежности её работы при различных сценариях пожара. В начале мы использовали специализированную компьютерную программу в системе Mathematica - это передовая программа, предназначенная для совершения современных технических вычислений, она используется в самых разных областях науки и образования. Мы ее использовали для расчетов расхода воды при разных сценариях пожара. Данная программа включает в себя крупнейшую в мире библиотеку алгоритмов, но установлена она не везде, что затрудняет её использование. И поэтому затем

мы применили аналог данной программы и попробовали в расчетах GNU Octave.

Octave - это компьютерная программа для выполнения так же численных вычислений. Свободная программная система для математических вычислений, использующая совместимый с MATLAB язык высокого уровня. Octave представляет интерактивный командный интерфейс для решения линейных и нелинейных математических задач, а также проведения других численных экспериментов.

Для расчета была составлена схема 5-этажного здания коридорного типа, питание внутреннего противопожарного водопровода которого происходит от городской наружной магистрали (без участия насосов - повысителей). Внутренний водопровод соединен с магистралью заглубленным трубопроводом. Пожарные краны располагаются на лестничных клетках на каждом этаже. Пожарные краны снабжены прорезиненными пожарными рукавами со стволами РС-50.

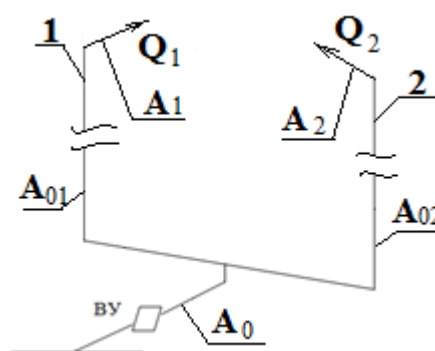


Рис. 1. Подача воды для тушения пожара в центральной части пятого этажа

Оценка гидравлических сопротивлений этих сетей проводится согласно [1]. Самым сложным сценарием пожара является пожар в центральной части пятого этажа здания. Подача воды в таком случае должна производиться с обеих сторон.

Такая сеть имеет следующее соотношение:

$$p_{\text{но}} = pgh_1 + (A_{01} + A_1) Q_1^2 + A_0(Q_1 + Q_2)^2 \quad (1)$$

$$\text{где } A = [(A_{01} + A_1)/(A_{02} + A_2)]^{0,5} \quad (2)$$

Для расчета расхода Q_1 и Q_2 могут быть использованы следующие формулы:

$$Q_1 = \{(p_{\text{но}} - pgh_1) / [A_{01} + A_1 + A_0(1 + A)^2]\}^{0,5} \quad (3)$$

$$Q_2 = \{(p_{\text{но}} - pgh_1) / [A_{02} + A_2 + A_0(1 + A^{-1})^2]\}^{0,5} \quad (4)$$

Рассчитаем по программе GNU Octave величины сопротивлений $\{A\}$, а затем и $Q_1 = Q_2$:

$$Q_1 = Q_2 = 2,71 \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с} = 2,7 \text{ л/с}$$

Для рассмотрения следующего сценария пожара: пожар в торцевой части здания на пятом этаже:

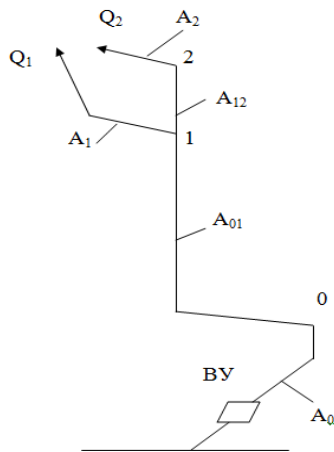


Рис. 2. Подача воды на тушение пожара в левом крыле на пятом этаже здания: ВУ — водомерный узел; 1,2 — номера отводов (пожарных кранов); Q_1, Q_2 - расходы жидкости из отводов; A_0, A_1, A_2 — коэффициенты сопротивления отводов; A_{01}, A_{12} — коэффициенты сопротивления участков между отводами

Использовались следующие значения:

$$p_{\text{но}} = pgh_1 + A_1 Q_1^2 + (A_0 + A_{01})(Q_1 + Q_2)^2 \quad (5)$$

$$A_1 Q_1^2 - (A_2 + A_{12}) Q_2^2 - pg(h_2 - h_1) = 0 \quad (6)$$

Рассчитаем величины сопротивлений $\{A\}$, а затем и $Q_1 = Q_2$:

$$p_{\text{но}} = 4 \times 10^5 \text{ Па}$$

$$A_{\text{н}} = 0$$

$$pgh_2 = 1,5 \times 10^5 \text{ Па}$$

Расчет расхода Q_1 и Q_2 с учетом того, что $h_1 = h_2$, так как вода подается на пятый этаж, может быть осуществлен в следующем виде:

$$Q_1 = \{(p_{\text{но}} - pgh_1) / [A_1 + (A_1 + A_{01})(1 + B^{0,5})^2]\}^{0,5} \quad (7)$$

$$Q_2 = Q_1 B^{0,5}$$

где $B = A_1 / (A_2 + A_{12})$

Произвели расчет расхода Q_1 и Q_2 и определили, что для данного сценария пожара, противопожарное водоснабжение является недостаточным для тушения, поскольку не обеспечен нормативный расход.

Экспериментально проверку адекватности математических моделей гидравлической сети производили в подаче стволов от ПК по схемам, представленным на рис.1, 2.

Использовали гидротестер для замера водоотдачи пожарных кранов. Схема проведения эксперимента представлена на рис. 3.

В ходе эксперимента были соблюдены адекватные нормы моделирования тушения пожара, для этого подача струй осуществлялась через окна здания, что позволило снизить ущерб для внутренней отделки и обеспечить нормальную работу персонала.

Результаты эксперимента оказались сходными с результатами ранее проведенных расчетов. Расход воды при схеме, изображенной на рис. 1 соответственно составляют $Q_1=2,7$ л/с и $Q_2=2,69$ л/с, а расходы из стволов, представленных на схеме рис. 2 составили $Q_1=2,34$ л/с и $Q_2=2,33$ л/с. Следовательно, расчетные и экспериментальные данные имеют незначительную погрешность (0,7-2,0%).

Сопоставительный анализ расчетных и экспериментальных данных представлен на рис. 4.

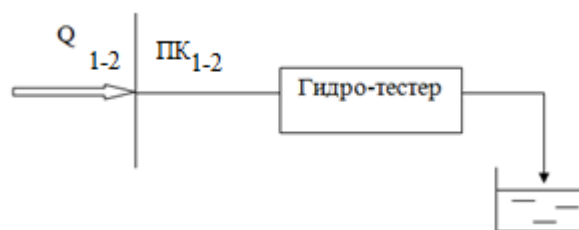


Рис. 3. Схема проведения эксперимента

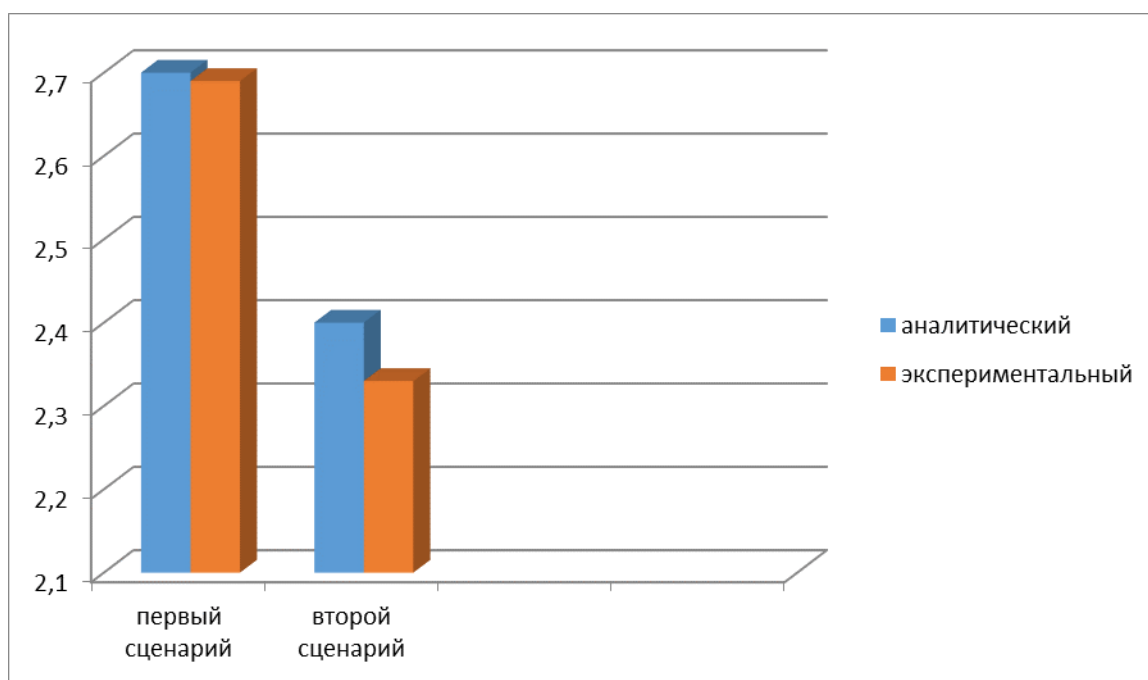


Рис. 4. Сопоставительный анализ расчетных и экспериментальных данных

Таким образом, эксперимент наглядно подтвердил, что первый сценарий развития пожара обеспечен требуемым расходом воды, а расход воды во втором сценарии будет меньше нормативного.

Для обеспечения требуемого расхода воды по второму сценарию необходимо повышение давления путем включения насосов-повысителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абросимов Ю.Г., А.И. Иванов, А.А. Качалов* Противопожарное водоснабжение. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2008-381 с.
2. *Богачук Д.А., Зарубина Е.В., Наумов А. Г.* и др. Разработка методов оценки эксплуатационных характеристик противопожарных водопроводов на основе компьютерной модели. Сборник материалов «Пожарная и аварийная безопасность: материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной году Гражданской обороны России, – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017.

УДК 614.84

А. В. Квашнин, В. В. Шимчик

Дальневосточная пожарно-спасательная академия –
филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ПОЖАРООПАСНЫЙ ПЕРИОД

Статья посвящена рассмотрению уровня обеспечения пожарной безопасности в Российской Федерации, различных подходов к прогнозированию рисков возникновения пожаров с учетом действительных проблем обеспечения. Детально представлена актуальная статистическая информация о случившихся пожарах на территории страны, помогающая наиболее четко отразить реальную ситуацию в стране в данной сфере.

Ключевые слова: пожар, пожарная безопасность, обеспечение, риск.

A. V. Kvashnin, V. V. Shimchik

FEATURES OF ENSURING FIRE SAFETY ON THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION DURING A FIRE HAZARDOUS PERIOD

The article is devoted to the consideration of the level of fire safety in the Russian Federation, various approaches to predicting the risks of fire occurrence, taking into account

the actual problems of ensuring. Up-to-date statistical information about the fires that occurred in the country is presented in detail, which helps to most clearly reflect the real situation in the country in this area.

Keywords: fire, fire safety, ensuring, risk.

Вопрос пожарной безопасности в Российской Федерации имеет особую актуальность. Эта проблема тесно связана с вопросами экономической, социальной, технологической и экологической безопасности, а также с тем, чтобы находиться в полном взаимодействии друг с другом. В России сложилась сложная противопожарная ситуация, до сих пор требующая решения.

Пожары являются основным дестабилизирующим фактором. Их число постоянно увеличивается с 2000 года. Ущерб от пожара не только губит, но и требует еще больших затрат на восстановление утраченной ценности материала. За последние 5 лет в среднем каждое возгорание на 300 км в течение года, по утверждению, стало одной из причин подключения к государственным авиакомпаниям. В течение года пожар уничтожил или значительно повредил жилой район, эквивалентный городу с населением 300 000 человек. Что касается потерь от пожара, то они значительно превышают сумму ущерба, нанесенного государству техногенными чрезвычайными ситуациями, и, по сути, являются безвозвратными. Из общего числа пожаров более 70% приходится на муниципальные поселения, а 30% - на сельскую местность.

Наиболее наглядно рассмотреть долю пожаров по месту возникновения нам поможет следующая диаграмма:



Тем не менее, раскрывая тему обеспечения противопожарного режима на территории нашей страны, разберем пример наиболее крупных лесных пожаров в нашей стране.

Лесной пожар не менее опасен. Есть также причины для больших материальных потерь, любых потерь и ущерба здоровью людей. Лесные пожары, ко-

торые бушевали летом 2010 года в России, не только уничтожали целые деревни, но и повредили или уничтожили ценные деревья в лесу, отрицательно сказались на возобновлении экоресурсов.

По данным МЧС, с начала пожароопасного периода 7 сентября 2010 года на территории Российской Федерации произошло 30 376 бурых лесных пожаров на общей площади 1,25 млн га (в том числе 1162 бурых торфяных пожара на общей площади 2092 га). По данным Рослеххоза, площадь лесных пожаров составила около 1,5 млн га. В период с конца июля по середину августа произошло до 400 пожаров, которые происходили в течение дня, на суше (особенно в европейской части). Пожар, затронувший не менее 60 федеральных заповедников и национальных парков, где уничтожены реликтовые леса и другие эталонные экосистемы, а также пострадала популяция редких видов растений и животных. Главная цель исследования пожара 2010 года-анализ нарушений правил пожарной безопасности в лесах и во всем мире.

Наибольшая площадь пожаров в современной истории России наблюдалась в 2018 году. По данным "Авиалесохраны", огнем было пройдено 8 млн 674 тыс. га (в 2,5 раза больше, чем в 2017 году), число очагов составило 12 тыс. 121. При этом, по данным Счетной палаты РФ, ущерб от пожаров оказался на 20% меньше, чем в 2017 году, и составил 20 млрд рублей. Около 90% всех возгораний пришлось на Амурскую область, Хабаровский, Красноярский и Забайкальский края, Еврейскую автономную область. По данным МЧС, в зону потенциального воздействия природных пожаров попали свыше 7,5 тыс. населенных пунктов. Всего было зарегистрировано 489 природных пожаров, перешедших на территорию поселений и садоводческих товариществ, которыми уничтожено 456 строений. Погибших и пострадавших не было.

Статистику нанесённого лесными пожарами ущерба лесному фонду страны, а также охваченную им территорию рассмотрим в следующей таблице:

Наименование	2018	2019	2020
Площадь лесных пожаров, млн га	8,67	8,52	6,17
Ущерб от лесных пожаров за указанный период, млрд руб.	19,6	18,5	15

Причина многих лесных пожаров выражается в сухой траве прилегающих сельскохозяйственных угодий (почти никто не занимается обеспечением пожарной безопасности в этой стране), а также в отношении граждан самых простых правил пожарной безопасности в лесах и на торфяниках (не потушили огонь, не спели сигареты и т. д.). Основными составляющими существующей системы охраны лесов в России является обеспечение реализации стратегий предупреждения, обнаружения и тушения пожаров в лесах: соответствующей службой авиационной охраны лесов (авиалесоохрана), персоналом пожарной части в лесах и техническими средствами леса (настоящие лесные уголья); а также в других и в средствах других предприятий и организаций, участвующих

в тушении пожаров в условиях высокого и экстремального выгорания лесов. Лесные земли России – самый развитый регион страны, с развитой инфраструктурой. Доминирующая часть тушения и тушения пожара в лесу в течение нескольких десятилетий была свободна от лесной охраны. В настоящее время для обнаружения используется до 70% всех пожаров, возникающих на всей территории лесного фонда, при этом до 95% пожаров во всех местах, где это возможно, и особенно используется оборудование для пожаротушения. Доминирующая роль авиалесоохраны, численность которой на порядок меньше численности людей, участвовавших в государственной охране лесов в лесхозах, заключается в ее превосходящей дальности и мобильности, в лучшем оснащении и современных средствах пожаротушения, связи и транспорта, высокой профессиональной подготовке летчиков-наблюдателей, парашютно-десантных и парашютно-пожарных. Структура и механизм работы небесной службы охраны лесов, наилучшим образом отвечающие требованиям и особенностям обнаружения и тушения пожара в много лесных регионах страны, при резких изменениях интенсивности лесных пожаров, сгоревших дотла, и времени возникновения пожара в горенье времени. Горенье: В авиации и на земле, в лесу с защитной функцией успешно справлялся с огнем в условиях слабого и среднего горения леса, но иногда терпит неудачу в условиях сильного и экстремального горения. Резкое снижение затрат на охрану лесов в последние годы привело к значительному ослаблению лесопожарной службы. Это оказало серьезное влияние на авиационную защиту лесов, которая является платформой отслеживания. Что касается загрязнения воздуха лесной охраной, то наблюдалось заметное ухудшение результатов работы и снижение общего уровня защиты лесов от пожаров. В области лесоохранной службы присутствует проблема слабого пожаротушающего оборудования, следовательно, подразделения охранной зоны не полностью готовы к возросшим объемам тушения пожаров на многолесной территории в стране.

Это привело к значительному увеличению количества вышедших из-под контроля лесных средств пожаротушения. А как итог: пожар в лесу приводит к разрушению сложившихся экосистем, уничтожению фитомассы лесных биогеоценозов и ресурсов животного мира. Это загрязнение окружающей среды токсичными продуктами горения (выброс опасных химических веществ в поверхностный слой атмосферы, дым). Эрозия почв, сокращение стока реки и опустынивание земель-все это последствия лесных пожаров. Это противоречит естественному, конечно, увеличению концентрации углекислого газа и, следовательно, не способствует глобальному потеплению климата. Социально-политические причины: существует угроза прямого воздействия на здоровье людей, проживающих вблизи леса, вне пара, за пределами территории, действия инфразвуковых волн. Если жители пожарного кризиса, их жизни в опасности. Лесные пожары уничтожают колодец людей, дом, хозяйственные постройки и т.д. Эстетические аспекты: пожар в лесу приводит к сокращению ре-

креационной зоны, после лесного пожара помещение становится пригодным для отдыха и динамического времени для восстановления леса. Концепция устойчивого развития: принимаются, разрабатываются и используются обновленные законы, касающиеся лесного хозяйства в целом и лесных пожаров в частности, а также общественная информация, представленная в материалах кампании и изданиях.

Противопожарная защита может быть обеспечена противопожарной профилактикой и активными противопожарными мероприятиями. Профилактика пожаров включает в себя ряд мер, направленных на предотвращение пожаров или уменьшение их последствий. Активная противопожарная защита означает меры по успешному тушению пожаров или взрывоопасных ситуаций.

В связи с недостаточной эффективностью действий органов управления лесами представляется целесообразным рассмотреть вопрос о создании в структуре областного управления структуры по контролю за противопожарной профилактикой и соблюдением правил пожарной безопасности в лесах, мониторингу пожарной обстановки, незамедлительной оценке ситуации и координации работы различных отделов пожаротушения в лесах.

Основными причинами возникновения лесных пожаров является деятельность человека, грозовые разряды, самовозгорания торфяной крошки и сельскохозяйственные палы в условиях жаркой погоды или в так называемый пожароопасный сезон (период с момента таяния снегового покрова в лесу до появления полного зеленого покрова или наступления устойчивой дождливой осенней погоды).

Естественные пожары (вызванные молниями), отличаются от антропогенных (вызванных людьми) пожаров. Так, молнии, как правило, попадают в деревья на возвышенностях, и огонь, спускаясь по склону, продвигается медленно. При этом теряется сила пламени, и огонь редко распространяется на большие площади. Антропогенные же пожары чаще начинаются в низинах и распадках, что определяет более быстрое и опасное развитие.

В заключении можно сказать, что профилактика пожаров направлена на поиск наиболее эффективных, экономически целесообразных и технически обоснованных методов и средств предотвращения и тушения пожаров с минимальным ущербом при наиболее рациональном использовании сил и технических средств пожаротушения.

Предотвращение пожара — это состояние объекта, в котором исключается возможность возникновения пожара, и в случае его возникновения принимаются необходимые меры по устранению негативного влияния опасных факторов пожара на людей, конструкции и материальные ценности.

Противопожарная защита может быть обеспечена мерами по предотвращению пожаров и активной противопожарной защитой. Профилактика пожаров включает в себя ряд мер, направленных на предотвращение пожара или уменьшение его последствий. Активная противопожарная защита означает меры по успешному тушению пожаров или взрывоопасных ситуаций.

В данной работе были рассмотрены ключевые меры по обеспечению пожарной безопасности. Распределение энергии и ресурсов в противопожарной защите очень важно. При правильной организации можно снизить вероятность возникновения пожара и значительно минимизировать потери.

Соблюдение правил пожарной безопасности и своевременное обучение персонала, сопровождаемое инструкциями, поможет избежать ситуаций с пожарной опасностью и, в случае пожара и взрыва, принять необходимые меры, которые помогут избежать человеческих жертв и крупного имущественного ущерба. Поэтому необходимо уделять должное внимание мерам пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Опасные природные процессы и их последствия: учеб. пособие / С.Н. Хаустов, В.Е. Валуйский, Н.И. Попов, А.Н. Зайцев. Воронеж: ВИ ГПС МЧС России, 2010. 114 с.
2. Коровин Г.Н., Исаев А.С. Охрана лесов от пожаров как важнейший элемент национальной безопасности России // Лесной бюллетень. 1998. № 8-9.
3. Щербов Б.Л. Лазарева Е.В. Лесные пожары и их последствия: учеб. Пособие // Новосибирск: академическое издательство «ГЕО» 2015.
4. Теремнов В.В., Артемьев Н.С., Подгрушный А.В. Леса, торфяники, лесосклады // Мос. 2013
5. Правила противопожарного режима в РФ в вопросах и ответах. Бодрухина С.С., «Кнорус» 2013

УДК 630*43:630*41

А. А. Корчагин

ФГБОУ ВО Санкт–Петербургский университет ГПС МЧС России

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Статистика, которая проводится по лесным пожарам, нужна для устранения повторных случаев возникновения таких пожаров, прогнозирования алгоритмов и организации необходимого успешного тушения. Статистические данные позволяют отличать пожары от техногенных источников тепла.

Ключевые слова: мониторинг, видеонаблюдение, лесные пожары, оптимизация.

A. A. Korchagin

REAL-TIME FOREST FIRE MONITORING SYSTEMS

The statistics that are carried out on forest fires are needed to eliminate repeated cases of forest fires, predict algorithms and organize the necessary successful extinguishing. Statistical data allow us to distinguish fires from man-made heat sources.

Keywords: monitoring, video surveillance, forest fires, optimization.

На данный момент информация о лесных пожарах сводится в таблицы. Статистику ведут как система МЧС, так и Лесохозяйство. В период с апреля месяца по сентябрь месяц 2021 года зафиксированы массовые лесные пожары на территории республики Саха (Якутия), Саратовской области и республики Карелии.

На данный период в общей сложности произошло более 45000 лесных пожаров. Выгорело около 150000000 м³ лесного массива. Такие же размеры лесных пожаров были в 2008 году. На тушении задействовано почти 3000 сотрудников, 559 единиц техники, 35 воздушных судов на мониторинге и еще три на тушении, 200 парашютистов-десантников федеральной Авиалесоохраны.

Пожары приносят значительный вред природе и, для того чтобы избежать этого, мониторинг лесных пожаров. Используют несколько различных методов: визуальные осмотры (наземный способ мониторинга), применяют наблюдение с помощью спутников и различной современной техники. Самым эффективным способом мониторинга - использование системы мониторинга лесных пожаров в комплексе [1, с. 11,17,25]. В лесных массивах можно встретить специальные вышки (рис.1).



Рис. 1. Мониторинг с помощью наблюдательной вышки

Данные вышки выступают в роли наблюдательных пунктов. Данные вышки оборудуют средствами связи, приборами видеофиксации, на наблюдательном пункте есть азимутальный круг, для определения направления пожара. Лес делят на территории по радиусу обзора с такой башни – 5-7 км. Вышки строят преимущественно из дерева. Во время обнаружения пожара с помощью вышки, определяют его направление, возможную опасность и передают информацию на диспетчерский пункт через радио или телефонную связь. Основная проблема при применении данного способа – это многочисленность вышек и людей. Поэтому их количество сократилось в несколько раз.

Среднезатратным, автоматическим и эффективным способом обнаружения очага лесного пожара в нашей стране считается видеомониторинг. Суть этого метода заключается в том, что на вышки телевизионного вещания, вышки оператора связи, пожарно-наблюдательные вышки или на любое высотное сооружение устанавливают датчики: видеокамеры, ИК (инфракрасные)- телескопические системы для обнаружения потоков теплового воздуха, и тепловизионные системы, которые в свою очередь могут распознать открытый огонь на большом расстоянии. При обнаружении возгорания, информация с данных датчиков отправляется на сервера программного комплекса через разные линии связи: оптические, радио, проводные и GSM. Далее с помощью оператора и информационных технологий обработанные сведения поступают в соответствующие службы (МЧС, департамент лесного хозяйства, районные администрации и т. д.) через сети интернет, мобильные сети либо через вмонтированную систему оповещения. Радиус действия такой установки до 30 км в зависимости от высоты сооружения, на котором установлены видеокамеры. Погрешность в определении координат очага возгорания составляет 250 м. На обработку одной точки мониторинга уходит около 10 мин.

С помощью этого метода разведки лесных пожаров сокращается время прибытия огнеборцев, так как данное оборудование позволяет распознать пожар на ранней стадии развития. Данный вид мониторинга набирает популярность среди многих регионов нашей страны. Более 30 регионов России пользуется этим способом обнаружения лесных пожаров. Но кроме ряда преимуществ есть и недостатки таких сооружений, такие как: отсутствие повсеместного распространения, ограничения по массе размещаемого оборудования, затраты на аренду технологических площадок и каналов связи.

Самый популярный и современный способ – это спутниковый мониторинг, который является так же недорогим методом (рис.2).

Данный дистанционный метод входит в список функций экологического мониторинга. Информация обновляется в среднем 4 раза в день. Это всё усложняет идентификацию возгораний и снижает оперативность помощи пожарной охраны. При работе частных спутников, снимки могут отличаться

точностью и детальностью, но стоят дороже общедоступных. Для этого со снимками из космоса используют данные визуального осмотра.

Различные факторы могут повлиять на точность космического мониторинга. К примеру, повышенная облачность мешает как обнаружению лесных пожаров, так и определению их периметров. Реальные очаги возгораний могут не совпадать с очагами на картах, но их примерные координаты очерчены границами. В этом случае точность также не достоверная.

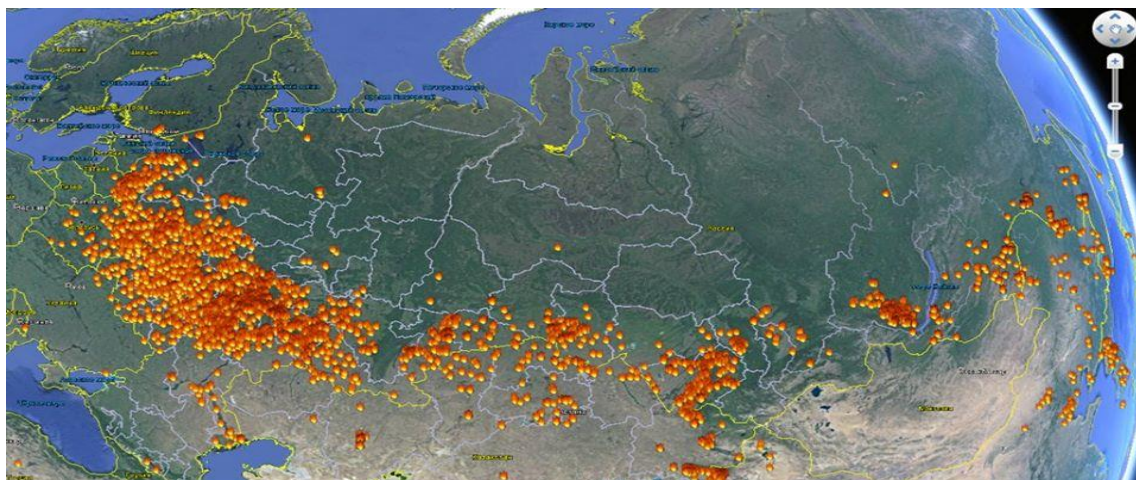


Рис. 2. Спутниковый мониторинг

Так же используют и другие (вспомогательные) методы мониторинга лесных пожаров - осмотр территорий с воздуха [2, с.5]. Мониторинг осуществляют с вертолетов, самолетов, БПЛА, которые делают видеозаписи (рис.3). Заметим, что среди последних воздушных методах мониторинга менее затратный является последний – БПЛА с видеосъемкой. Но зафиксировать зону горения в сильно-задымляемых условиях телевизионной камере на беспилотнике сложно. Поэтому ученым удалось модернизировать и этот данный вид обнаружения пожара, они оснастили БПЛА необходимыми специальными датчиками, которые работают как в микроволновом так и в инфракрасном режимах. В БПЛА вставляется тепловизор, при помощи которого определяют границы площади пожара и зону горения. Вес такой установки достигает 50 кг. Но это не помешало сотрудникам МЧС удачно проверить данное летательное оборудование и эффективно применять его.

Все перечисленные способы по стоимости не маленькая. Поэтому, невозможно применять мониторинг на лесной территории непрерывно. Всё же, если будет достаточное финансирование, то летательные аппараты смогут получать нужную, точную информацию в режиме реального времени. Кроме того, авиация способна тушить и тушит пожары при их обнаружении [3, с. 105].



Рис. 3. Мониторинг лесных пожаров с самолета

Таким образом, предложенные способы мониторинга лесных пожаров имеет место быть, и должны применяться в комплексе друг с другом. Данные способы нужны для того, чтобы рассматривались задачи оптимального выбора способов мониторинга многокритериально. И так же учитывались затраты, которые связаны с организацией систем мониторинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Митрофанова Н.А.* Мониторинг лесных пожаров и лесозащитных работ. Учебно-методическое пособие – Ульяновск.: издательство ульяновского государственного университета – 2016. – 30 с.
2. *Кудрин А. Ю., Запорожец А. И., Подрезов Ю. В.* Современные методы обнаружения и мониторинга лесных пожаров // Технологии гражданской безопасности. Выпуск № 4 / том 3 / 2006.
3. ГОСТ Р 22.1.09-99 Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров.

УДК 624.471

С. В. Куликов

СПб ГКУ ДПО «УМЦ ГО и ЧС»

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРА

В статье рассмотрены системы пожаротушения и их объективная оценка.

Ключевые слова: пожар, система пожаротушения, безопасность.

S. V. Kulikov

MODERN APPROACHES TO PREVENTION AND ELIMINATION FIRE

The article discusses fire extinguishing systems and their objective assessment

Keywords: fire, fire extinguishing system, safety.

Наиболее распространенными источниками возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера являются пожары и взрывы, которые происходят:

- на промышленных объектах;
- на объектах добычи, хранения и переработки легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ;
- на транспорте;
- в шахтах, горных выработках, метрополитенах;
- в зданиях и сооружениях жилого, социально-бытового и культурного назначения.

Пожар – это вышедший из-под контроля процесс горения, уничтожающий материальные ценности и создающий угрозу жизни и здоровью людей.

В современном мире активно развиваются технологии, изобретают новые материалы и электроприборы. Все это служит для улучшения качества жизни человека. Но очень часто они являются источниками или причинами возникновения пожаров. Причины могут быть разные: от неисправности электроприборов до банальной халатности человека. Так, по статистике за 2020 год, предоставленной на сайте МЧС России, произошло 439394 пожара, в которых погибло 8313 человек, были травмированы 8434 человека, уничтожено 152127 строений и 17063 единицы техники.

Статистика показывает ужасные цифры. Поэтому наука разрабатывает новые технологии и внедряет инновационные разработки в системе противодействия пожарам.

Так инновационные разработки в отрасли противодействия возникновению пожаров показали, что наиболее востребованными в настоящее время являются автоматические системы. Они не требуют непосредственного присутствия и участия человека, начинают работать при условии появления первых признаков.

Многофункциональность данных автоматических систем заключается в том, что они одновременно:

- 1) осуществляют контроль температурных условий в зданиях;
- 2) оповещают звуком и световыми сигналами о пожаре;
- 3) передают тревожный сигнал в центральный пункт;
- 4) удаляют дым в зонах, по которым предусмотрена безопасная эвакуация людей;
- 5) в местах возникновения пожара обеспечивают подачу химических веществ, обеспечивающих тушение пожара.

Тип здания и материал, из которого он построен, часто влияет на выбор оптимальной системы пожаротушения. Поэтому нужно сделать оценку объекта, где планируется установить конкретную систему.

Водяные системы пожаротушения.

Наиболее эффективными являются водяные установки автоматического пожаротушения. Так, для того, чтобы быстро и эффективно погасить пожар в деревянном сооружении, лучше использовать спринклерную установку. Это вызвано тем, что такие легковозгораемые строения быстро повышают температуру в очагах возгорания, на что сразу отреагирует данная установка.

Тушение порошком.

В административных, общественных зданиях, на складах, в технологических помещениях допускается устанавливать порошковые системы пожаротушения. Можно выбрать локальные по объёму или площади установки. В зону очага подаётся нетоксичный и недорогой порошок. Правда, такие типы систем пожаротушения имеют ограниченный временной срок использования, поскольку порошок подвержен слеживанию. Зато после тушения пожара не происходит негативного воздействия на материал здания, и на площади, где произошло возгорание, достаточно произвести уборку.

Газовые системы пожаротушения.

Наиболее удобным способом тушения пожара является воздействие на зону возгорания специальным огнетушащим газом. Такое тушение применяется в местах, где высока опасность коррозии ценного оборудования, а также там, где есть опасность поражения электрическим током. Широкий температурный диапазон помещений, где можно применять газовые установки, делает их эксплуатацию очень удобной. Негорючий инертный газ может подаваться как в локальную зону, так и тушить пожар на значительных площадях. Последовательность действий при срабатывании данной автоматической установки такова: после обнаружения очага пожара подаётся сигнал-оповещение, происходит

задержка времени необходимой для эвакуации людей из зоны тушения, далее моментально срабатывает система подачи газа. После тушения пожара достаточно проветрить помещение, чтобы избавиться от неприятного запаха.

Комбинированные системы пожаротушения.

Данные установки наиболее универсальны, поскольку они максимально используют преимущества каждого из перечисленных способов, позволяя эффективно и быстро потушить пожар. К недостаткам этого оборудования относятся лишь сложности при монтаже.

Очень популярные в былые времена углекислотный и порошковый огнетушитель, пожарный гидрант сегодня дополняются современными эффективными и мощными средствами защиты от пожаров, и одно из таких надежных средств - противопожарная система.

Что понимается под этим? Это целый комплекс устройств, приборов, которые связаны между собой и все вместе выполняют ценнейшую функцию – вовремя оповещают о возникшем возгорании на любом из участков вверенного объекта, помогают потушить огонь на ранней стадии. В систему очень часто входит пожарная сигнализация, что делает еще более сложной, но и еще более эффективной противопожарную систему в целом.

УДК 355.583

А. Н. Леонова¹, А. Ю. Зуев²

¹ФГБУ ВНИИ ГОЧС(ФЦ)

²ООО «Инфострата»

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОПОЛОГИИ ОКОНЕЧНЫХ СРЕДСТВ ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

В статье рассматриваются мероприятия по определению зон адекватной идентификации сигналов и информации оповещения от оконечных средств оповещения, задействование которых может осуществляться системами оповещения различных уровней управления.

Ключевые слова: система оповещения населения, оконечные средства оповещения, охват населения оконечными средствами оповещения, эффективность топологии оконечных устройств оповещения населения, зона адекватной идентификации сигналов и информации оповещения.

A. N. Leonova, A. U. Zuev

TO THE QUESTION OF ASSESSMENT OF THE EFFICIENCY OF THE TOPOLOGY OF FINAL MEANS OF WARNING THE POPULATION

The article discusses measures to determine the zones of adequate identification of signals and warning information from terminal warning facilities, the activation of which can be carried out by warning systems of various control levels.

Key words: public warning system, terminal warning devices, coverage of the population by terminal warning devices, efficiency of the topology of terminal devices for warning the population, zone of adequate identification of warning signals and information.

В последнее время в процессе создания (реконструкции, модернизации) систем оповещения населения были выявлены проблемы, предусмотреть которые на этапе разработки и утверждения нормативной и методической документации практически невозможно. Это связано с наложением зон звукового оповещения оконечных средств, установленных в непосредственной близости друг от друга и задействуемых с пунктов управления систем оповещен. Такого рода наложения наиболее часто встречаются в городах-миллионниках, городах и населенных пунктах с высокой плотностью опасных производственных объектов. Казалось бы, увеличение количества оконечных средств оповещения должно оказывать прямое влияние на увеличение зоны покрытия и, как следствие, зоны адекватной идентификации информации в зоне уличного оповещения. Однако, требование пункта 3.3 национального стандарта ГОСТ Р 55199–2012 Гражданская оборона. Оценка эффективности топологии оконечных устройств оповещения населения. Общие требования (далее – ГОСТ Р 55199) [1] накладывает определенные ограничения на зоны, в которых зоны покрытия громкоговорителей пересекаются, т.е. наложение зон оповещения влечет за собой снижение зоны адекватной идентификации информации.

В пункте 3.3 ГОСТ Р 55199 отмечено: «...во всех точках зоны адекватной идентификации сигнала оповещения суперпозиция звуковых сигналов оповещения, поступающих от всех оконечных устройств коллективного оповещения, рассчитываемая для высоты 1,5 м над уровнем земли (поверхности пола), должна иметь уровень звука не менее чем на 15 дБА выше допустимого уровня постоянного шума, определяемого функциональным назначением данной зоны». Данный пункт зачастую ошибочно трактуется в отношении оконечных средств оповещения, входящих в состав одной и той же системы оповещения. Применение данного ограничения в отношении оконечных средств оповещения одной и той же системы не позволит создать систему оповещения в принципе, так как каждый громкоговоритель, стоящий в установке громкоговорящей связи, будет нарушать требование пункта 3.3 ГОСТ 55199 в зоне конъюнкции зон оповещения расположенных рядом громкоговорителей. Следовательно, данное

ограничение применимо лишь в отношении окончных средств систем оповещения различных объектов, действующих на одной территории, например, на территориях, где пересекаются зоны покрытия двух локальных систем оповещения или локальной и муниципальной систем оповещения и т. п.

Оценка эффективности топологии окончных устройств оповещения может проводиться как на этапе проектирования, так и на смонтированной системе. Методы проведения данной оценки различны как по составу работ, так и по применяемым для такого анализа алгоритмам.

Так, высокой степени точности определения эффективности топологии окончных устройств оповещения на этапе проектирования можно добиться, руководствуясь требованиями раздела 3.6. «Расчет зон звукопокрытия окончными средствами звукового оповещения» Методических рекомендаций по созданию и реконструкции систем оповещения населения, утвержденных протоколом заседания рабочей группы Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности по координации создания и поддержания в постоянной готовности систем оповещения населения от 19 февраля 2021 года №1 (далее – Методические рекомендации) [2]. Однако оценка готовности систем оповещения к задействованию по назначению проводится в отношении уже смонтированных и эксплуатируемых систем оповещения населения в соответствии с требованиями приложения 3 Положения о системах оповещения населения, введенного в действие с 1 января 2021 года совместным приказом МЧС России и Минцифры России от 31.07.2020 №578/365 (далее – Положение) [3].

В [2] приведена методика расчета показателя процент населения, проживающего или осуществляющего хозяйственную деятельность в границах зоны действия технических средств оповещения (электрических, электронных сирен и мощных акустических систем) системы оповещения населения. Вместе с тем, вопрос выполнения оценки эффективности топологии окончных средств оповещения на смонтированной системе до настоящего момента системно не рассматривался. Очевидно, что при оценке готовности действующих систем оповещения населения для использования по назначению наиболее применимы данные, полученные именно путем натуральных измерений и испытаний, а не путем расчета показателей эффективности.

Получение первичных данных для практической оценки эффективности топологии окончных устройств оповещения во всех случаях необходимо начинать с определения границ зоны уличного оповещения. Последовательность действий при определении границ конкретной зоны подробно описана в разделе 3.6 указанных выше Методических рекомендаций. Следующим этапом сбора исходных данных является составление шумовой картины в зоне уличного оповещения. Описанные в методических рекомендациях приемы измерения уровней шума с использованием карты и сетки шумов целесообразно проводить с использованием методов, получивших положительную оценку при практическом применении.

В частности, при формировании сетки шумов для проведения последующих измерений уровней шума наиболее часто применяется такое расположение точек, при котором четыре соседних точки образуют прямоугольник с равными сторонами (квадрат) с длиной стороны, выбранной в соответствии с рекомендациями, приведенными в разделе 3.6 Методических рекомендаций. При этом на практике наиболее частым является составление сетки шумов с наибольшим шагом, указанным в Методических рекомендациях, а на участках с неоднородными значениями уровня шумов частота точек измерения увеличивается в 2, 4 и т.д. раз. При всей системности и надежности такого метода формирования сетки шумов присутствует один существенный недостаток, а именно: при выполнении верификации точек шумов по 2-м и 3-м соседним с верифицируемой точкой оповещения расстояние до соседних точек измерения будет отличаться, что приведет к возрастанию объемов вычисления ввиду того, что при таком расположении три соседние точки образуют прямоугольный, а не равнобедренный треугольник. С целью снижения объемов вычисления рекомендуется составлять сетку шумов, в которой столбцы смещены относительно соседних на $\frac{1}{2}$ стандартного шага. При этом любые три соседние точки измерений образуют равнобедренный треугольник, что облегчает верификацию данных после завершения результатов измерений. Для увеличения плотности измерений дополнительные точки измерений ставятся в средней точке равнобедренного треугольника, образуемого тремя соседними точками измерений, на пересечении биссектрис его углов.

Применение такого принципа формирования карты шумов позволяет снизить объем вычислений и вероятность ошибки.

После проведения измерений и верификации данных о шумовой обстановке переходят к вопросу измерений уровней звукового давления, создаваемого техническими средствами оповещения. Целью измерения уровня звукового давления является поиск границы, на которой выполняется требование пункта 3.4 ГОСТ Р 55199 о превышении уровня звука над уровнем шума путем проведения измерений на границе расчетной зоны адекватной идентификации информации. Методика определения границ зон адекватной идентификации информации описана в разделе 3.6 Методических рекомендаций.

Перечень измерительных приборов для проведения измерений уровня звукового давления указан в разделе 3.7 Методических рекомендаций. Измерения следует проводить на частоте 1000 Гц с контролем номинального напряжения на входе громкоговорителя. При проведении измерений следует учитывать, что уровень обработанного речевого сигнала ниже уровня однотонального сигнала номинального уровня на 6 дБ и более. Таким образом, при измерении на частоте 1000 Гц на границе зоны адекватной идентификации информации следует придерживаться правила, что уровень сигнала должен превышать уровень шума не на 15дБ, а на 15дБ плюс 6 дБ, то есть на 21 дБ.

После определения границ зоны адекватной идентификации информации для каждого оконечного средства оповещения составляется суммарная зона адекватной идентификации информации для анализируемой системы оповещения, представляющая собой дизъюнкцию зон адекватной идентификации каждого громкоговорителя, входящего в систему оповещения.

Дальнейшие операции по определению эффективности топологии оконечных устройств оповещения уже не предполагают полевых работ и проводятся на основании данных, полученных на этапе сбора информации.

Определение эффективности топологии оконечных устройств оповещения может проводиться по оценочной или экспертной методике. Оценочная методика позволяет получить точные результаты только при равномерном распределении населения по анализируемой территории. При неравномерном распределении населения оценочная методика дает большую ошибку. Ошибка при применении оценочной методики тем выше, чем выше неравномерность распределения населения и разница в площади зоны уличного оповещения и площади зоны адекватной идентификации информации.

В случае, когда точность оценочной методики не удовлетворяет требованиям по точности оценки эффективности топологии оконечных устройств оповещения, применяют экспертную методику.

Отличие экспертной методики состоит в том, что зона уличного оповещения разбивается на зоны меньшей площади, где неравномерность распределения населения настолько низка, что удовлетворяет условиям по точности вычислений. Для снижения объема вычислений и снижения риска ошибки целесообразно разбивку проводить на равные по площади зоны, заключенные в форму равностороннего прямоугольника (квадрата). В случае, если у смежных зон оказывается одинаковый показатель по распределению населения, целесообразно не объединять эти зоны, а анализировать их отдельно.

Результатом оценки эффективности оконечных средств оповещения является соотношение площадей зон уличной идентификации информации к соответствующим площадям зон уличного оповещения населения. Численно он равен результату оценки эффективности по оценочной методике.

Для осуществления дальнейших расчетов каждой из выделенных зон присваивается количественное значение населения, проживающего на данной территории. Производится вычисление средневзвешенного значения показателя населения в каждой выделенной зоне. Для зон с одинаковым показателем плотности населения средневзвешенный показатель также будет иметь равные значения. Расчет значения средневзвешенного показателя выполняется путем сложения коэффициентов оповещенности каждой зоны и отношения к общему числу людей в зоне уличного оповещения. При этом учитывается «вес» каждой зоны в полученном результате. Результатом оценки эффективности топологии оконечных устройств оповещения является числовое значение от 0 до 1, или в процентном выражении от 0% до 100%.

Полученные результаты в процентном выражении будут отражать процент охвата населения, проживающего или осуществляющего хозяйственную деятельность в границах зоны действия технических средств оповещения системы оповещения.

Вместе с тем, практическое применение методики эффективности оконечных средств оповещения не ограничивается расчетом процента охвата населения. Проведение данной оценки отражает правильность и полноту принятия проектных решений и правильности их реализации.

В случае совпадения значений оценки эффективности, полученных при выполнении расчетов на этапе разработки проектной и рабочей документации систем оповещения населения и значений практической оценки эффективности топологии, можно сделать вывод о достижении проектных показателей по охвату населения средствами оповещения, а при их отклонении – о недостаточной аккуратности исполнения проектных решений или ошибках в учете влияющих факторов при проектировании.

При всей проработанности и прозрачности методики оценки эффективности топологии оконечных устройств оповещения существует ряд направлений, позволяющий поднять планку в отношении повышения точности расчета. Среди перспективных и важных направлений следует выделить следующие:

1. Учет рельефа анализируемой местности.
2. Суточное и сезонное изменение шумовой обстановки.
3. Суточное и сезонное изменение демографической ситуации.

Очевидно, что с учетом одного или нескольких дополнительных факторов сложность и объем вычислений повышается кратно, что приводит не только к увеличению затрат на сбор, обработку исходных данных, но и на выполнение вычислений. Также больший объем вычислений повышает риск ошибки на каждом из этапов. Купирование этих рисков без снижения точности расчетов возможно как с применением расчетов для аналогичных территорий, так и с использованием программных комплексов по оценке эффективности топологии оконечных устройств оповещения.

Дополнительно при расчете оценки эффективности топологии оконечных средств оповещения, принадлежащих к системам оповещения населения разных уровней (или одного уровня, но разных объектов), необходимо учитывать мешающее воздействие, которое будут оказывать системы оповещения друг на друга при одновременном срабатывании или одновременной работе в один и тот же промежуток времени. При этом уровни полезного сигнала оповещения одной системы одновременно будут являться мешающим фактором (то есть шумом) для другой системы и наоборот. При уровнях звукового давления, создаваемых каждой из систем оповещения в зоне адекватной идентификации информации, выше уровня шума на 15 дБ, складывается ситуация, при которой увеличение уровня звукового давления каждой из систем приведет лишь к потере передаваемой информации. Данная ситуация будет усугубляться до тех

пор, пока не вступит в силу ограничение максимального уровня звукового давления в зоне оповещения на участках с неконтролируемым нахождением людей, продиктованное пунктом 3.5 ГОСТ Р 55199, а именно: «...В любой точке зоны оповещения уровень звука, поступающего от всех оконечных устройств звукового и речевого оповещения, не должен превышать 120 дБа».

Таким образом, попытка купирования данной проблемы методом увеличения звукового давления оконечных средств оповещения не приведет к желаемому результату. На настоящий момент наиболее верным представляется изменение границ зон уличного оповещения, обслуживаемых конкретными техническими средствами оповещения.

Проблема могла бы быть не замечена, если бы не требования Положения по оценке готовности системы оповещения населения всех уровней к выполнению задач по предназначению [3], в котором установлены нормы охвата населения, проживающего или осуществляющего хозяйственную деятельность на определенной территории (субъект, муниципальный округ, зона действия локальной системы оповещения) в границах зоны действия технических средств оповещения (электрических, электронных сирен и мощных акустических систем). Тождественность значений количества населения, проживающего или осуществляющего хозяйственную деятельность в зоне действия оконечных технических средств оповещения, и эффективность их топологии позволяет определить практическую пользу в проведении оценки эффективности топологии оконечных устройств оповещения для контроля за соответствием проектируемых и созданных систем оповещения населения всех уровней.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 55199–2012 Гражданская оборона. Оценка эффективности топологии оконечных устройств оповещения населения. Общие требования [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.allgosts.ru/> (дата обращения 10.10.2021).

2. Методические рекомендации по созданию и реконструкции систем оповещения населения, утвержденных протоколом заседания рабочей группы Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности по координации создания и поддержания в постоянной готовности систем оповещения населения от 19 февраля 2021 года №1 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.takir.ru/> (дата обращения 10.10.2021).

3. Положение о системах оповещения населения, утвержденное совместным приказом МЧС России и Минцифры России от 31.07.2020 №578/365 «Об утверждении Положения о системах оповещения населения» [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/74723317/> (дата обращения 10.10.2021).

УДК 614.8.084

Е. М. Леонова

ФГБУ ВНИИ ГОЧС(ФЦ)

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОБЯЗАТЕЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ НА ОБЪЕКТАХ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье рассматриваются особенности оценки соответствия технических средств оповещения населения при проведении обязательной сертификации на объектах транспортной инфраструктуры или транспортных средствах, необходимость, правила и требования к проведению которых определены нормативными документами.

Ключевые слова: транспортная безопасность, правила обязательной сертификации, оценка соответствия, методика испытаний, техническое средство оповещения, громкоговоритель.

E. M. Leonova

FEATURES OF CONFORMITY ASSESSMENT OF TECHNICAL MEANS OF WARNING THE POPULATION WHEN CARRYING OUT MANDATORY CERTIFICATION AT TRANSPORT SECURITY FACILITIES

The article discusses the features of conformity assessment of technical means of public notification during mandatory certification at transport infrastructure facilities or vehicles, the need, rules and requirements for which are defined by regulatory documents.

Keywords: transport safety, rules of mandatory certification, conformity assessment, test procedure, technical means of notification, loudspeakers.

Федеральным законом от 09.02.2007 г. № 16-ФЗ «О транспортной безопасности» [1] установлена необходимость обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности (далее – ТСО ТБ). В целях реализации данного Федерального закона были разработаны требования к функциональным свойствам ТСО ТБ и правила их обязательной сертификации, утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 26 сентября 2016 г. № 969 «Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности» (далее – Постановление № 969) [2], в соответствии с которым в состав ТСО ТБ вошли технические средства опо-

вещения, обязательную сертификацию которых должен осуществлять МЧС России, как федеральный орган по сертификации.

Следует отметить, что Постановление № 969 – большой шаг к изменению текущей ситуации на рынке технических средств обеспечения безопасности, в том числе технических средств оповещения. Оно призвано вытеснить недобросовестных производителей и поставщиков, упорядочить процесс создания систем оповещения населения на объектах транспортной безопасности, т.е. процесс проведения обязательной сертификация технических средств оповещения непосредственно связан с исключительно важной задачей обеспечения безопасности и защиты транспортного комплекса и населения в случае угрозы возникновения или возникновении чрезвычайной ситуации.

В целях реализации Постановления № 969 приказом МЧС России № 99 от 28 февраля 2017 года «Об обязательной сертификации технических средств оповещения для транспортной безопасности» [3] была сформирована структура системы обязательной сертификации технических средств оповещения, для которой, как и для всех других ТСО ТБ, применяются четыре схемы сертификации, при этом три первые схемы – для сертификации единичных образцов, партий и серийно выпускаемых ТСО ТБ соответственно. Последняя, схема № 4, принципиально отличается от первых трех и используется для сертификации ТСО ТБ, установленных на объектах транспортной инфраструктуры или транспортных средствах. Данная схема предусматривает проведение измерений параметров технических средств оповещения, смонтированных непосредственно на объектах транспортной инфраструктуры или транспортных средствах. Сертификат соответствия выдается на сертифицируемый образец или сертифицируемую партию технических средств обеспечения транспортной безопасности, установленных на конкретном объекте транспортной инфраструктуры или транспортном средстве. Поэтому проведение сертификационных испытаний в лабораторных условиях для данной схемы сертификации недопустимо. Это обуславливает существенное отличие в методиках испытаний и оценке соответствия технических средств оповещения населения при проведении обязательной сертификации на объектах транспортной инфраструктуры или транспортных средствах (далее – оценка соответствия).

Техническую основу системы оповещения населения составляют технические средства оповещения (далее – ТСО), различающиеся как по функциональному назначению, так и по условиям эксплуатации. Несоответствие функциональных и технических характеристик ТСО требованиям, установленным в [2], приводит к снижению работоспособности системы оповещения в целом. Условия, для которых нормируются показатели безотказности и достоверности, указываются в эксплуатационной документации на каждое техническое средство оповещения.

В соответствии с классификацией объектами обязательной сертификации в области обеспечения транспортной безопасности, закрепленными за МЧС России, являются [2]:

- автоматизированное рабочее место оповещения;
- аппаратура запуска, управления и мониторинга оконечных средств оповещения;
- оконечные средства визуального, речевого и звукового оповещения, в состав которых входят светодиодные экраны, полноцветные панели, электронные табло типа «бегущая строка», технические средства звукового и речевого оповещения типа: электросирены, громкоговорители, выносные акустические установки и др.

Оценка соответствия технических средств оповещения, размещенных на объектах транспортной безопасности, выполняется в соответствии с заявкой объекта транспортной безопасности, решением органа по сертификации и заключенным договором на проведение обязательной сертификации на соответствие требованиям пунктов 50–57 раздела X Постановления № 969 [2]. Целью проведения сертификации является определение полноты и достаточности доказательной документации, методик испытаний и результатов испытаний для определения соответствия требованиям к функциональным свойствам ТСО ТБ. Сертификационные испытания проводятся на основании Положения об организации и порядке проведения работ по обязательной сертификации технических средств оповещения для обеспечения транспортной безопасности [4] и Методики проведения сертификационных испытаний технических средств оповещения [5], при этом программа испытаний по схеме № 4 отличается от программы испытаний по схемам № 1–3. Отбор образцов производится непосредственно на месте испытаний. Хотелось отметить, что условия проведения испытаний, особенно в осенне-зимний период, на открытой местности бывают довольно суровыми. Кроме того, применяемые средства измерения и испытательное оборудование необходимо доставлять с собой и на удаленные труднодоступные объекты транспортной инфраструктуры.

Применяемые на объектах транспортной инфраструктуры технические средства оповещения функционируют в составе объектовых систем оповещения объектов транспортной инфраструктуры и муниципальных систем оповещения населения. Именно эти технические средства визуального, речевого и звукового оповещения и являются объектами испытаний по схеме № 4. Для проведения оценки их соответствия вначале изучается заявленный объект испытаний, его техническая и эксплуатационная документация. По результатам оценки определяются функциональные и технические возможности оборудования, принимается решение на проведение испытаний, которые проводятся по утвержденным методикам [5].

На рис. 1 представлена структурная схема подключения испытательного оборудования и средств измерений для проведения сертификационных испытаний по схеме № 4.



Рис. 1. Структурная схема подключения испытательного оборудования и средств измерений для проведения сертификационных испытаний

Данная схема обеспечивает проверку требований по достоверности воспроизводимой речевой информации (слоговой и словесной разборчивости), передаваемой информации оповещения, что особенно важно для объектов транспортной безопасности с большим количеством пассажиров. К таким объектам относятся аэропорты, железнодорожные, морские, речные, автомобильные вокзалы и другие объекты транспортной сферы.

Общий вид объектов испытаний и внешний вид одного из испытуемых технических средств оповещения (громкоговорителя рупорного взрывозащищенного) приведены на рис. 2 -5.



Рис. 2. Морской причал



Рис. 3. ЖД станция

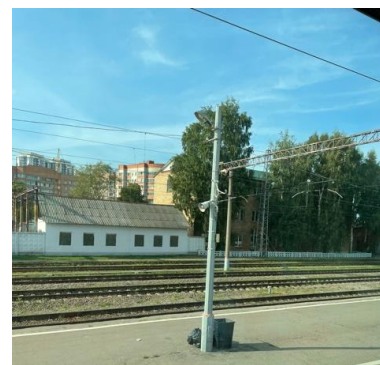


Рис. 4. ЖД вокзал

При проведении испытаний по схеме № 4 особое внимание уделяется проверке устойчивости технических средств оповещения к внешним воздействующим факторам: влиянию температуры окружающей среды, относительной влажности воздуха, а также диапазону воспроизводимых частот речевого тракта, разборчивости слов при передаче речевых сообщений и уровню звука речевых сообщений. Итоговые результаты испытаний на соответствие требованиям обеспечения транспортной безопасности технических средств оповещения заносятся в протоколы испытаний, по результатам рассмотрения которых принимается решение о выдаче сертификата соответствия.



Рис. 5. Внешний вид громкоговорителя, установленного на морском причале

После проведения испытаний (измерений) сравниваются функциональные и технические характеристики объекта испытаний с указанными в эксплуатационной документации. На основании полученных результатов делаются выводы о соответствии технических средств оповещения требованиям ТСО ТБ, поскольку они должны соответствовать следующим требованиям [2]:

достоверность воспроизводимой речевой информации:
для слоговой разборчивости – не менее 90 процентов;
для словесной разборчивости – не менее 97 процентов;
наличие функции контроля (самоконтроля), позволяющей осуществлять проверку функционирования работоспособности средства оповещения;
возможность круглосуточной работы.

Электропитание технических средств оповещения должно осуществляться от источников переменного тока напряжением 230/380 В (при допустимых отклонениях напряжения сети от минус 15 процентов до плюс 10 процентов) частотой 50 Гц \pm 2 процента.

В пп. 54 – 57 [2] также определены конкретные требования к светодиодным экранам, полноцветным панелям, электронным табло типа «бегущая строка», техническим средствам звукового оповещения, непосредственная оценка которых проводится на транспортных объектах, при этом обращается особое внимание на соответствие уровня устойчивости к внешним воздействующим факторам при размещении указанных технических средств оповещения на открытых пространствах.

Очевидно, что в дальнейшем при проведении обязательной сертификации ТСО ТБ оценка соответствия технических средств оповещения населения непосредственно на объектах транспортной безопасности по схеме № 4 будет

наиболее востребованной и массовой. Накопленный за первые пять лет проведения сертификационных испытаний опыт позволяет продолжить данную работу на высоком профессиональном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 09.02.2007 г. № 16-ФЗ «О транспортной безопасности», ИБ «Консультант Плюс»: Законодательство / Российское законодательство (ВерсияПроф) (дата обращения 06.09.2021).

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 26.09.2016 № 969 «Об утверждении требований к функциональным свойствам технических средств обеспечения транспортной безопасности и Правил обязательной сертификации технических средств обеспечения транспортной безопасности» – ИБ «Консультант Плюс»: Законодательство / Российское законодательство (ВерсияПроф) (дата обращения 06.09.2021).

3. Приказ МЧС России от 28.02.2017 № 99 «Об обязательной сертификации технических средств оповещения для транспортной безопасности».

4. Положение об организации и порядке проведения работ по обязательной сертификации технических средств оповещения для обеспечения транспортной безопасности – Документ – 29.03.2017– №2-4-71-16–28 – МЧС России (mchs.gov.ru) (дата обращения 06.09.2021).

5. Методики проведения сертификационных испытаний технических средств оповещения – Документ – 29.03.2017 – №2-4-71-17–28 – МЧС России (mchs.gov.ru) (дата обращения 06.09.2021).

УДК 614.8

М. А. Леонтьев, А. Х. Салихова, М. В. Кулаков

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЗОР АКТУАЛЬНЫХ ВОПРОСОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

В статье рассмотрены основные аспекты обеспечения пожарной безопасности производственных объектов, оценки пожарной опасности их эксплуатации. Авторы рассматривают внедрение риск-ориентированного подхода при осуществлении контрольно-надзорных мероприятий в области пожарной безопасности на производственных объектах.

Ключевые слова: пожарная безопасность, управление пожарной безопасностью, оценка пожарной опасности, государственный пожарный надзор.

M. A. Leontiev, A. Kh. Salikhova, M. V. Kulakov

OVERVIEW OF PROBLEM ISSUES OF ENSURING FIRE SAFETY OF PRODUCTION FACILITIES

The article discusses the main aspects of ensuring the fire safety of production facilities, assessing the fire hazard of their operation. The authors consider the introduction of a risk-based approach in the implementation of control and supervision activities in the field of fire safety at production facilities.

Key words: fire fire safety, fire safety management, fire hazard assessment, state fire supervision.

Производственные объекты отличаются повышенной пожарной опасностью, так как характеризуется сложностью производственных процессов; наличием значительных количеств ЛВЖ и ГЖ, сжиженных горючих газов, твердых сгораемых материалов; большой оснащенностью электрическими установками и другие. Наиболее частыми причинами являются: нарушение технологического режима (33%); неисправность электрооборудования (16%); плохая подготовка к ремонту оборудования (13%); самовозгорание промасленной ветоши и других материалов (10%).

К сожалению, риск техногенных аварий на объектах не исключен. А как показывают проверки, проводимые инспекторами государственного пожарного надзора, на некоторых предприятиях такая опасность чрезвычайно велика из-за многочисленных нарушений требований взрывобезопасности. Подобное пренебрежение рано или поздно приводит к ЧС различного характера.

Экономические требования выдвигают задачу оптимального, научно обоснованного расхода средств на строительство и эксплуатацию проектируемого здания, тем не менее, требования пожарной безопасности должны неукоснительно учитываться при проектировании и строительстве производственных зданий.

Основной проблемой пожарной безопасности производственного здания является приведение пожарной опасности здания в такое состояние, при котором исключается возможность пожара на объекте, а в случае возникновения пожара обеспечивается защита людей и материальных ценностей.

Пожарная опасность производственных объектов является следствием и складывается из опасных факторов пожара, возникающих при горении производственных зданий и сооружений, а также веществ и материалов, находящихся в них и участвующих в технологическом процессе. Каждая из этих составляющих вносит свой вклад в развитие опасных факторов пожара и характеризуется своей степенью пожарной опасности, классификация которых дана в ФЗ №123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

Перечень потенциальных источников зажигания пожароопасной технологической среды определяется посредством сопоставления параметров технологического процесса и иных источников зажигания с показателями пожарной опасности веществ и материалов. Определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса осуществляется на основе анализа пожарной опасности каждого из технологических процессов, предусматривающего выбор ситуаций, при реализации которых возникает опасность для людей, находящихся в зоне поражения опасными факторами пожара, взрыва и сопутствующими проявлениями опасных факторов пожара.

Для каждой пожароопасной ситуации на объекте приводится описание причин возникновения и развития пожароопасных ситуаций, мест их возникновения и факторов пожара, представляющих опасность для жизни и здоровья людей в местах их нахождения. Для определения причин возникновения пожароопасных ситуаций рассматриваются события, реализация которых может привести к образованию горючей среды и появлению источника зажигания.

Источниками зажигания могут быть пламя, искры, накалинные поверхности оборудования и предметов, удар, трение, световое излучение, теплота тепло-химических реакций и тому подобное. Наиболее вероятными событиями, которые могут являться причинами пожароопасных ситуаций на объектах, считаются следующие события:

- выход параметров технологических процессов за критические значения, который вызван нарушением технологического регламента (например, перелив жидкости при сливо-наливных операциях, разрушение оборудования вследствие превышения давления по технологическим причинам, появление источников зажигания в местах образования горючих газопаровоздушных смесей);
- разгерметизация технологического оборудования, вызванная механическим (влияние повышенного или пониженного давления, динамических нагрузок и т.п.), температурным (влияние повышенных или пониженных температур) и агрессивным химическим воздействиями;
- механическое повреждение оборудования в результате ошибок работника, падения предметов, некачественного проведения ремонтных и регламентных работ и т.п.

Существующие методы оценки потенциальных последствий пожаров можно отнести к методам анализа, направленным на изучение характеристик пожара и его воздействия на людей и имущество. Известной альтернативой количественному вероятностному анализу являются методики, основанные на использовании субъективных вероятностей. Точность такой оценки тоже не очень высока, но вполне достаточна для принятия обоснованных решений по обеспечению пожарной безопасности.

В условиях современного развития экономики, возникновения новых рисков техногенных катастроф и природных бедствий, назрела необходимость активно внедрять адекватные механизмы мониторинга, анализа и реагирования,

используя передовые технологии профилактики и предупреждения чрезвычайных ситуаций, как на федеральном, так и региональном уровнях.

Существовавшая ранее система правового регулирования в области пожарной безопасности не могла больше соответствовать изменениям всего уклада российской экономики. Произошло изменение формы собственности большинства предприятий, появились свободные рынки товаров и услуг, заработали процессы рыночного регулирования в производственной сфере, процессы ускоренного обновления и создания новой продукции.

Одним из основных методов оценки противопожарного состояния объектов производственного назначения является государственный пожарный надзор.

Существующая модель алгоритма проведения плановых проверок по соблюдению требований пожарной безопасности определяет их периодичность в зависимости от категории риска, которая, в свою очередь, устанавливается в зависимости от значения тяжести потенциальных негативных последствий пожаров (соотношение ожидаемого риска негативных последствий пожара для группы объектов защиты, однородных по виду экономической деятельности и классам функциональной пожарной опасности к допустимый риск негативных последствий пожаров).

Одновременно с этим периодичность проведения плановых проверок может быть изменена при повышении или понижении индекса индивидуализации подконтрольного лица, зависящего от данных об индивидуальных социально-экономических характеристиках объекта защиты - индикаторов риска причинения вреда (ущерба), оказывающих влияние на уровень обеспечения его пожарной безопасности, а также критериев добросовестности подконтрольного лица, характеризующих вероятность несоблюдения на объекте защиты обязательных требований пожарной безопасности.

Например: для категории чрезвычайно высокого риска — выездная проверка один раз в год; для категории высокого риска — выездная проверка один раз в два года; для категории среднего риска — инспекционный визит, рейдовый осмотр или выездная проверка не чаще чем один раз в пять лет. О проведении контрольного (надзорного) мероприятия контролируемые лица уведомляются в сроки, предусмотренные ФЗ № 248. Например, о проведении выездной проверки контролируемое лицо уведомляется путем направления копии решения о проведении выездной проверки не позднее, чем за двадцать четыре часа до ее начала (ст. 73 ФЗ № 248).

Промышленные здания представляют собой большое разнообразие объемно-планировочных и конструктивных решений. Особенностью промышленных зданий является их зависимость от технологических требований.

Производственные здания и сооружения, производственные и лабораторные помещения, мастерские относятся к КФПО Ф 5.1;

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ:
V МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

Ф 5.2 - складские здания и сооружения, стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта, книгохранилища, архивы, складские помещения;

Ф 5.3 - сельскохозяйственные здания.

Производственные и складские здания и помещения по взрывопожарной и пожарной опасности в зависимости от количества и пожаровзрывоопасных свойств находящихся (обращающихся) в них веществ и материалов с учетом особенностей технологических процессов размещаемых в них производств подразделяются на категории А; Б; В1-В-4; Г; Д.

Пожарная безопасность производственных объектов обеспечивается: системой предотвращения пожара, системой противопожарной защиты, организационно-техническими мероприятиями. С учётом этого положения, общее условие обеспечения пожарной безопасности объекта формулируется следующим образом: пожарная безопасность объекта будет обеспечена, если фактическая сумма мер по обеспечению пожарной безопасности будет соответствовать сумме мер регламентированными и утверждёнными специальными нормами и правилами.

По данным МЧС России в 2020 году в производственных зданиях произошло снижение пожаров, однако наблюдался рост числа погибших.

*Таблица 1. Статистические данные по пожарам за 2020 год
в производственных зданиях*

Объект, на котором возник пожар		Абсолютные данные за 12 месяцев 2020 г.		+ или - в % к Пр. г.	Процент от общих данных по России
		Пр. г.	Тек. г.		
Здание производственного назначения	кол-во пожаров, ед.	3546	3438	-3,0	0,8
	погибло людей при пожарах, чел.	72	83	15,3	1,0
	травм. людей при пожарах, чел.	133	138	3,8	1,6

Основная задача риск-ориентированного подхода вне зависимости от области его применения состоит в достижении поставленных целей за счет снижения рисков. Высокую популярность риск-ориентированный подход (по сравнению с традиционным контролем) обеспечивает его сосредоточенность на зонах повышенного риска, что позволяет вовремя принять превентивные меры, выявить и устранить слабые места и тем самым избежать негативных последствий реализации риска.

Базой риск-ориентированного подхода является оценка рисков, призванная обеспечить понимание контролером уязвимости к риску проверяемого объекта. Как отмечалось выше, оценить риски не обязательно сложно (с применением электронных систем), но в любом случае оценка должна быть адекватной характеру и объему деятельности проверяемой организации (подразделения, участка работы).

Отнесение к определенному классу (категории) опасности осуществляется органом государственного контроля (надзора) с учетом тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями обязательных требований, а к определенной категории риска - также с учетом оценки вероятности несоблюдения соответствующих обязательных требований.

В условиях экономических трудностей последних лет в России применение современных методов риск-ориентированного подхода при осуществлении государственного контроля (надзора) позволило значительно снизить необоснованно высокие издержки у собственников объектов на обеспечение пожарной безопасности.

Законодательством в области пожарной безопасности [1] регламентировано два условия, при которых пожарная безопасность объекта защиты будет считаться обеспеченной, а именно:

- в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и пожарный риск не превышает допустимых значений, установленных настоящим Федеральным законом;
- в полном объеме выполнены требования пожарной безопасности, установленные техническими регламентами, принятыми в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании», и нормативными документами по пожарной безопасности.

В 2020 года в органы пожарного надзора для апробации был направлен калькулятор риск-ориентированного подхода, который должен служить для упрощения работы по присвоению категории риска, учитывая вышеперечисленные показатели. Область применения калькулятора – осуществление Государственного пожарного надзора в сфере деятельности МЧС России.

Калькулятор содержит таблицы со сведениями единой государственной системы статистического учета пожаров и их последствий, а также сведениями статистической отчетности Федеральной службы государственной статистики и с рассчитанными на основе этих данных допустимого и ожидаемого риска негативных последствий пожаров, а также показателя тяжести потенциальных негативных последствий пожаров.

В состав программы включены таблицы с индикаторами риска причинения вреда (ущерба), отражающие индивидуальные характеристики объекта защиты, а также таблицы с критериями добросовестности, характеризующими

вероятность несоблюдения на объекте защиты обязательных требований пожарной безопасности.

1 июля 2021 года вступил в силу ФЗ №248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в РФ», а также отдельные законодательные акты, которые меняют подходы ко всем видам надзорной деятельности. Нововведения позволят снизить издержки контролируемых лиц и одновременно повысить эффективность и прозрачность работы надзорных органов.

Закон разработан в целях устранения недостатков нынешнего правового регулирования государственного и муниципального контроля (далее – государственный надзор), заключающихся в недостаточности регулирования вопросов профилактики нарушений обязательных требований, а также неоправданном акценте на проведении проверок, являющихся наиболее затратным как для бизнеса, так и для надзорных органов мероприятием. Данным Законом устанавливаются гарантии защиты прав физических и юридических лиц, ИП и прочих организаций, не являющихся юридическими лицами. Закон с 01.07.2021 года сменил действующий №294-ФЗ.

В результате оценки рисков объекты государственного надзора разделяются на категории риска, при этом ст.23 установлена шкала категорий риска из 6 позиций:

- 1) чрезвычайно высокий риск;
- 2) высокий риск;
- 3) значительный риск;
- 4) средний риск;
- 5) умеренный риск;
- 6) низкий риск.

С момента вступления в силу нового закона закрепленная в №294-ФЗ презумпция добросовестности юрлиц, ИП перестает существовать. Сведения о добросовестности контролируемых лиц теперь будут оцениваться в соответствии с частью 7 статьи 23 нового закона, и учитываться надзорными органами при отнесении объектов надзора к категориям риска.

К числу важнейших ограничений следует отнести положение ст.73 №248-ФЗ, в которой установлено, что выездная проверка проводится в случаях, если не представляется возможным оценить соответствие обязательным требованиям без выезда на место. Важными являются положения ст.96 №248-ФЗ, где говорится об осуществлении режима дистанционного государственного надзора. Предполагается использовать информационные технологии. При этом контролируемое лицо на добровольной основе по заявлению на условиях соглашения с надзорным органом предоставляет доступ к объекту удалено - это называемым мониторингом.

По существу речь идет о полноценной цифровизации государственного надзора, снижающей издержки граждан и организаций, повышающей эффективность государственного надзора, а также существенным образом повышающей его прозрачность.

Таким образом, проанализировав изложенные в №248-ФЗ процессуальные основы, положения закона на практике:

- помогут более эффективно использовать имеющиеся ресурсы, концентрируя их на наиболее проблемных участках, соотнося поводы для проведения надзорных мероприятий с их видом и интенсивностью;
- будут стимулировать добросовестное поведение контролируемых лиц;
- позволят уменьшить непосредственное взаимодействие контролируемых лиц и надзорных органов, повысит оперативность обмена информацией;
- позволят повысить эффективность и оперативность работы надзорных органов;
- снизят объем документооборота надзорных органов;
- предоставят надзорным органам дополнительные инструменты для оценки соблюдения обязательных требований;
- повысят эффективность надзорной деятельности в смежных видах контроля;
- будут способствовать повышению законности, прозрачности и эффективности надзорной деятельности, снижению количества споров при осуществлении контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123 Технический регламент «О требованиях пожарной безопасности». [Электронный ресурс]:// СПС «Консультант плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/>. (Режим доступа свободный, дата обращения 12.08.2020).

2. Федеральный закон от 31.07.2020 №248 «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации». // СПС «Консультант плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/>. - Текст: электронный.

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 17.08.2016 года № 806 «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации». // СПС «Консультант плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/>. - Текст: электронный.

Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 2020 год.

УДК 614.841.315

Ф. Г. Магомадова, С. А. Шабунин, Е. В. Барина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ФГПН С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ УСЛОВИЙ,
ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ КОНТРОЛЯ
И МИНИМИЗАЦИЮ АДМИНИСТРАТИВНОГО ДАВЛЕНИЯ
НА ХОЗЯЙСТВУЮЩИЕ СУБЪЕКТЫ**

В статье обосновывается необходимость разработки предложений, направленных на совершенствование деятельности органов ФГПН с целью создания условий, обеспечивающих высокий уровень контроля и минимизацию административного давления на хозяйствующие субъекты.

Ключевые слова: пожарная безопасность, административное давление, субъект надзора, объект надзора, надзорная деятельность.

F. G. Magomadova, S. A. Shabunin, E. V. Barinova

**TO THE QUESTION OF THE NEED TO IMPROVE THE ACTIVITIES
OF THE FSFC STRUCTURES IN ORDER TO CREATE CONDITIONS
THAT ENSURE A HIGH LEVEL OF CONTROL AND MINIMIZE
ADMINISTRATIVE PRESSURE ON ECONOMIC ENTITIES**

The article substantiates the need for the development of proposals aimed at improving the activities of the FSFC structures in order to create conditions that ensure a high level of control and minimize administrative pressure on business entities.

Keywords: fire safety, administrative pressure, subject of supervision, object of supervision, supervisory activity.

С целью обеспечения пожарной безопасности законодательно закреплены соответствующие требования, для контроля соблюдения которых организуются и проводятся проверки. Надзорные функции лежат на плечах государственных инспекторов органов по пожарному надзору органов ГПН МЧС России [2,3,4]. В случае выявления нарушений требований пожарной безопасности государственный инспектор обязан возбудить в отношении лица, совершившего нарушение, производство по делу об административном правонарушении, путем составления соответствующего протокола. После чего, возбужденное дело рассматривается, а правонарушитель может быть привлечен к ответственности в виде предупреждения или штрафа.

Однако, начиная, с 2016 года в рамках стратегического планирования Департаментом надзорной деятельности и профилактической работы совместно с Открытым правительством разработан паспорт стратегического развития органов надзорной деятельности до 2025 года. Так, например, планируется, что количество пожаров и погибших к 2025 году должно сократиться на 30 процентов. Кроме того, в соответствии с указанным паспортом, происходит постепенная замена надзорных функций на профилактические. При этом, намечена цель чтобы к концу 2025 года этот блок кратно преобладал над надзорными мероприятиями в соотношении 70 к 30 [6].

Благодаря внедрению риск-ориентированного подхода при осуществлении пожарного надзора устранены сплошные проверки подконтрольных субъектов, из сферы надзора выведено более 700 тыс. объектов низкой категории риска. Одновременно, исключены контрольные мероприятия в отношении всех субъектов малого предпринимательства. Преобладающая часть проверок осуществляется на критически важных, опасных производственных объектах, объектах жизнеобеспечения, здравоохранения, социальной сферы, образования, а также детских оздоровительных лагерях.

Всего в органах государственного пожарного надзора в 2019 году находилось на учете 2 855 055 объектов надзора. Проведено 267 478 проверок соблюдения требований пожарной безопасности (в 2018 – 225 808, в сравнении с АППГ рост составил 15,5%), в том числе 114 388 плановых (в 2018 – 76 282, рост 33,3%) и 153 090 внеплановых (в 2018 – 149 526, рост 2,3%). Одним инспектором органов ГПН в среднем проведено 27 проверок (в 2018 – 24, рост 11%). В ходе проведенных проверок выявлено 1 121 021 (в 2018 – 981 899, рост 12,4%) нарушение требований пожарной безопасности. Рост количества нарушений связан с увеличением количества проверок. В среднем одним должностным лицом органов ГПН выявлено 112 (в 2018 – 106, рост 5,3%) правонарушений.

В 2019 году возбуждено 193042 дела об административных правонарушениях в области пожарной безопасности (в 2018 – 174066, в сравнении с АППГ рост составил 10,9%). В отношении физических лиц возбуждено 142032 дела об административных правонарушениях (в 2018 – 129933, рост 9,3%), в отношении юридических лиц 51010 административных дел (в 2018 – 44132, рост 15,6%).

К административной ответственности в виде штрафа и предупреждения надзорными органами МЧС России привлечено 161072 лица, нарушивших требования пожарной безопасности (в 2018 – 163507, снижение на 1,5%). Государственными инспекторами по пожарному надзору назначено 62167 административных наказаний в виде штрафа на сумму 1 млрд. 119 млн. 647 тыс. рублей. Количество лиц, которым назначены наказания в виде предупреждения – 98905 (в 2018 – 105311, снижение на 6,1%).

Количество взысканных штрафов – 48978 штрафов на сумму 799 409 тыс. руб. (в 2018 – 46978 штрафов на сумму 1 080 703 тыс. руб.). Исполнено 78,8% штрафов от количества назначенных (в 2018 – 81%) [7].

Как видно из содержания выдержки из доклада [7] в 2019 году в сравнении с 2018 годом количество проверок не только не уменьшилось, но и увеличилось, что идет в разрез с задачами МЧС России, которые были перечислены выше.

При этом, руководство надзорных органов МЧС России отмечает, что на сайте ведомства функционирует онлайн сервис, который сопровождает реформу контрольно-надзорной деятельности. На данный сервис поступает, большое количество вопросов от начинающих предпринимателей, которые взяли в аренду здание или помещение, и не всегда знают, где права и обязанности собственника, а где арендатора, отмечается, что государственные инспектора, разъясняют все поступающие вопросы, независимо от их сложности.

Генеральным прокурором Российской Федерации Игорем Красновым по результатам серии оперативных совещаний, проведенных в апреле-мае 2020 года с прокурорами Дальневосточного, Приволжского, Сибирского, Уральского и Центрального федеральных округов, поставлена задача сокращения числа проводимых мероприятий по контролю в отношении предпринимателей. В связи с этим надзор в данной сфере был сфокусирован на неукоснительном соблюдении моратория на проведение проверок, ставшего ключевым фактором снижения административного давления на бизнес.

Особое внимание уделялось своевременному исключению мероприятий из Сводного плана проведения плановых проверок юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на 2020 год.

Так, за 2,5 месяца действия моратория прокурорами Нижегородской области приняты меры к исключению свыше 80 % из числа запланированных контролерами проверок, Пермского края – 75 %, Кировской области – 73 %. Прокурорами Уральского федерального округа исключено более 10 тысяч мероприятий по контролю, Дальневосточного и Сибирского федеральных округов – свыше 30 тысяч. Всего количество плановых проверок, подлежащих проведению в текущем году, уменьшилось на 150 тысяч и стало минимальным за 11-летний период формирования планов.

Однако данная работа не завершена ввиду бездействия контролеров, препятствующего своевременному внесению изменений в Сводный план. Такие факты выявлены прокурорами более чем 20 регионов страны, для устранения нарушений закона внесены представления [5].

В то же время реформа контрольно-надзорной деятельности еще не завершена, ее реализация продолжается и в настоящее время. Так, с 1 июля 2021 года вступает в силу Федеральный закон «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» [1], которым, в частности, установлены иные сроки уведомления о предстоящих в отношении субъектов надзора надзорных мероприятиях, а также иные сроки проведения

таких мероприятий, в отличие от ныне действующих сроков. При этом, нет четкого понимания картины о будущем действующего Федерального закона «О защите прав юридических лиц, и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [2], который возможно будет отменен, либо в него внесут изменения, актуализировав ряд положений под вновь принятый Федеральный закон [1].

Все это, может еще больше запутать руководителей организаций, а также индивидуальных предпринимателей.

В связи с вышесказанным, можно сделать вывод о необходимости выполнения работы, направленной на разработку предложений, направленных на совершенствование деятельности органов ФГПН с целью создания условий, обеспечивающих высокий уровень контроля и минимизацию административного давления на хозяйствующие субъекты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» от 31.07.2020 № 248-ФЗ.
2. Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» от 26.12.2008 № 294-ФЗ.
3. Постановление Правительства РФ от 12.04.2012 № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре».
4. Приказ МЧС России от 30 ноября 2016 г. № 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. Генпрокуратура России проанализировала результаты работы прокуроров по снижению давления на бизнес со стороны контролирующих органов // [Электронный ресурс]. URL: <https://genproc.gov.ru/smi/news/genproc/news-1877474/> (дата обращения 20.05.2021).
6. Инспектор подскажет и поможет. Спасательное ведомство продолжает сокращать административное давление на бизнес // [Электронный ресурс]. URL: <https://rg.ru/2017/07/19/mchs-prodolzhit-sokrashchat-administrativnoe-davlenie-na-biznes.html> (дата обращения 20.05.2021).
7. Доклады с обобщением и анализом правоприменительной практики, типовых и массовых нарушений обязательных требований (утвержденных Директором Департамента надзорной деятельности и профилактической работы Р.Ш. Еникеевым 17 апреля 2019 г.).

УДК 614.841.315

И. К. Макаренко, С. А. Шабунин

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ
УГОЛОВНО-ПРОЦЕССУАЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА
И УГОЛОВНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ЧАСТИ РЕГЛАМЕНТАЦИИ
ВОЗБУЖДЕНИЯ УГОЛОВНОГО ДЕЛА И ОТКАЗА В ВОЗБУЖДЕНИИ
УГОЛОВНОГО ДЕЛА ПО ПРЕСТУПЛЕНИЯМ,
СВЯЗАННЫМ С ПОЖАРАМИ**

В статье приводятся предложения по снижению уровня нарушений процессуального закона при принятии решений о возбуждении уголовного дела либо отказе в возбуждении уголовного дела по преступлениям, связанным с пожарами.

Ключевые слова: возбуждение уголовного дела; пожары; изменение законодательства

I. K. Makarenko, S. A. Shabunin

**PROPOSALS ON IMPROVEMENT OF CRIMINAL PROCEDURAL
LEGISLATION AND CRIMINAL LEGISLATION IN THE PART
OF REGULATING THE INITIATION OF A CRIMINAL CASE AND REFUSAL
TO INITIATE A CRIMINAL CASE ON CRIMES RELATED TO FIRES**

The article provides suggestions for reducing the level of violations of procedural law when making decisions to initiate a criminal case or refusal to initiate a criminal case for crimes related to fires.

Keywords: criminal proceedings; fires; change of legislation.

Уголовно-процессуальная деятельность (порядок проведения отдельных следственных действий, круг субъектов, наделенных правом по её осуществлению) строго регламентирована Уголовно-процессуальным кодексом Российской Федерации. Информация, сведения, полученные в результате проведения следственных действий (при соблюдении порядка их собирания и закрепления), имеют доказательственное значение. Дознаватель собирает информацию по уголовному делу в основном путем производства следственных и процессуальных действий, которые оформляются процессуальными документами, регламентированными УПК России, и в рамках расследования собирает доказательства по уголовному делу. Факт возбуждения уголовного дела указывает на

установление достаточных данных для его возбуждения, т.е. наличие совокупности повода и основания ([1], ст.ст. 140-143), которые свидетельствуют о совершении преступления и соответственно начала предварительного расследования, как в форме предварительного следствия, так и в форме дознания.

Дознаватель является должностным лицом органа дознания, который правомочен или уполномочен вышестоящим начальником проводить предварительное расследование в форме дознания, а также наделен другими полномочиями, в соответствии с УПК РФ [1, ст. 41].

По результатам рассмотрения сообщения о преступлении орган дознания (дознаватель), в соответствии со ст. 145 УПК РФ [1], принимает одно из следующих решений:

1. при наличии достаточных данных и оснований, указывающих на признаки состава преступления, возбуждает уголовное дело;
2. при отсутствии достаточных данных, указывающих на признаки состава преступления, выносит постановление об отказе в возбуждении уголовного дела;
3. передает сообщение о преступлении по подследственности.

О принятом решении должностное лицо органа дознания обязано уведомить заявителя. При этом заявителю разъясняются его права обжаловать вынесенное решение по сообщенному им преступлению и порядок обжалования. Преступления, которые отнесены к небольшой и средней тяжести, менее опасны и в основном совершаются в сфере охраны общественного порядка. Именно эти преступления и относятся к компетенции органов дознания. Расследование таких преступлений также является менее сложным.

Начальник органа дознания или его заместитель может возложить полномочия органа дознания на любое должностное лицо органа дознания, указанное лицо в этом случае приобретает процессуальный статус дознавателя (ч.1 ст. 41 [1]). Приняв сообщение о пожаре, либо получив соответствующее распоряжение вышестоящего руководителя, сотрудник ГПН приступает к осуществлению деятельности в соответствии с УПК.

В соответствии со ст. 41 УПК РФ, дознаватель вправе самостоятельно производить следственные и иные процессуальные действия, принимает процессуальные решения, исключая случаи, когда, в соответствии с уголовно-процессуальным законодательством РФ, требуется согласие прокурора и (или) судебное решение, а также согласие начальника органа дознания [1].

Письменные указания начальника подразделения дознания в рамках уголовного дела дознаватель исполняет безукоснительно, несмотря на то, что могут быть обжалованы дознавателем начальнику органа дознания или прокурору. Однако их исполнение не приостанавливается при обжаловании, дознаватель также вправе предоставить материалы уголовного дела прокурору либо начальнику органа дознания, возражения на указания начальника подразделения дознания в письменной форме.

В качестве рекомендаций, направленных на снижение уровня нарушений процессуального закона при принятии решений о возбуждении уголовного дела либо отказе в возбуждении уголовного дела, следует освободить органы дознания ГПН ФПС МЧС России от выполнения несвойственных им функций, поскольку исполнение функций инспектора, к примеру, требует выделять в рабочем графике дознавателя определенное время, что не может положительным образом сказаться при загруженности дознавателя ГПН ФПС МЧС России на уголовно-процессуальной деятельности, требующей соблюдения законности и обоснованности в принимаемых им решений. Также следует обратить внимание на материально-техническую базу органов дознания ГПН ФПС МЧС, которая требует улучшения, поскольку применение технических средств напрямую связано с качеством проведения такого следственного действия осмотр места происшествия. Ведь именно постоянное совершенствование научных и технических средств, увеличение объемов информации, рост числа преступлений, совершаемых все более сложными и изощренными способами и другие объективные факторы требуют обладание разносторонними знаниями во многих областях науки и техники, и одновременно в совершенстве владеть навыками и умениями применения основных технических средств, принятых на вооружение органами дознания ГПН ФПС МЧС России, поскольку дознаватель должен выявлять на месте происшествия и совершенно иные, не всегда ожидаемые следы преступных деяний.

Ряд ошибок и нарушений, допускаемых при квалификации преступлений, связанных с пожарами, обусловлено в определенной степени некоторыми обстоятельствами, среди которых несовершенство уголовно-правовых норм, содержащихся в ст.ст. 168, 219, ч. 1 и ч. 2 ст. 261 УК РФ [2], а также недостаточное знание законодательства и судебной практики. Ученые, проводившие анализ ст. 219 УК РФ [2], говорят о субъекте как о лице, достигшем 16-летнего возраста, вменяемом, обязанном соблюдать требования пожарной безопасности и (или) контролировать их соблюдение. Решая спор о субъекте ст. 219 УК РФ [2], считаем применительно к данному составу использовать понятие «специальный субъект». Обосновывается это следующими соображениями. Так как ст. 219 УК РФ [2] является бланкетной, возникают определенные трудности при квалификации преступлений, связанных с нарушением требований норм и правил пожарной безопасности. Бланкетная диспозиция данной уголовно-правовой нормы характеризуется обязательным указанием на требования пожарной безопасности, а также ссылкой на другие нормативные правовые акты.

В ППВС от 05.06.2002 № 14 «О судебной практике по делам о нарушении правил пожарной безопасности, повреждения или уничтожения имущества путем поджога либо в результате неосторожного обращения с огнем» [3] в п. 3 сказано, что «субъектом преступления, предусмотренного ст. 219 УК РФ, является лицо, на которое была возложена обязанность исполнять (постоянно или временно) утвержденные и зарегистрированные в установленном порядке правила пожарной безопасности (например, руководители предприятий и органи-

заций всех форм собственности и уполномоченные ими лица, которые по занимаемой должности или по характеру выполняемых работ в силу действующих нормативно-правовых актов и инструкций непосредственно обязаны выполнять соответствующие правила либо обеспечивать их соблюдение на определенных участках работ; собственники имущества, в том числе жилища, наниматели, арендаторы и др.)». Данное толкование субъекта не противоречит ст.ст. 34, 38 № 69-ФЗ [4].

Изучение практики показало, что основные ошибки, связанные с неправильной квалификацией преступления, связанного с нарушением требований пожарной безопасности возникают из-за вопроса кого именно считать субъектом преступления, предусмотренного ст. 219 УК РФ [3]. Двусмысленное значение понятия «лицо, на котором лежала обязанность по их (требований пожарной безопасности) соблюдению» усугубляет проблему понятийного аппарата данной статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уголовно-процессуальный Кодекс Российской Федерации от 18 декабря 2001 г. № 174-ФЗ.
2. Уголовный Кодекс Российской Федерации от 16 июня 1996 г. № 63 –ФЗ.
3. Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 5 июня 2002 г. № 14 «О судебной практике по делам о нарушении правил пожарной безопасности, уничтожении или повреждении имущества путем поджога либо в результате неосторожного обращения с огнем» (с изменениями и дополнениями от 6 февраля 2007 г., 18 октября 2012 г.).
4. Федеральный закон от 2 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

УДК 614.84

Б. А. Манджиев, К. В. Семенова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА В РЕСПУБЛИКЕ КАЛМЫКИЯ

В статье дается характеристика Республики Калмыкия и ее природных особенностей. Проводится анализ характерных для Республике Калмыкия чрезвычайных

ситуаций природного характера в Республике Калмыкия. Особое внимание уделяется степным пожарам.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация, природный характер, стихия, причины, последствия.

B. A. Mandzhiev, K. V. Semenova

FEATURES OF THE EMERGENCE AND DEVELOPMENT OF EMERGENCIES OF NATURAL CHARACTER IN THE REPUBLIC OF KALMYKIA

The article describes the Republic of Kalmykia and its natural features. An analysis of natural emergencies characteristic of the Republic of Kalmykia is given. Special attention is paid to steppe fires.

Keywords: emergency situation, natural character, elements, causes, consequences.

Республика Калмыкия - субъект Российской Федерации, который входит в состав Южного федерального округа и располагается на крайнем юго-востоке европейской части России. Регион расположен в зонах степей, полупустынь и пустынь и занимает территорию с общей площадью 75,9 тыс. км², что больше территории таких государств в Западной Европе как Бельгия, Дания, Швейцария и Нидерланды.

На территории Калмыкии условно выделяются три природно-хозяйственные зоны: западная, центральная и восточная. Климат республики континентальный — лето жаркое и очень сухое, зима малоснежная, иногда с большими холодами.

Ведущую роль в экономике республики играет сельское хозяйство. Основу аграрного сектора составляет животноводство, ориентированное на мясное скотоводство, мясное и тонкорунное овцеводство. На долю животноводства приходится 92,3 % всей сельхозпродукции. Прикаспийские степи и полупустыни создают благоприятные условия для содержания овец и крупного рогатого скота на пастбищах в течение всего года.

На основе данных статистики, анализа среднемноголетних значений количества ЧС за период с 2000 по 2019 и графика циклических повторяющихся опасных природных явлений, для территории Республике Калмыкия характерны следующие виды природных источников ЧС:

- сильные осадки;
- очень сильный дождь, гроза, град, шквалистый ветер;
- сильный ветер;
- крупный град;
- природные пожары;
- засуха;
- сильная жара.

Согласно указанным природным явлениям на территории Республики Калмыкия существует вероятность возникновения чрезвычайных ситуаций природного характера, связанных с:

- повреждением кровли и остекления зданий, повреждением и гибелью сельскохозяйственных культур повалом деревьев, обрушением широкоформатных и слабо закрепленных конструкций, порывами линий связи и электропередач, отключением трансформаторных подстанций в результате перехлеста проводов, повреждением разрядами атмосферного электричества (молнии) объектов, не оборудованных молнезащитой; нарушением систем жизнеобеспечения населения, затруднением в работе всех видов транспорта (источник ЧС – очень сильный дождь, крупный град, шквалистый ветер)

- повреждением и гибелью сельскохозяйственных культур (источник ЧС - засуха, сильная жара, природные пожары);

В случае продолжительной сухой жаркой погоды, длительного отсутствия осадков возрастает возможность возникновения ландшафтных пожаров, не попадающих под критерии чрезвычайной ситуации. Угрозе ландшафтных пожаров наиболее подвержены территории Кетченеровского, Яшкульского, Черноземельского и Малодербетовского районов. В угрожаемую зону, обусловленную природными пожарами, попадает 5 объектов социальной сферы, 4 участка ЛЭП.

Динамика опасных гидрометеорологических явлений, которые нанесли ущерб экономике и населению Республики Калмыкия приведена на рис. 1.

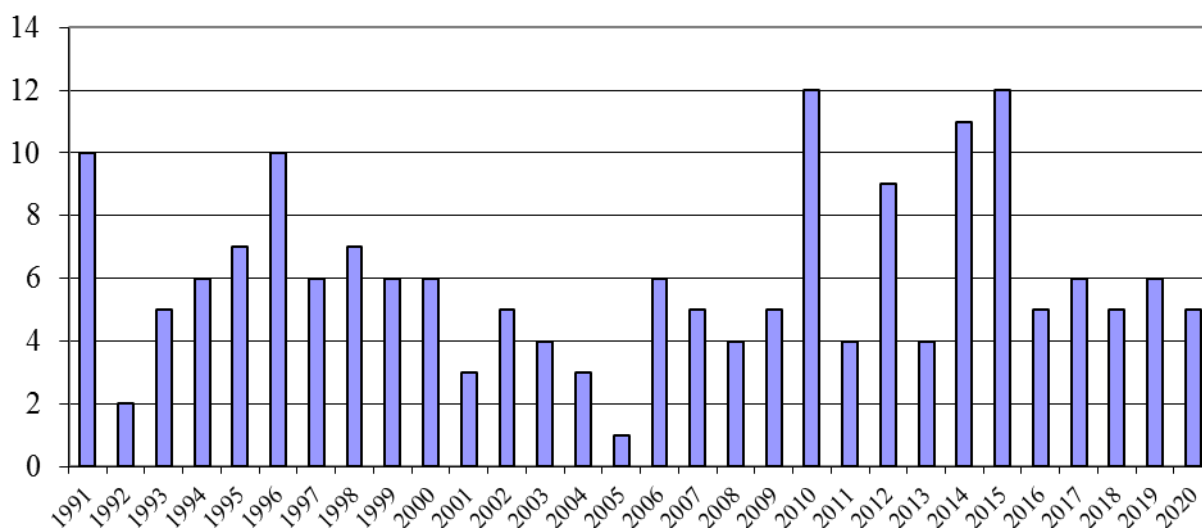


Рис. 4. Динамика опасных гидрометеорологических явлений в Республика Калмыкия

Согласно указанной статистики, средняя величина проявления опасных гидрометеорологических явлений составляет 6 случаев в год. Максимальное значение данного показателя среди субъектов по России приходится на Краснодарский и Алтайский край – 26 случаев в год.

Засуха в Калмыкии в 2020 году оказалась настолько масштабным бедствием, что Минсельхоз России направил в республику группу экспертов из департамента животноводства. Специалисты федерального ведомства на месте оценили ущерб. А региональные власти, чтобы снизить негативное влияние природно-климатических факторов, приняли решение изменить систему сельского хозяйства животноводческой республики.

Устойчивые к жаркому климату семена районированных культур, которые используют местные хозяйства, дали урожай, но пастбища высохли, трава выгорела. В результате сильно пострадали фермеры, выращивающие скот. А между тем основную долю сельскохозяйственной продукции в Калмыкии дает именно животноводство.

Из районов, где совсем не осталось травы, скотину пришлось перегонять, а в некоторых случаях - и перевозить в места, которые не так сильно пострадали от жары. Калмыцкие хозяйства и фермеры закупали корма в соседних регионах. На все это потребовались дополнительные расходы, транспорт, ГСМ и люди.

В зону бедствия попали хозяйства, владеющие в общей сложности стадом примерно 300 тысяч голов крупного рогатого скота и около двух миллионов овец и коз. Ущерб оценивается более чем в миллиард рублей. В истории Калмыкии давно не было такого, чтобы за весь год практически не было осадков.

Над решением проблемы работали эксперты Министерства сельского хозяйства Российской Федерации и региональные власти. Однако решение проблемы возможно только за счет увеличения площади мелиоративных земель, вместо пастбищного животноводства следует делать упор на стойловое содержание и откорм, а также наращивать производство кормовых культур.

Отдельно стоит рассмотреть специфику распространения природных пожаров в Республике Калмыкия, где в основном преобладают степи, полупустыни и пустыни. Степные пожары распространяются в результате горения степных горючих материалов (далее - СГМ), которыми являются естественные природные углеводородные топлива (сухая и живая трава, злаковые культуры и прочие категории растительности). Кроме того, степные (полевые) пожары завязываются беспричинно на открытой степной местности с сухой растительностью. При сильном ветре круг огня перемещается со скоростью до 25 км/ч.

Во время возникновения степного пожара над очагом начинается конвекционная колонка, то есть это поток горячих продуктов (пары воды и диоксид углерода) и не полного (частицы сажи и золы в виде дыма) сгорания топких материалов. При больших количествах степных пожарах возникает сильная конвекционная колонка и в площади пожара пробуждается сплошной «собственный» ветер, сосредоточенный к центру источника горения, который препят-

ствует разгоранию источника пожара. Внешняя кромка площади пожара, распространяющаяся по ветру, называется передней, а против ветра - задней кромкой фронта степного пожара. Скорость распространения степного пожара направлена к контуру пожара, поэтому называется нормальной скоростью распространения. Теплота, выделившаяся при сгорании горючих материалов за счет излучения, независимой и вырванной конвекции, передается несгоревшим горючим материалам, в конечном итоге они прогреваются, засушиваются и пиролизуются. Впоследствии газообразные и конденсированные продукты пиролиза сгорают, и процесс повторяется. Крупные степные пожары изменчивы и обусловлены направлением массы ветра, присутствием участков с горючими материалами, гидрофитных рубежей, другими словами, располагает случайный характер.

Травянистые палы в степях сильно опасны. Почти во всех вариантах они являются первопричиной больших катастрофических пожаров, иногда сгорают дома или загородные поселки, деревни. Борона дыма от разгоревшейся травяного покрова или оставленной на поле соломы, может распространяться на многие километры, в результате уменьшается видимость, образуется окись углерода, которое приводит к отравлению людей и животных.

В степной полосе Республики Калмыкии пожары являются довольно обычным явлением летнего периода. Воспламеняемые самыми многообразными причинами, пожары охватывают зачастую просторные пространства, площадью более тысячи квадратных километров. Кроме непринужденного ущерба (уничтожение сена, гибель скота, а иногда и людей), огонь, несомненно, оказывает большущее воздействие на растительный покров степей, служа основным фактором его формирования.

Основными методами борьбы со степными пожарами являются: захлестывание кромки огня, засыпка его землей, заливка водой (химикатами); создание заградительных и минерализованных полос; запуск ответного огня (отжиг). Отметим, что первый способ применяют, как правило, в весеннее время при пожарах на лугах и пастбищах, а также там, где встречаются кустарники. Сильные и быстро распространяющиеся степные пожары, а также пожары на больших пространствах останавливают отжигом.

Значимость степных пожаров до сих пор остается недостаточно выясненной. Некоторые практики по части кормопроизводства наблюдают в пожарах основательное явление, подчеркивая, что после пала произрастает сбор концентратной (кормовой) массы, иллюстрируемый усовершенствованием высококачественного состава травостоя, убивается безжизненный сорняк, увеличивается интенсивность стравливания. Опыт борьбы со степными пожарами охватываются в усилении пропаганды защиты степных рельефов всех покровов и возрастных групп населения, последующем совершенствовании налаженного раннего показывания источников пожаров с употреблением сегодняшних геоинформационных систем (далее - ГИС), а также авиационных и наземных средств.

Одним из неопровержимых превосходств ГИС-технологий в сочетании карт растительного покрова представляется вероятность использования представленного дистанционного зондирования Земли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.12.1994 N 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (ред. от 11.06.2021) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://dvakademia.ru/1/68fz.rtf>, свободный.

2. ГОСТ Р 22.0.03-97 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. Введен в действие Постановлением Госстандарта России от 16 апреля 1998 г. № 122 // URL <http://docs.cntd.ru/document/1200001518>.

3. Постановление Правительства РФ от 21.05.2007 № 304 О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (ред. от 20.12.2019) // URL <https://base.garant.ru/12153609>.

4. *Вакарев А.А.* Централизованное управление в условиях чрезвычайных ситуаций. специфика и перспективы // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2019. № 46.

5. *Костылев Д.Н., Семенов А.О., Ивкин А.Н.* Негативные факторы в оперативном управлении ликвидацией чрезвычайных ситуаций // Инженерно-технические науки. Управление и информатика. 2017. Вып. 1. С. 95-100.

6. *Порфирьев Б.Н.* Экономика природных катастроф: общемировые и российские тенденции динамики ущерба и подходы к его оценке. XX Международная научно-практическая конференция по проблемам защиты населения и территорий от чрезвычайной ситуации: Глобальные и национальные стратегии управления рисками катастроф и стихийных бедствий. Тезисы докладов ФГБУ ВНИИ ГОЧС. М. - 2015. - С. 23-26.

УДК 614.843

Р. Б. Миннебаева, А. Х. Салихова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОБЛЕМ В ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ ПОЖАРНОЙ ТЕХНИКИ

В данной статье приведен библиографический обзор научной и научно-исследовательской литературы, связанной с проблематикой вопроса технического обслуживания пожарной техники в повседневной деятельности пожарно-спасательных частей.

Ключевые слова: пожарная техника, техническое обслуживание, проблемы.

R. B. Minnebaeva, A. H. Salikhova

BIBLIOGRAPHIC REVIEW OF EXISTING PROBLEMS IN THE MAINTENANCE OF FIRE EQUIPMENT

This article provides a bibliographic review of scientific and research literature related to the issue of maintenance of fire equipment in the daily activities of fire and rescue units.

Keywords: fire equipment, maintenance, problems.

На сегодняшний день, основной двигательной силой и инструментом действия в оперативной деятельности подразделений пожарной охраны Российской Федерации является пожарная техника. За счет должного функционирования технического ресурса в период практической эксплуатации на пожарах и чрезвычайных ситуациях различного характера, достигается сокращение численности погибших и пострадавших людей от того или иного вида происшествия, а также минимизация материального ущерба. Ответственность за правильную эксплуатацию и состояние техники возлагается на руководителей подразделений МЧС России.

Пожары, аварии и другие ЧС возникают в непредсказуемое время. Время их локализации и ликвидации во многом зависит от времени начала работ, от технических возможностей и технического состояния машин пожарной и аварийно-спасательной техники. Время начала работ в основном определяется скоростью прибытия техники на место вызова (место пожара, ЧС). Поэтому машины пожарной и аварийно-спасательной техники должны содержаться в постоянной технической готовности.

В данной статье рассмотрим существующие проблемы современности в области технического обслуживания пожарной техники. Заявленной тематике в научно-исследовательских кругах посвящено сравнительно небольшое количество работ, статей и диссертаций. Одним из ученых, занимающихся исследованиями данной темы является Владимир Петрович Березнюк. В его работе «Совершенствование технического обслуживания пожарной техники при проведении процессов ТО и ремонта» рассмотрен ряд существенных проблем, оказывающих негативное влияние на проведение технического обслуживания пожарных автомобилей на должном уровне.

Владимир Петрович выделяет следующие трудности при проведении ТО:

- отсутствие специально подготовленных постов техобслуживания, что, в свою очередь, не позволяет провести обслуживание пожарной техники надлежащим образом;

- выполнение работ не в полном объеме, а лишь на 25-30% от требуемых задач, что опять же связано с отсутствием техпостов;

- несоблюдение сроков проведения технического обслуживания, что может привести к отказу в работе как некоторых узлов и механизмов, так и пожарного автомобиля в целом. В ряде случаев это приводит к тому, что происходит неэкономный расход топлива, увеличивается износ целых узлов ПА, увеличивается износ шин, повышается вероятность создания аварийных ситуаций на пути следования к месту вызова и т. п.

Одна из существенных проблем при проведении технического обслуживания пожарной техники освещена в научно-исследовательской работе группы авторов: В.В. Киселева, А.В. Топорова, П.В. Пучкова под названием - «Повышение надежности и работоспособности пожарной техники применением новых смазочных композиций» и заключается в необходимости закупки дорогостоящих эксплуатационных смазочных материалов, позволяющих поддерживать технический ресурс в исправном состоянии.

В силу того, что тема относится к малоизученным, предлагаю углубиться и подробно изучить основные аспекты проблематики по данному вопросу.

Практический срок службы пожарной техники, а также её работоспособность напрямую зависят от проведения своевременных операций по техническому обслуживанию, как технических единиц в целом, так и отдельных агрегатов, и составляющих автомобилей.

Под понятием техническое обслуживание, в современной литературе и нормативно правовых документах понимается: комплекс профилактических мероприятий, проводимых с целью поддержания пожарного автомобиля в технической готовности и исправном состоянии.

В ходе проведения практических операций, связанных с техническим обслуживанием пожарной техники, также возможно появление ряда проблемных вопросов, заключающихся в следующем:

- отсутствие необходимых расходных материалов для проведения крепежно-регулирующих работ;

- недостаточный контроль со стороны руководящего состава пожарно-спасательных частей за осуществлением основных операций по техническому обслуживанию ПА;

- неграмотное распределение объема работ по ТО;

- недостаток опыта работы со специализированными агрегатами и механизмами пожарных автомобилей у кадрового потенциала подразделения, некомпетентность личного состава;

- формальное проведение работ по техническому обслуживанию;

- несоблюдение правил охраны труда при проведении операций по техническому обслуживанию;

- ведение документации по учету проведенных работ при техническом обслуживании фиктивно, отсутствие журналов учета ТО.

Таким образом, в рамках данной статьи проведен библиографический обзор согласно заявленной проблематике и выявлены, а также подробно изучены основные трудности, возникающие при проведении операций по техническому обслуживанию пожарной техники в подразделениях МЧС России.

Современная пожарно-спасательная часть, в процессе функционирования не может осуществлять свою практическую деятельность и выполнение основных боевых задач без пожарных автомобилей, реализующих возможность оперативного реагирования на различные рода происшествя.

Внедрение новых технологий даст прогрессирующий толчок в развитии всей системы пожаротушения, а также упростит и облегчит процесс тушения пожаров и позволит снизить или совсем избежать негативных последствий тех или иных происшествий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Веттегрень В.И., Ложкин В.Н., Савин М.А.* Эффективная эксплуатация основных пожарных автомобилей при низких температурах: монография – 2-е изд., перераб. и доп. – Екатеринбург: УрИ ГПС МЧС России. 2019. 357 с. (дата обращения: 21.08.2021)

2. *Желваков Е.М.* Обеспечение технической готовности и работоспособности пожарных автоцистерн объектовых пожарных частей в условиях низких температур: диссертация ... кандидата технических наук : 05.26.03.- Москва, 2001.- 318 с.: ил. РГБ ОД, 61 02-5/1640-7 (дата обращения: 21.08.2021)

3. *Березнюк В. П.* Совершенствование технического обслуживания пожарной техники при проведении процессов ТО и ремонта / В. П. Березнюк. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 49 (339). — С. 582-584. — URL: <https://moluch.ru/archive/339/75880/> (дата обращения: 21.08.2021).

4. *Киселев В.В., Топоров А.В., Пучков П.В.* Повышение надёжности пожарной техники применением модернизированных смазочных материалов // Пожаровзрывобезопасность. — 2010. — № 2 — С. 24-28. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-nadyozhnosti-pozharnoy-tehniki-primeneniem-modernizirovannyh-smazochnyh-materialov> (дата обращения: 21.08.2021).

УДК 614.849

Э. И. Назифуллина, Н. Е. Сорокина

ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СП 1.13130.2020 И СП 1.13130.2009. ОСНОВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СТРУКТУРЕ И ОБЩИХ ПОЛОЖЕНИЯХ

В статье представлен сравнительный анализ СП 1.13130.2020 и СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы». Были выявлены основные изменения в требованиях свода правил в сравнении с предыдущей редакцией данного свода.

Ключевые слова: сравнительный анализ, СП 1.13130.2020, свод правил, эвакуационные выходы, система противопожарной защиты, пожарная безопасность.

E. I. Nazifullina, N. E. Sorokina

COMPARATIVE ANALYSIS OF JV 1.13130.2020 AND JV 1.13130.2009. MAIN STRUCTURAL CHANGES AND GENERAL PROVISIONS

The article presents a comparative analysis of SP 1.13130.2020 and SP 1.13130.2009 «Fire protection systems. Evacuation routes and exits». The main changes in the requirements of the set of rules were identified in comparison with the previous edition of this set.

Key words: comparative analysis, SP 1.13130.2020, set of rules, evacuation exits, fire protection system, fire safety.

СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» вступил в силу 19 сентября 2020 года. Данный свод правил утвержден приказом МЧС России № 194 от 19 марта 2020 года.

Свод правил представляет собой документ в области стандартизации, содержащий технические правила, а также описание процессов проектирования, строительства, монтажа, хранения продукции и т.д. Он применяется на добровольной основе в целях соблюдения требований технических регламентов.

В данной статье будет рассмотрен обновленный свод правил СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы». Он пришел на смену СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» с многочисленными изменениями в требованиях свода. Далее будет представлен сравнительный анализ ранее действовавшего и нынешнего СП 1.13130.2020.

В первую очередь, отметим, что область применения нового свода Правил стала значительно конкретизированной. Кроме зданий и сооружений требованиям свода подчиняются эвакуационные пути, аварийные и эвакуационные выходы из помещений, а также из наружных технологических установок [1].

Вместе с тем требования свода Правил касаются объектов защиты при их проектировании, изменении функционального назначения, а также при проведении работ по реконструкции, капитальному ремонту и техническому перевооружению в части, соответствующей объему указанных работ [пункт 1.1 СП 1.13130.2020].

Однако в отличие от старого СП в новом документе не упомянуты положения о том, что он создан согласно статье 89 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и, что свод правил есть нормативный документ по пожарной безопасности в области стандартизации добровольного применения. Также отсутствует информация о возможности разработки специальных технических условий и использования в них данного свода правил.

К тому же существенно увеличился список объектов, не подчиняющийся действиям свода правил [пункт 1.2 СП 1.13130.2020]. В перечень добавлены:

- здания и сооружения для переработки и уничтожения радиоактивных веществ;
- подземные сооружения метрополитенов;
- жилые здания высотой более 75 м и иные здания высотой более 50 м, а также здания с числом подвальных этажей более одного. Исключение представляют случаи, когда в указанных этажах размещаются части здания, требования к которым изложены в настоящем своде правил, либо для которых разработаны нормативные документы по пожарной безопасности, учитывающие их размещение относительно уровня земли.

Следующим существенным изменением является введение новых терминов и определений в третьем разделе рассматриваемого документа: выход непосредственно наружу, обособленный эвакуационный выход, основные эвакуационные проходы, пожаробезопасная зона, помещение с постоянным пребыванием людей, поэтапная горизонтальная эвакуация, расчет пожарного риска, самостоятельный путь эвакуации, самостоятельный эвакуационный выход, спасение, тупиковый коридор, шкаф коммуникационный (шкаф для коммуникаций), эксплуатируемое покрытие (эксплуатируемая кровля).

В свою очередь имеющийся в старой редакции термин «высота здания» дополняется уточнением, что высота считается пожарно-технической и определяется максимальной разностью отметок поверхности проезда для пожарных машин и нижней границы открывающегося проема (окна) в наружной стене.

Кроме того мы обратили внимание на то, что составители свода правил поменяли местами требования внутри разделов этого документа.

Например, требования для объектов защиты классов функциональной пожарной опасности Ф1.1–Ф1.4 в СП 1.13130.2009 были упомянуты в 5 разделе, в то время как в новой редакции свода правил требования были разделены на разные разделы. Так, требования к объектам защиты класса функциональной пожарной опасности Ф1.1 можно найти в разделе 5, требования к объектам за-

щиты класса функциональной пожарной опасности Ф1.2 — в подразделе 7.2, а требования к объектам защиты классов функциональной пожарной опасности Ф1.3 и Ф1.4 — в разделе 6.

Одновременно с этим, требования к объектам защиты класса функциональной пожарной опасности Ф2, Ф3 и Ф4, наоборот, были объединены в один раздел 7 вместе с вышеназванными требованиями к объектам защиты класса функциональной пожарной опасности Ф1.2.

Таким образом, в связи с данной группировкой требования к объектам защиты класса функциональной пожарной опасности Ф5 теперь принадлежат разделу 8, в то время как в СП 1.13130.2009 они были размещены в разделе 9.

В новом СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выход» представлен дополнительный раздел, не упомянутый в прошлом своде, который касается пожарной безопасности маломобильных групп населения.

Не можем не упомянуть и о том, что в обновленной версии свода Правил появилось приложение А, в котором описаны условия применения автоматических раздвижных дверей на путях эвакуации.

Также был скорректирован подраздел под номером 4.1 «Общие положения».

В СП 1.13130.2020 отсутствуют пункты, которые содержали информацию о мероприятиях по спасению людей (пункты 4.1.2 и 4.1.4 СП 1.13130.2009).

В пункте 4.1.2 СП 1.13130.2020 (п. 4.1.3 СП 1.13130.2009) подверглись изменениям требования по защите людей на путях эвакуации. Здесь не указано дополнение о возможности безопасного движения людей, которая должна обеспечиваться без учета используемых в нем средств пожаротушения, противодымной защиты и индивидуальных средств защиты от опасных факторов пожара.

В то время в СП 1.13130.2020 появился новый абзац, суть которого заключается в том, что защита путей эвакуации за пределами помещений должна быть предусмотрена из условия обеспечения безопасной эвакуации людей, учитывая при этом функциональную пожарную опасность помещений, которые выходят на эвакуационный путь, также принимая во внимание такие характеристики как: численность эвакуируемых, их группы мобильности, степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности здания, количество эвакуационных выходов с этажа и из здания в целом.

Изменения также произошли с абзацами, которые посвящены пожарной опасности строительных материалов поверхностных слоев конструкций. Произошла замена фразы «...с учетом других мероприятий по защите путей эвакуации, а также функционирования систем противопожарной защиты» на «...количества людей, а также с учетом других пожарно-технических характеристик здания».

Также введены дополнительные данные в требованиях об указанных в своде правил размерах эвакуационных путей и выходов (п.4.1.7 СП 1.13130.2009, п.4.1.4 СП 1.13130.2020).

Помимо этого, было внесено новое требование, относящееся к отклонениям от геометрических параметров эвакуационных путей и выходов, которые допускаются в пределах не более чем 5%.

В разделе 4 «Общие положения» СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» появились два новых пункта, следующего содержания:

«4.1.6. В настоящем разделе свода правил установлены общие требования для зданий всех классов функциональной пожарной опасности. Требования для зданий (частей зданий) конкретных классов функциональной пожарной опасности, изложенные в последующих разделах, не могут снижать требований настоящего раздела, за исключением специально оговоренных случаев.

4.1.7. Защиту МГН при пожаре, а также людей, имеющих ограничения подвижности, следует предусматривать в соответствии с требованиями раздела 9».

В завершении хотим упомянуть о небольших нововведениях в Своде, а именно: применение устройства «Антипаника» (п.4.2.24, п.7.3.15), введение максимально допустимой высоты порога (в плане допустимого перепада высот) дверных проёмов – не более 50 мм (п.4.3.5) и нормативной ширины (1,2 м) для коридоров и иных путей эвакуации >50 человек (п.4.3.3).

Также указаны прямая отсылка к выполнению аварийного освещения на путях эвакуации по СП 52.13330 (п.4.3.12) и требования к наружным лестницам (3-го типа) (п.4.4.7).

Таким образом, нами был проведен сравнительный анализ, в ходе которого были выявлены основные изменения в СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».
2. СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».
3. Федеральный Закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ (ред. от 02.07.2021г.)
4. 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.
5. Шарафутдинов, А.А. Особенности применения информационно-ситуационных технологий в области обеспечения комплексной безопасности объек-

тов/ А.А. Шарафутдинов, Е.А. Пономарева, Е.С. Егорова// Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. - 2016. - № 1-2 (5). - С. 194-196.

УДК 614.849

К. А. Проничева

ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ

В данной научной статье составлено дерево опасных событий на объектах нефтепереработки, приведена система управления пожарной безопасностью на предприятии нефтеперерабатывающей отрасли, рассмотрен метод оценки потенциальной опасности объектов для легковоспламеняющихся материалов.

Ключевые слова: нефтепереработка, пожар, управление пожарной безопасностью, индекс потенциальной опасности.

К. А. Pronicheva

SAFETY ANALYSIS TO REDUCE FIRES AT OIL REFINING FACILITIES

In this article, a tree of hazardous events at an oil refining facility is drawn up, a fire safety management system at an enterprise in the refining industry is given, a method for assessing the potential hazard of facilities for flammable materials is considered.

Key words: oil refining, fire, fire safety management, potential hazard index.

Производство на нефтеперерабатывающем заводе очень опасно из-за используемых легковоспламеняющихся, горючих и взрывоопасных материалов. Небольшие ошибки могут нанести огромный ущерб жизни, имуществу, загрязнению, травмам, экосистеме и экономике в результате пожара.

Общая тенденция к росту пожаров на объектах нефтепереработки остаются наиболее серьезными. Например, авария с пожаром и взрывом на заводе по производству бензола в Цзилине привела к большим жертвам и потерям земель, большому загрязнению воды в реке Сонхуа, а также к негативным последствиям в стране и международном сообществе. Взрыв на нефтепроводе Далянь-Дагушань в Китае 16 июля 2010 года привел к разливу нескольких тонн нефти на резервуаре № 103, в результате чего образовался пожар на поле площадью почти 60000 квадратных метров.

Анализ дерева событий доступен в качестве одного из методов определения масштабов бедствия путем исследования наиболее вероятного ущерба. Дерево опасных событий в случае аварий на объектах нефтепереработки представлены на рис. 1.

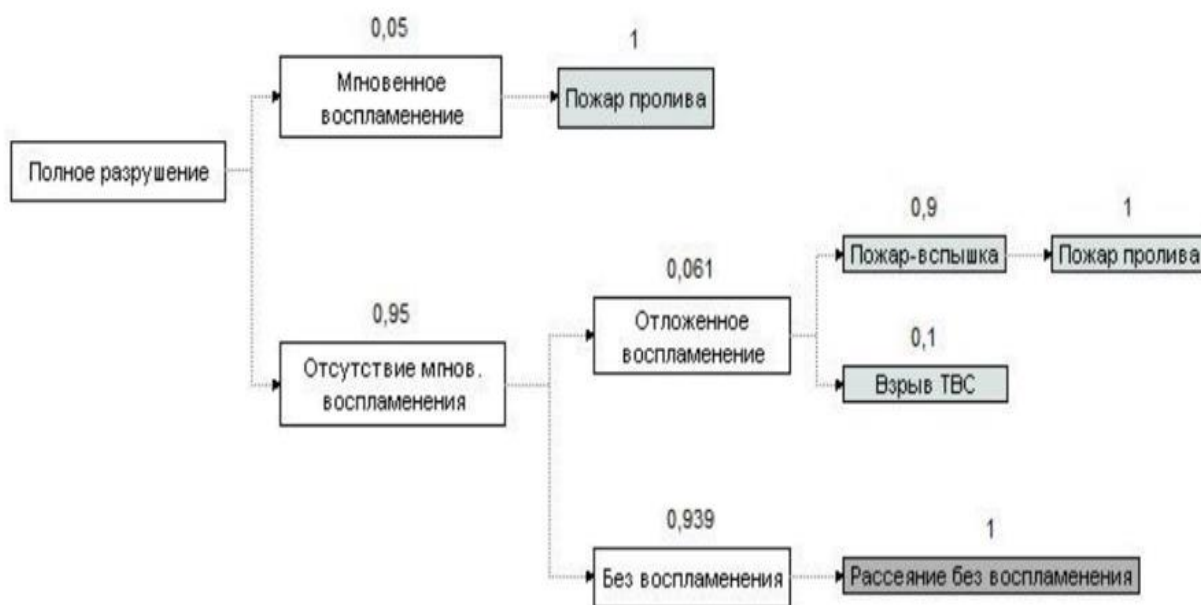


Рис. 1. Дерево опасных событий на нефтеперерабатывающем заводе

Вся система сложна в управлении. Поэтому оценка и прогнозирование пожарного риска необходимы для преодоления ситуаций, связанных с опасностью для людей, окружающей среды и нефтеперерабатывающих заводов.

Система управления пожарной безопасностью объектов нефтепереработки должна основываться на взаимодействии таких субъектов, как: ЛПР, департамент по чрезвычайным ситуациям (ДЧС), объект защиты (ОН), диспетчер ОН, объектовая пожарная часть (ОПЧ), отряд пожарной и газовой безопасности (ОПГБ), отдел гражданской защиты (ОГЗ) (рис. 2) [2].

Схема принятия решений при возникновении угрозы ПБ состоит в передаче информации от одного узла к другому. Пока ЛПР не получит все данные, реализация ликвидации пожара или ЧС не может быть осуществлена.

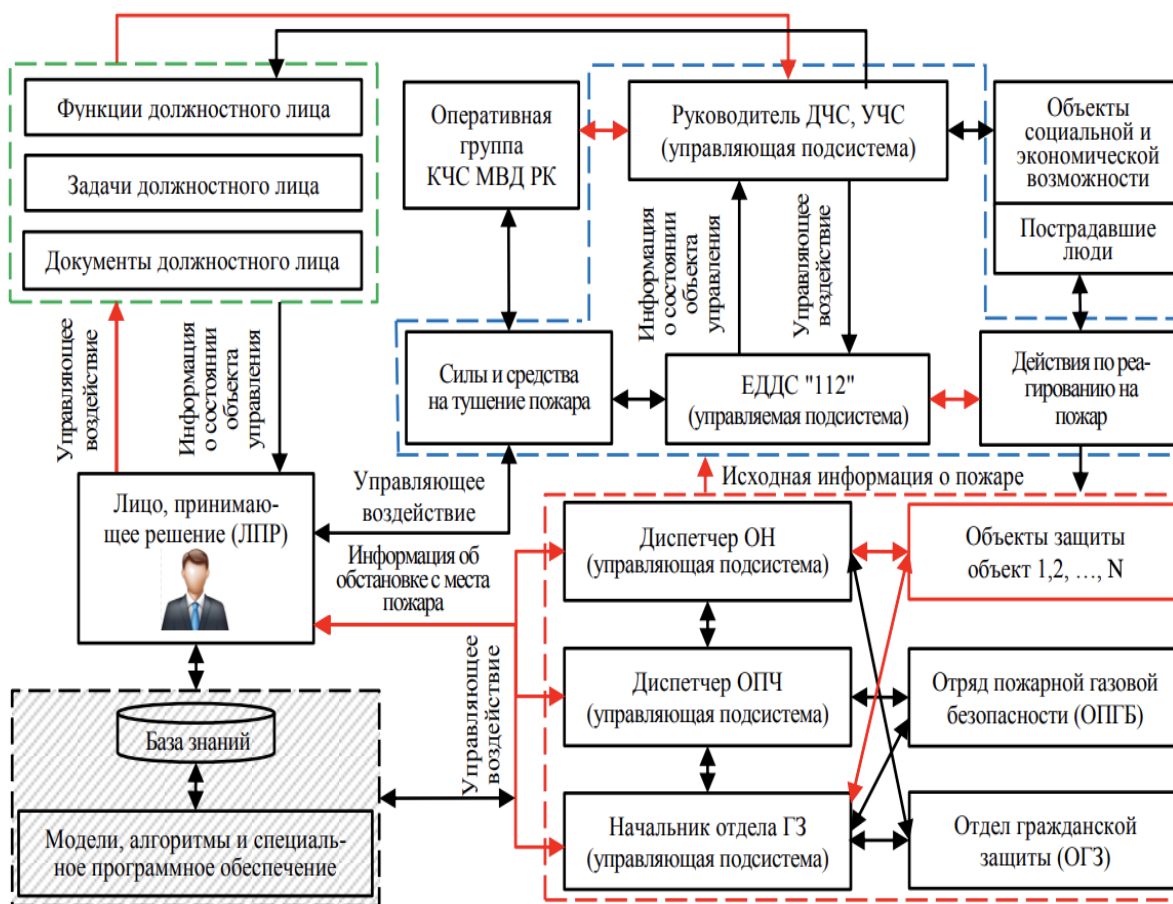


Рис. 2. Схема организации управления пожарной безопасностью объекта нефтепереработки РК

Рассмотрим метод оценки потенциальной опасности объектов для легковоспламеняющихся материалов в соответствии со следующей схемой [1]:

1. Выбираются модели катастроф, соответствующие фактическим обстоятельствам объекта;
2. Критическое опасное расстояние в соответствии с каждым уровнем воздействия рассчитанное для каждого режима бедствия, и гипотетическая зона воздействия на каждом уровне рассчитываемая исходя из расстояния (рис. 3);

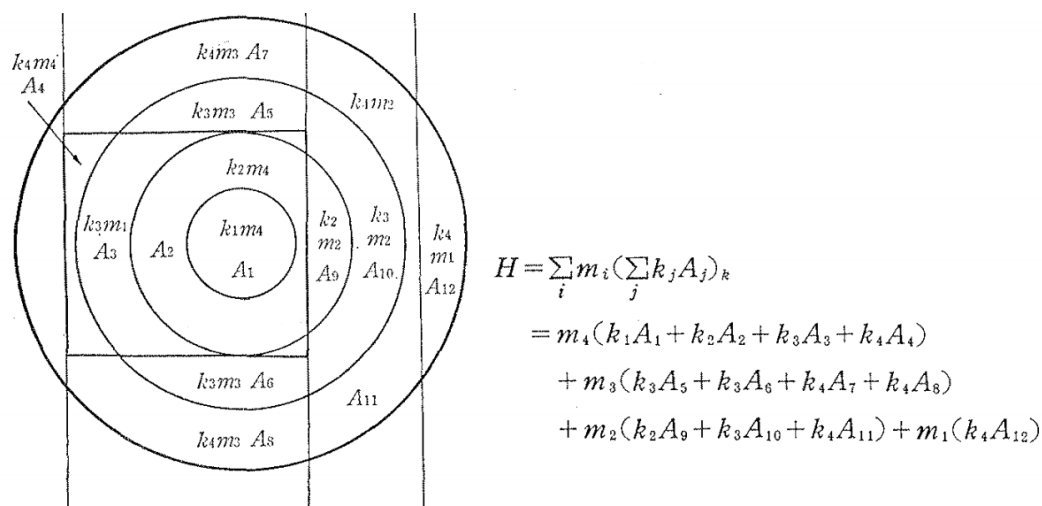


Рис. 3. Модель расчета индекса потенциальной опасности

3. Общий индекс потенциальной опасности, рассчитывается по следующему уравнению [2]:

$$H = \sum m_j (\sum k_j * A_j)$$

где m_j – коэффициент численности работников нефтеперерабатывающего предприятия;

k_j – коэффициент влияния, определяемый по таблице 1

A_j – площадь предприятия

Таблица 1. Значение коэффициента влияния от класса опасности

Класс опасности	1	2	3	4
Коэффициент влияния	1	0,3	0,1	0,03

В этой статье был описан метод оценки безопасности нефтеперерабатывающего завода. В данном методе рассматриваются гипотетические бедствия и оценивается потенциальная опасность для объектов, содержащих легковоспламеняющиеся материалы.

Этот метод полезен для количественной оценки потенциальных опасностей объектов, имеющих дело с большим количеством легковоспламеняющихся материалов, а также полезен для определения степени сейсмостойкости дизайн. Рассмотрение вопроса о выборе площадок и планировке объекта в значительной степени повысило бы безопасность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ветошкин, А.Г.* Нормативное и техническое обеспечение безопасности жизнедеятельности. Москва : ИнфраИнженерия, 2017. 652 с.
2. *Захматов, В.Д.* Теоретические основы разработки импульсной техники пожаротушения и многоплановой защиты. Киев : Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича АН Украины, 1994. 72 с.

УДК 614.84

А. В. Спирин, Н. А. Таратанов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УСТАНОВЛЕНИЯ ПУТЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОСНОВНЫХ КОНВЕКТИВНЫХ ПОТОКОВ И ОЧАГОВОЙ ЗОНЫ

В данной статье проведено исследование электросопротивления слоев копоти для установления путей распространения основных конвективных потоков и очаговой зоны.

Ключевые слова: копоть, пожарно-техническая экспертиза, электросопротивление.

A. V. Spirin, N. A. Taratanov

ESTABLISHING THE WAYS OF PROPAGATION OF THE MAIN CONVECTIVE FLOWS AND THE FOCAL ZONE

In this article, the study of the electrical resistance of the layers of soot was carried out to establish the ways of propagation of the main convective flows and the focal zone.

Keywords: soot, fire-technical expertise, electrical resistance.

Отложения копоти на конструкциях и предметах присутствуют практически на любом пожаре - как в зоне горения, так и в зоне задымления. Это обстоятельство позволяет рассматривать копоть как перспективный объект экспертного исследования. В настоящее время копоть крайне ограниченно используется в качестве объекта исследования и соответственно источника криминалистически значимой информации о пожаре. В России и за рубежом специалистами по пожарной криминалистике делались лишь попытки определения природы сгоревших материалов по структуре и составу копоти, а также установления факта наличия в зоне горения этилированных топлив по присутствию в копоти окиси свинца и неэтилированных нефтепродуктов путем обнаружения их мик-

роколичеств, сорбированных частицами сажи. Задачи определения условий горения в различных зонах пожара и выявления очаговых признаков пожара при этом не ставились и не решались.

Целью работы является исследование слоев копоти для установления путей распространения основных конвективных потоков и очаговой зоны.

Актуальность работы обусловлена тем, что по делам, связанным с пожарами, произошедшими в условиях неочевидности, как правило, необходимо установить механизм возникновения пожара, его причину, условия, способствовавшие его развитию. Реконструкция допожарной обстановки сопряжена с существенными трудностями из-за изменений, внесенных в нее за счет нагрева и горения, потери механической прочности конструкций, механического и химического воздействия струй воды и других огнетушащих веществ, вскрытия конструкций и перемещения предметов пожарными и другими лицами, проводящими работу по спасанию людей и ликвидации пожара. Естественно, что дознавателю для решения этих вопросов необходима помощь специалистов в области исследования пожаров. Эта помощь оказывается обычно в форме проведения судебных пожарно-технических экспертиз или специальных исследований [1, 2].

На пожаре частицы сажи движутся в сторону, где температура ниже [3, 4]. Поэтому если частицы находятся между холодной и теплой поверхностями, они перемещаются к холодной и осаждаются на ней.

Образование наслоений копоти напрямую связано с направлением и скоростью дымовых потоков. В случае, когда интенсивные конвективные потоки отсутствуют, происходит гравитационное осаждение копоти на обращенные вверх поверхности [3, 4]. Одним из объектов исследования в целях установления очаговой зоны, является копоть. В первую очередь обычно исследуются отложения копоти в пределах зоны горения, путем измерения ее электросопротивления. Измерения электросопротивления слоя копоти проводят на любых поверхностях материалов, обладающих диэлектрическими свойствами (бетон, штукатурка, керамическая плитка и т. п.), желательнее - на поверхностях одного типа. Если на поверхностях с осевшей копотью до пожара была какая-либо грязь, то под слоем копоти она выделяется в виде неровности на поверхности. Измерения электросопротивления на таких поверхностях проводить не следует.

В качестве прибора для измерения сопротивления может быть использован любой измеритель сопротивления с верхним пределом измерений не ниже 10 Ом. Это могут быть тераомметр Е6-13А с пределом измерений 10^{14} Ом, измеритель сопротивления, увлажненности и степени старения электроизоляции МІС-2500 с пределом измерения $1,1 \cdot 10^{13}$ Ом и др.

Указанные технические требования реализованы в разработанном ИЦЭП комплекте оборудования для исследования копоти АКО2-01-ЭП, который входит в состав комплекса специальных приборов и оборудования для работы пожарно-технического эксперта на месте пожара «ПирЭкс».

Данные по электросопротивлению слоя копоти в различных зонах пожара могут служить объективной основой для дифференциации зон нагрева закопченных конструкций и предметов. При интерпретации (трактовке) этих данных необходимо иметь в виду следующее. Зоны наибольшего прогрева конструкций характеризуются наименьшими значениями сопротивления слоя копоти электрическому току. Такие зоны возникают прежде всего над очагом пожара, если копоть не выгорела, а также на путях распространения основных конвективных потоков от очага. В отдельных случаях таким же образом проявляют себя очаги горения, обусловленные сосредоточением пожарной нагрузки. При достаточно высокой температуре (более 600-650 °С) на ограждающих очаг пожара конструкциях и предметах очаговая зона может проявляться также в полном локальном выгорании копоти. В этом случае путем исследования отложений копоти вне зоны выгорания выявляются направления конвективных потоков из данного очага.

Зоны прохождения основных конвективных потоков продуктов горения характеризуются постепенным увеличением электросопротивления копоти от очага горения в направлении вытяжных проемов.

Рассмотрим пожар в музыкальной студии, расположенной в кабинете административного здания. В результате пожара, закопчены стены и потолок внутри кабинета. Повреждены некоторые предметы внутренней обстановки и отделки, а также музыкальное оборудование. Жертв и других тяжелых последствий нет.

Зона горения выявлена в правой (от входа) части кабинета. Стоит отметить, что по мере удаления от указанной области, степень термических поражений кабинета уменьшается (см. рис. 1). Однако, на момент осмотра места происшествия, предметная обстановка в кабинете существенно изменена. С рабочего стола и из шкафа убраны личные вещи, передвинуты предметы мебели, быта и пр. Из зоны горения практически полностью убран пожарный мусор, при этом мягкая мебель (диван) вынесена на улицу.

В свою очередь, на оштукатуренном однородном потолке кабинета, зафиксирована локальная зона выгорания копоти, расположенная в районе правого (от входа) дальнего угла, ближе к шкафу.

В данном случае, на поверхности потолка кабинета нанесли точки с шагом 0,8 м (см. рис. 2).

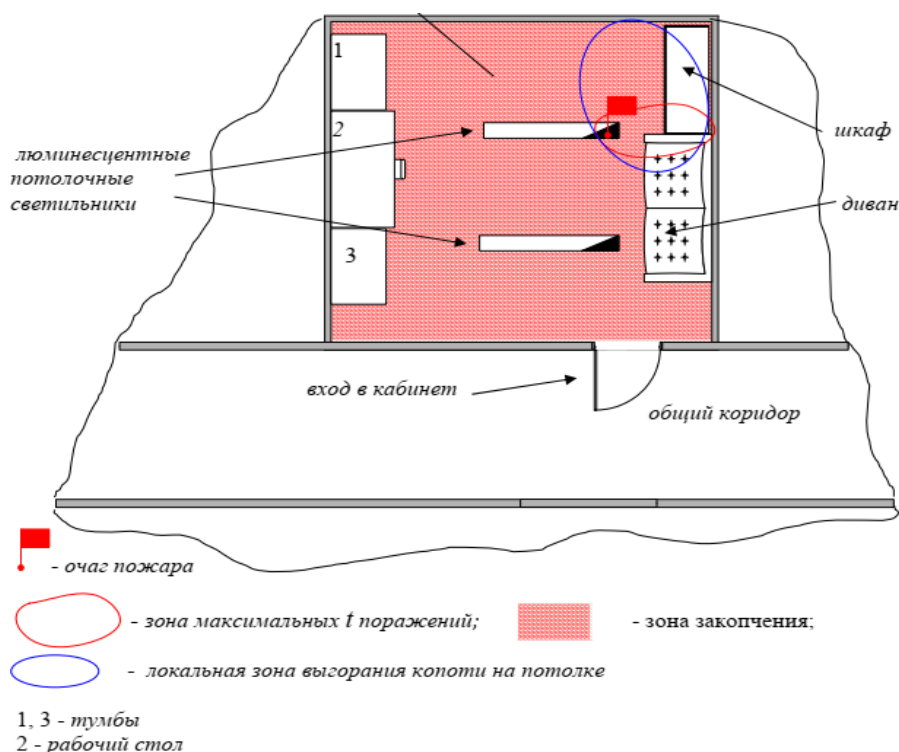


Рис. 1. План-схема места пожара

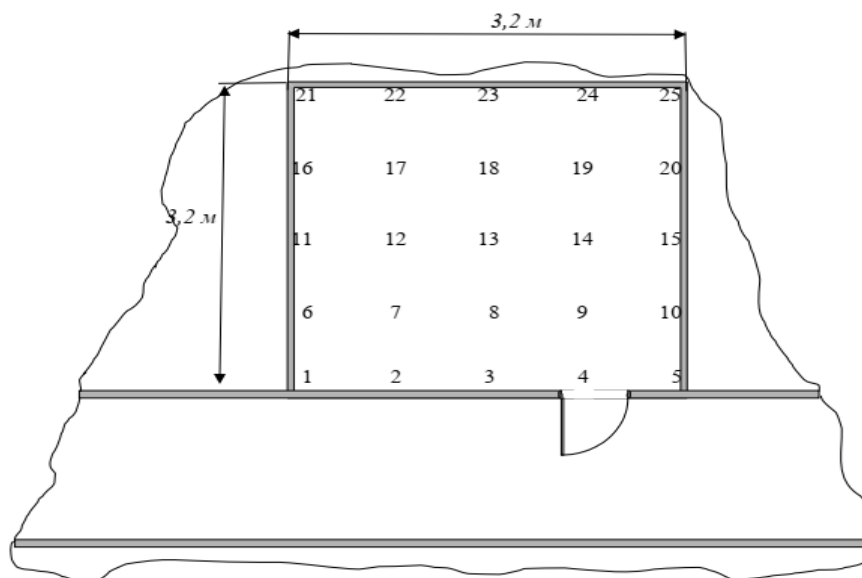


Рис. 2. Схема расположения точек замера электросопротивления копоти на потолке кабинета

Фиксировав результаты измерений электрического сопротивления копоти, а также среднее значение результатов измерений для одной точки R_{cp} и его логарифм $lg(R_{cp})$. По полученным $lg(R_{cp})$ строим диаграмму термических зон, отражающую картину распределения значений электросопротивления копоти

на потолке кабинета (см. рис. 3) Зоны наибольшего прогрева, согласно методике, характеризуются наименьшими значениями сопротивления слоя копоти электрическому току.

Как видно из полученных результатов, зона наименьших значений электросопротивления копоти на потолке кабинета расположена в правом (от входа) дальнем углу (см. рис. 3). На основании проведенных измерений, можно сделать вывод, что в указанной области (правый дальний угол), расположена зона наибольшего термического воздействия на потолок кабинета.

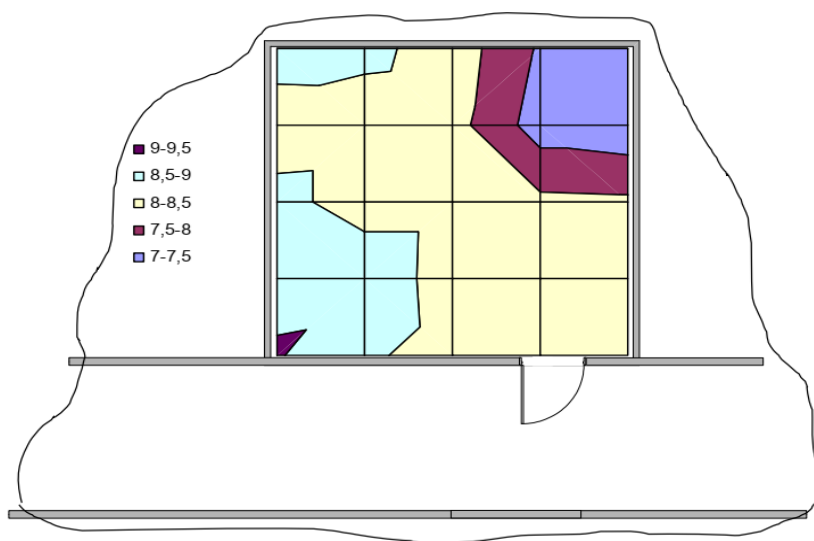


Рис. 3. Диаграмма термических зон на потолке кабинета

Очевидно, что в правой (от входа) дальней части кабинета, температурный режим был выше, чем в других местах. В свою очередь, в ходе осмотра места происшествия, специалистом проведена частичная реконструкция предметной обстановки в кабинете. Установлено, что в указанной области, на момент возникновения пожара, располагался шкаф и примыкающий к нему диван. В ходе опроса арендаторов помещения и представителей собственника здания установлено, что на момент возникновения пожара, на верхней части шкафа лежало несколько картонных коробок. Очевидно, что вышеуказанный максимальный температурный режим в правой части кабинета, мог возникнуть как в результате наиболее длительного, так и наиболее интенсивного горения в этой области. Однако, в нижней части помещения, на диване зафиксирована локальная зона горения, со стороны шкафа. При этом на поверхности дивана, зафиксированы некоторые карбонизированные фрагменты пластмассового корпуса потолочного светильника и плафона.

При сопоставлении зоны выгорания копоти на потолке, механических повреждений штукатурного слоя на потолке (в месте крепления светильника), а также термических поражений шкафа и дивана, установлено их совпадение. Однако, сценарий развития горения от дивана вверх (к потолочному светильнику), противоречит общей картине термических поражений кабинета. По нашему мнению, первоначальное горение возникло в верхней части помещения, в области светильника. При этом, распространение горения вниз (на шкаф и диван) произошло при массопереносе горящих пластмассовых фрагментов светильника (корпус, плафон и пр.).

Таким образом, учитывая вышеизложенное, принимая во внимание результаты исследования электросопротивления копоти на потолке кабинета, а также общий характер термических поражений, приходим к выводу, что очаг пожара располагался в правой части кабинета, вверху, в области крепления дальнего (от входа) потолочного светильника.

В заключении хотелось отметить, что полученные результаты исследования копоти могут быть использованы в рамках пожарно-технической экспертизы для реконструкции процесса возникновения и развития горения, в том числе для установления очага пожара.

Учитывая, что метод этот неразрушающий, - нет никаких ограничений на его применение при осмотре места пожара дознавателями и техническими специалистами на стадии проверки по факту пожара. Окончательные выводы об очаге пожара могут быть сформированы только в рамках пожарно-технической экспертизы на основе всего комплекса имеющейся по пожару информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Карасев Е.В., Таратанов Н.А.* Оценка эффективности деятельности органов дознания ГПН ФПС. Журнал «Современные проблемы гражданской защиты». 2019. № 3 (32). С. 61-71.
2. *Карасев Е.В., Таратанов Н.А., Бирюкова И.А.* Оценка эффективности деятельности сотрудников и работников судебно-экспертного учреждения. Журнал «Современные проблемы гражданской защиты». 2020. № 1 (34). С. 84-93.
3. *Вакуленко С.В.* Использование данных о составе и свойствах копоти при реконструкции пожара: Дис. канд. техн. наук / СпбУ МВД России. - Санкт-Петербург, 2000. -150 с.
4. *Горшкова Р.А., Гольдман Л.И., Афанасьева Л.К.* Методы анализа и испытания углеродных саж. - М.: ЦНИИТЭ нефтехим, 1968. - 248 с.

УДК 614.841.315

Л. С. Токаев, С. А. Шабунин

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**О НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ПРЕДЛОЖЕНИЙ
ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ РАБОТЫ НАДЗОРНЫХ ОРГАНОВ
МЧС РОССИИ В ЦЕЛЯХ СНИЖЕНИЯ АДМИНИСТРАТИВНЫХ
БАРЬЕРОВ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ МЕХАНИЗМА
«РЕГУЛЯТОРНАЯ ГИЛЬОТИНА»**

В статье обосновывается необходимость проведения анализа изменения фактического подхода к организации и осуществлению надзорной деятельности за соблюдением требований пожарной безопасности, в связи с последними изменениями в нормативной документации.

Ключевые слова: пожарная безопасность, государственный пожарный надзор, административные барьеры, предпринимательская деятельность.

L. S. Tokaev, S. A. Shabunin

**ON THE NEED TO DEVELOP PROPOSALS TO IMPROVE THE WORK OF THE
FIRE AUTHORITIES OF THE EMERCOM OF RUSSIA IN ORDER TO REDUCE
ADMINISTRATIVE BARRIERS IN THE FRAMEWORK OF IMPLEMENTING
THE «REGULATORY GUILLOTINE» MECHANISM**

The article substantiates the need to analyze changes in the actual approach to the organization and implementation of supervisory activities for compliance with fire safety requirements, in connection with the latest changes in regulatory documents.

Keywords: fire safety, state fire supervision, administrative barriers, entrepreneurial activity.

Необоснованные административные барьеры снижают стимулы входа на рынки новых участников, повышают непроизводственные издержки и создают условия для коррупции и возникновения «административного ресурса».

Федеральным законом [1] установлено, что обеспечение пожарной безопасности является одной из важнейших функций государства. При этом, под пожарной безопасностью понимается состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

Обязательные требования пожарной безопасности (далее – требования пожарной безопасности) – специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности федеральными законами и иными нормативными правовыми актами Россий-

ской Федерации, а также нормативными документами по пожарной безопасности.

Нарушение требований пожарной безопасности – невыполнение или ненадлежащее выполнение требований пожарной безопасности. Нарушение требований пожарной безопасности опасно тем, что может привести к возникновению пожара, в результате которого могут погибнуть люди, либо их здоровью может быть нанесен вред, а также причинен материальный ущерб как государственному имуществу, так и частной собственности.

Общеизвестный факт: легче предупредить возникновение пожара, нежели потушить его. В этой связи с целью обеспечения выполнения требований пожарной безопасности государством назначены на специальные должности и наделены соответствующими полномочиями органы и сотрудники указанных, осуществляющие надзорную деятельность за выполнением требований пожарной безопасности за контролируруемыми лицами – теми, на кого возложена обязанность по выполнению требований пожарной безопасности: органами власти всех уровней, организациями, их руководителями и должностными лицами.

В ходе проведения административной реформы в Российской Федерации сокращены масштабы вмешательства государства в экономическую деятельность, связанного с осуществлением государственного контроля (надзора), лицензированием, государственной регистрацией и экспертизой, обязательной сертификацией продукции.

Таким образом, с одной стороны – необходимо обеспечить безопасность людей, находящихся в помещениях, как посетителей, так и работников (сотрудников) организаций, с другой – государство держит курс на стирание барьеров и снижение давления, препятствующих развитию предпринимательства.

Однако, приходится признавать факт, что на данный момент указанная работа (административная реформа) не доведена до конца – во многих сферах сохраняются ограничения на вход новых участников на рынки в виде необходимости получения от государственных органов различных разрешений, согласований и заключений.

Разнообразные формы государственного регулирования административного характера (ведение многочисленных реестров и регистров, аттестация и аккредитация хозяйствующих субъектов, проведение различного рода экспертиз, необходимость предоставления разрешений и согласований) остаются недостаточно оцененными с правовой и экономической точки зрения, а также с позиций их избыточности.

Сфера организации и осуществления надзорной деятельности за соблюдением требований пожарной безопасности не является исключением. Принятый и вступивший в силу Федеральный закон [2], и переработанное в соответствии с ним Положение о ФГПН [3] полностью изменили порядок организации и осуществления надзорной деятельности в указанной области. В частности, работа органов ГПН четко разделилась на надзорные и профилактические ме-

роприятия, появились новые, ранее не применявшиеся надзорные (контрольные) мероприятия, такие как инспекционный визит и рейдовый осмотр, на каждое мероприятие составляется свой перечень документов, и каждое из них проводится в свой установленный срок, и др.

Вместе с тем, новый механизм надзорной деятельности за соблюдением требований пожарной безопасности не отработан до конца и может приводить к непониманию и проявлению ошибок как со стороны сотрудников надзорных органов, так и со стороны контролируемых лиц. Принятие нового Федерального закона о надзорной деятельности, как и весь механизм «регуляторной гильотины», по большому счету, был направлен и должен был привести к упрощению и пониманию процессов работы в рассматриваемой сфере всеми участниками процесса, однако опросы предпринимателей свидетельствуют о том, что административные барьеры являются существенными, а для некоторых предприятий запретительно высокими.

Кроме того, принятие указанного закона, а также внесение изменений в Положение и последующая отмена Административного регламента [4], привели к некоторой путанице и в работе самих инспекторов органов ГПН. Так, с отменой указанного регламента фактически пропали правила организации и осуществления взаимодействия с органами власти, иными надзорными органами и организациями. Вместе с тем в Положении определено, что в целях получения недостающих сведений, необходимых для учета объектов надзора, органы государственного пожарного надзора в течение 5 рабочих дней с даты поступления (установления) первичной информации об объекте надзора обеспечивают межведомственное взаимодействие с уполномоченными органами государственной власти и органами местного самоуправления, а проведение более углубленного анализа изменений в Положении о ФГПН, позволит определить ряд других проблемных вопросов.

Таким образом, для эффективной работы надзорных органов необходимо разработать новые предложения в сфере организации взаимодействия надзорных органов МЧС России с другими органами власти и организациями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ «О пожарной безопасности».
2. Федеральный закон «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» от 31.07.2020 N 248-ФЗ.
3. Постановление Правительства РФ от 12.04.2012 N 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре».
4. 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».

УДК 614.849

А. А. Тумановский, Т. П. Сысоева, С. Ф. Лобова

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Предложены пути решения проблемных вопросов транспортного обеспечения поисково-спасательных подразделений МЧС России в Арктической зоне.

Ключевые слова: Арктическая зона, авария, МЧС России, поисково-спасательные служба.

A. A. Tumanovsky, T. P. Sysoeva, S. F. Lobova

PROBLEMS OF TRANSPORT SUPPORT FOR SEARCH AND RESCUE OPERATIONS IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION AND WAYS TO SOLVE THEM

The ways of solving problematic issues of transport support of search and rescue units of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the Arctic zone are proposed.

Keywords: Arctic zone, accident, EMERCOM of Russia, search and rescue service.

Поисково-спасательная служба МЧС России (ПСС) – это подведомственные учреждения МЧС России, предназначенные для проведения поисково-спасательных работ в условиях чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. В состав поисково-спасательной службы входят органы управления службы, поисково-спасательные отряды (ПСО) и подразделения обеспечения. Служба, включающая в себя региональные поисково-спасательные отряды - это база для региона ее дислокации [1].

В системе МЧС России в настоящее время 7 региональных поисково-спасательных отрядов, в их составе 40 филиалов. Общая численность составляет 3750 человек» [2].

Одной из составляющих являются Арктические комплексные аварийно-спасательные центры – (далее - АКАСЦ) МЧС России. Развитие АКАСЦ МЧС России является одной из приоритетных задач министерства на сегодняшний день.

Согласно стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации (далее – АЗРФ), на МЧС России возложена миссия участия в обеспечении комплексной безопасности российской Арктики. АКАСЦ являются основными

структурными единицами, способными самостоятельно выполнять возложенные на них задачи.

В настоящее время в АЗРФ 5 АКАСЦ МЧС России полностью оснащены для выполнения задач по защите населения и территорий от опасностей, возникающих при ЧС и угрозах их возникновения, а также привлекаются к выполнению задач по спасению населения при несчастных случаях в местах бедствия – при дорожно-транспортных происшествиях, в местах охоты и рыбной ловли, при несчастных случаях с туристами-экстремалами и при других происшествиях. В табл. 1 представлены места расположения АКАСЦ МЧС России и данные о некоторых из них.

Таблица 1. Поисково-спасательные отряды МЧС России

Дислокация	Численность (на 01.03.17)	Оснащение
г. Мурманск	32	
г. Воркута	22	
г. Нарьян-Мар филиал ФГКУ СЗ РПСО МЧС России	40	гаражи, ангары, причалы на 16 стоянок, др. строения 10 ед. транспортной техники
г. Архангельск	65	
г. Дудинка	54	15 единиц техники в арктическом исполнении

Особые климато-географические условия Арктики – масштабность. Экстремальный холод - объясняют приоритетность задачи обеспечения поисково-спасательных подразделений специальной транспортной техникой. Об этом свидетельствует и накопленный опыт поисково-спасательных работ. Для поиска и спасения людей, терпящих бедствие в Арктике, используют наземный, воздушный и водный транспорт.

Наземный транспорт для Арктики

Что касается транспортной техники для поисково-спасательных работ – она должна обладать следующими характеристиками: холодоустойчивостью, автономностью, высокой проходимостью, ремонтнопригодностью, экологически щадящей.

Универсального всепогодного наземного транспортного средства для поисково-спасательных работ пока нет. С точки зрения эксплуатации вездеходы на гусеницах дороги, с большим расходом топлива, громоздки и сложны в ремонте. В связи с этим постоянно идут поиски совершенствования качеств и доступности использования. Например, по пути снижения веса вездехода, уменьшения габаритов и замены железных треков на резинокордовые гусеницы [3]. Вездеходы на резинокордовых гусеницах обладают преимуществом перед гусеничными и колесными вездеходами в том, что имеют наименьший коэффи-

циент удельного давления на грунт, так же как вездеходы на шинах низкого давления. С другой стороны, упрощение стандартов, выигрыш в массе и ремонтнопригодности и простоте обслуживания специфическим образом сказывается на проходимости и управляемости вездехода. Тем не менее, использование резинокордовых гусениц представляется перспективным путем совершенствования арктического транспорта. Существует и такое предложение, как гусеницы на колесный вездеход [4].

В условиях арктического климата существует, и необходимость при транспортировке, защищать пострадавших от холода и других сложных метеоусловий. В этом отношении представляют интерес войсковые испытания перспективных технических средств для медицинской службы [5].

Для Якутии, площадь которой равна 5-ти территориям Франции, характерны особо суровые условия. Это один из самых сложных по масштабности, малозаселенности, климату и топографии субъектов АЗРФ, почти целиком расположенным в зоне вечной мерзлоты, которая поддерживает хрупкий баланс северной природы, сохраняя полноводность рек и лесной фонд. В Якутии особо экстремальные климатические условия, перепады температуры превышают 100 °С от - 70 °С до + 42 °С, со среднемесячной температурой января в Якутске - 43 °С, в Арктической зоне во время полярной ночи солнце не показывается несколько месяцев. Для поисково-спасательных работ в Якутии не подходят промышленно-выпускаемые виды техники «Трэкол», «Радиян» и другие. В связи с этим спасателям приходится использовать вездеходы собственной сборки, которые просты, ремонтнопригодны и обладают высокой проходимостью [6].

Примером является 6-местный вездеход «Ураанхай», собранный местными изобретателями, а также вездеход «Усть-Янец» с модификациями 2-х, 3-х мостов. Они не имеют равных в тундровой зоне, по проходимости эти машины превосходят все имеющиеся вездеходы. «Ураанхай» - машина-амфибия, полностью герметичная, может идти со скоростью до 90 км в час, вместимость 10 человек. Безусловно, что такая машина может быть полезна спасателям особенно при необходимости добираться до труднодоступных мест по бездорожью [7].

Существует и такое транспортное средство как внедорожник-снегоболотоход «Марш-спасатель», который может быть использован для оказания первой помощи и эвакуации раненых и травмированных с места бедствия. Он оборудован одним лежачим и одним сидячим местом и укомплектован оборудованием для оказания первой медицинской помощи [8].

Можно назвать достаточно большое количество предложений как отечественного, так и иностранного производства. Например, румынский внедорожник, который может быть как пожарной машиной, так и «скорой помощью» и пригоден для экстремальных условий [9].

Особый интерес в плане перспективы для спасательных работ при авариях и пожарах на нефтяных вышках и в других сложных полярных условиях представляет созданный в Канаде вездеход амфибия ARKTOS. Гусеничная

двухсекционная машина весом в 25 тонн отлично плавает и преодолевает практически любые препятствия, имеет огромную тяговую силу и состоит из двух секций. Может без труда перевозить 50 пассажиров или груз весом до 20 тонн. Учитывая, что агрегат является амфибией, он представляет собой универсальную машину для использования в сверхкритических погодных условиях. ARKTOS предназначен для эвакуации людей с горящей плавучей платформы, когда вертолеты из-за задымления непригодны, перевозит до 50 чел. и выдерживает холод и огонь. Передвигается по горящей нефти (не более 8 минут) при сохранении в кабине температуры до 25 °С при применении многослойной панели, обеспечивающей защиту от нагревания до 1000 °С и при этом не портится в условиях холода. Предполагается для роботизированного комплекса для ликвидации разливов нефтепродуктов на воде и на поверхности льда [10].

Сегодня это многопрофильное транспортное средство признается экспертами одной из лучших вездеходных техник для использования в особых погодных условиях. ARKTOS легко маневрирует в глубокой грязи и песке, скользит по льду и плавает по воде. Для переезда на разную поверхность ему не нужно никак трансформироваться или переключаться. В будущем ARKTOS планируют использовать для проведения поисково-спасательных операций, ликвидации последствий стихийных бедствий и разливов нефти, особенно в Арктике. Еще одной положительной особенностью машины является герметичный корпус вездехода, наподобие термоса, долго сохраняет тепло даже в том случае, если в технике заканчивается топливо.

Воздушный транспорт для Арктики

В последние годы актуализировалась тема использования для нужд поисково-спасательной службы воздушного транспорта.

Аэросани распространены в России, где они и были изобретены. Применяются еще в Скандинавии и немного в Канаде. Сегодня в России более 12 видов аэросаней, одним из современных известных являются аэросани «Патруль». Но возникает потребность в таком средстве передвижения, которое не боится завязнуть в ледяной каше и не провалиться на тонком льду.

Предполагается использовать экранопланы в ходе строительства Северного морского пути. Якутия сейчас проводит тестовые испытания экраноплана-амфибии «Буревестник-24». Ведутся работы по созданию экраноплана для спасательных работ в Арктике [11].

Активно проводятся опытно конструкторские работы по развитию арктического авиационного парка, поскольку проводимая ремонторезация старого парка Ан-2 (выпускали на Украине) не решает проблему развития авиапарка. Так как применение авиации ограничено погодными условиями, конструкторские работы ориентированы на создание самолетов с использованием в любое время суток и при сложных погодных условиях.

На Международном форуме, посвященном проблемам освоения Арктики (2016) был представлен Ил-114, технические характеристики которого позволяют использовать самолет для поисково-спасательных операций в любое вре-

мя суток и при плохой видимости с помощью радиолокационной станции бокового обзора.

Модельный ряд отечественных гражданских вертолетов ОАО «Вертолеты России» включает следующие марки вертолетов: Ансат; Ка-226; Ми-171/Ми-172; Ка-32А11ВС; Ми-26Т. Перспективные: Ми171А2; Ми-38; Ка-62; К-226Т; ПСВ; ПЛВ-2,5.

Но в Россию поставляются и вертолеты зарубежных производителей – Eurocopter, Bell, AgustaWestland, Robinson, которые летают в Мурманской и Тюменской области, в Карелии и Красноярском крае.

Вертолет Ми-171А2 относится к перспективным модернизированным средним транспортным многоцелевым вертолетам. Максимальная грузоподъемность - груз внутри кабины 4000 кг, груз на подвеске - 5000 кг. Экипаж - 2 чел., пассажиры - 24. Скорость полета максимальная 280 км/ч. крейсерская -260 км/ч дальность полета до 800 км.

Ка-32 – средний многоцелевой палубный вертолет, максимальный взлетный вес с грузом в кабине – 11000 кг. Экипаж 1-3 чел. Пассажиры – до 13 чел. Крейсерская скорость 230 км/ч, максимальная -260 км/ч. Двигатель (кол-во, марка) -2 xТВ3117ВМА.

Вертолет Ми-38 - является вертолетом повышенной грузоподъемности - 6000 кг внутри кабины и 7000 кг на подвеске, с дальностью полета до 800 км; серийный выпуск с 2016 г.

ПСВ - перспективный средний вертолет имеет максимальную грузоподъемность 3500 кг внутри кабины и 4000 кг на подвеске, дальность полета до 1000 км, экипаж 2 чел. и пассажиры – 22 чел. Скорость полета 280 - 290 км/ч. Планируется ввод в эксплуатацию в 2020 г.

Тяжёлый транспортный вертолёт - *МИ-26Т* – максимальная грузоподъемность 20000 кг; максимальная скорость 295 км/ч. Дальность полета при максимальной заправке: без дополнительных топливных баков 800 км, с 4-мя дополнительными топливными баками – 1920 км. Экипаж 5 чел.

Ми-26Т2 – модернизированный тяжелый транспортный вертолет, с системой предупреждения от столкновения в воздухе SKY899; с бортовой системой контроля БСК-26; с системой спутниковой навигации; бортовой цифровой вычислительной машиной «БАГЕТ-53-15»4; лазерной инерциальной навигационной системой ЛИНС-100РС; системой раннего предупреждения близости земли СРПБЗ.

Ка-62 - перспективный многоцелевой вертолет промежуточного класса - Максимальная скорость - 308 км/ч. Крейсерская скорость - 270 км/ч; Максимальная скороподъемность м/с - 12,1. Двигатели (количество, модель) 2 x Ardiden3G. Взлетная мощность, л.с. - 2x1776. МВМ (груз внутри кабины) - 6500 кг, МВМ (груз на внешней подвеске) - 6800 кг. Масса груза внутри кабины - 2000 кг. Масса груза на внешней подвеске - 2500 кг. Практический пото-

лок, - 5630 м. Статический потолок в зоне влияния земли - 3690 м. Экипаж 1-2 чел. Пассажиры 12-15 чел.

Для эвакуации людей со льда вертолет по возможности производит посадку, а при отсутствии такой возможности подъем потерпевших осуществляется в режиме зависания.

В арктических широтах продолжают испытывать военный арктический вертолет марки Ми-8АМТШ-ВА,

Таким образом, анализ модельного ряда вертолетов отечественной компании «Вертолеты России» свидетельствует о достаточно богатом выборе вертолетов, в том числе и адаптированных к условиям работы в Арктических условиях. Каждый субъект АЗРФ может выбрать технику, соответствующую спросам и условиям жизнедеятельности в данном регионе.

В ряде стран активно развивается еще одно направление развития транспортной проблемы в Арктике, представляющее интерес для спасательной службы – использование современных дирижаблей. Появление новых технологий и материалов позволяет делать дирижабль, устойчивый к обледенению и другим арктическим условиям. Преимущество дирижаблей перед вертолетами в том, что они дешевле в 8 раз вертолета МИ-8 и значительно более грузоподъемные.

С конца XX века возродился интерес к дирижаблестроению и стала обсуждаться проблема использования дирижаблей в качестве альтернативного вида транспорта для Арктики, как более безопасного в плане экологии и имеющего преимущество перед вертолетами. Стоимость полета дирижабля в 8 раз меньше, чем вертолета, а грузоподъемность в 5 раз больше, но меньше скорость (что делает дирижабль удобным для проведения мониторинга).

Представлен проект новейшего дирижабля с грузоподъемностью более 200 тонн «ALERT» Канада.

Существует и отечественный проект использования дирижаблей в развитии транспортной системы АЗРФ.

Таким образом, перспективными путями решения проблемных вопросов транспортного обеспечения поисково-спасательных подразделений МЧС России в Арктической зоне представляются:

- оснащение поисково-спасательной службы наземными средствами, пригодными для эксплуатации в конкретных условиях субъекта АЗРФ;
- развитие частно-государственного партнерства;
- включение в парк транспортной спасательной техники современных аэросаней и экранопланов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 36 Поисково-спасательная служба – URL: [https //C:/Users/807468/Desktop](https://C:/Users/807468/Desktop) (дата обращения 2018-10-20).
2. Региональные поисково-спасательные отряды могут проводить поисково-спасательные работы повышенной сложности – URL: <http://www.mchsmedia.ru/focus/item/6561880/> (дата обращения 2018-05-17).
3. Ухтыш и Узола – гусеничные «Бобик» и «Таблетка» - URL: <https://topwar.ru/19454-uhtysh-i-uzola-gusenichnye-bobik-i-tabletka.html> (дата обращения 2018-02-15).
4. Гусеницы. Комплект резиновых гусениц - URL: <http://tinger.ru/models/tracks/tracks500/>(дата обращения 2018-02-15).
5. Юдин А.Б., Шестаков С.В., Артемьев Н.А., Чувашев М.Л. Войсковые испытания перспективных образцов технических средств для подразделений медицинской службы межвидовой группировки арктической зоны//Военно-медицинский журнал - 2016.-33. - С. 64-71.
6. *Находкин Н.А.* Современные технологии поиска и спасения в Северо-Восточной Арктике России РОССИИ //Научный электронный архив - URL: <http://econf.rae.ru/article/6547> (дата обращения: 26.05.2018).
7. Якутский внедорожник «Ураанхай» - URL: <https://www.yaplakal.com/forum11/topic304539.html> (дата обращения 2018-03-26).
8. Снегоболотоход МАРШ-СПАСАТЕЛЬ - Бронто - URL: [https:// bronto-
psa.ru/snegobolotohod-marsh/snegobolotohod-marsh-spasatel.html](https://brontopsa.ru/snegobolotohod-marsh/snegobolotohod-marsh-spasatel.html)(дата обращения 2018-03-08).
9. Супер вездеход из Румынии - URL: <http://steer.ru/node/28475> (дата обращения 2018-04-04).
10. Полярный гусеничный вездеход амфибия - URL: http://kanada.takgivetmir.ru/v_kanada&&kanadskaya-beregovaya-ohrana&&19. (дата обращения 2018-03-15).
11. В России создают экраноплан для спасательных работ в Арктике - URL: <https://nplus1.ru/news/2017/10/27/groundeffect> (дата обращения 2018-02-25).

УДК 699.812:666.972.16+696.6

Т. Г. Хакимов

ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ПРОВЕДЕНИЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ «ВОДОИСТОЧНИК»

Представлено обсуждение результатов анализа в проведении профилактической операции «Водоисточник» целью которого считается учет и контроль за состоя-

нием источников противопожарного водоснабжения, в улучшении противопожарного водоснабжения и поддержания его в технически исправном состоянии.

Ключевые слова: объект защиты, профилактическая операция, противопожарное водоснабжение, весенняя проверка.

T. G. Khakimov

CARRYING OUT PREVENTIVE OPERATION «WATER SOURCE»

The discussion of the results of the analysis in carrying out the preventive operation «Water source» is presented, the purpose of which is considered to be accounting and control over the state of sources of fire-fighting water supply, in improving the fire-fighting water supply and maintaining it in a technically sound condition.

Key words: object of protection, preventive operation, fire-fighting water supply, spring check.

Во исполнение указания ГУ МЧС России по Республике Татарстан «О проведении профилактической операции «Водоисточник» (проверки «2 ИППВ») №3832-вн от 10.03.2021г. года и согласно инструкции ГУ МЧС России по Республике Татарстан от 05.07.2018г. по учёту и контролю за состоянием источников противопожарного водоснабжения и в целях улучшения противопожарного водоснабжения и поддержания его в технически исправном состоянии была организована с 5 апреля по 10 мая 2021 года профилактическая операция «Водоисточник» т.е. весенняя проверка источников противопожарного водоснабжения.

Основные нормативные требования, предъявляемые к противопожарному водоснабжению, изложены в Федеральном законе от 22 июля 2008 г. 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», и своде правил, который разработан на основании 62 и 99 статьи 123 ФЗ за номером СП 8.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Источники наружного противопожарного водоснабжения. Требования пожарной безопасности (с Изменением N 1.).

Ведение профилактической работы «Водоисточник», связанной со всеми сооружениями, установками и оборудованием влияющими на противопожарное водоснабжение обеспечивает успешное тушение пожаров на охраняемых объектах отряда ФПС ГПС – Альметьевского филиала ФГБУ «УДП ФПС ГПС по РТ»:

При ведении профилактической работы необходимо учитывать все возможные водоисточники, с которых возможен забор воды. Данное мероприятие под названием «Водоисточник» связано с аварийными ситуациями на охраняемых объектах отряда ФПС ГПС – Альметьевского филиала ФГБУ «УДП ФПС ГПС по РТ»

Личным составом караулов и инженерно-инспекторским составом 27ПСЧ в период с 05.04.21 г. по 10.05.21 г. проведена проверка на исправность пожарных гидрантов, стояков с пуском воды, наполненность пожарных водоемов, подготовка их к весенне-летнему периоду эксплуатации и обустройство подъездов к водоисточникам.

Совместно со службами охраняемых объектов была проведена целенаправленная работа по улучшению состояния и приведению в соответствие нормативным документам источников противопожарного водоснабжения.

Вся работа проводилась согласно «Инструкции по учету и контролю за состоянием источников противопожарного водоснабжения». На охраняемых объектах 27 ПСЧ имеется:

ПС – 131шт. (АППГ-131)

ПГ – 18шт. (АППГ-4)

ПВ – 8 шт. (АППГ-8)

ВНБ - 0 шт. (АППГ-0)

Имеется безводный участок, объект - Конноспортивная школа УСО ПАО «Татнефть», находящийся по адресу Альметьевский район, д.Кичучатово - отсутствует противопожарное водоснабжение и запас воды для нужд пожаротушения (руководителем объекта составлен план обустройства водоема, план на финансирование не подписан).

За отчетный период 2021 года на охраняемых объектах количество источников противопожарного водоснабжения составляет: 149 ПГ и ПС, 8 водоемов.

Проверено на водоотдачу 4 тупиковых сети и 14 объектов, находящихся на них. Водоотдача на всех объектах соответствуют нормам. Способы и расчеты проверок отображены в актах.

По результатам проведенной проверки профилактической операции «Водоисточник» имеются объекты с неисправным водоснабжением:

НГДУ «ЕН»

1) КУПВСН ЦКППН НГДУ «ЕН» - ПС №10 – сломана задвижка;

2) КУПВСН ЦКППН НГДУ «ЕН» - ПС №6 - сломана нижняя задвижка;

3) КУПН ЦКППН НГДУ «ЕН» - ПС№2 и ПС№32 - сломана нижняя задвижка.

ЦПРС УПРС

1) ПС№1-задвижка неисправна.

АБК ЦОБ ЦУИРМ ПАО «Татнефть»

1) ПГ№1– неисправен (разморожен)

Также имеют место быть другие недостатки, связанные с противопожарным водоснабжением, а именно:

НГДУ»ЕН»

1) ГУ-3 ЦДНГ-5 НГДУ «ЕН» - ПС№1 - пропуск через уплотнительные кольца;

- 2) ГУ-4 ЦДНГ-5 НГДУ «ЕН» -ПС№1,2- пропуск через уплотнительные кольца;
- 3) ДНС-13 ЦДНГ-5 НГДУ «ЕН» - ПС№1,2 - пропуск через уплотнительные кольца;
- 4) УПСВН «Сарабикулово» -насосы повысители включаются только в ручном режиме;
- 5) ЦПО (УПО) НГДУ «ЕН» - ПС№2 - табличка не соответствует;
- 6) КУПВСН ЦКППН НГДУ «ЕН» - ПС №11 - отсутствует штурвал для открывания ПС;
- 7) КУПВСН ЦКППН НГДУ «ЕН» -ПС №9 – грунтовые воды в колодце;
- 8) КУПВСН ЦКППН НГДУ «ЕН» -РВС №3 - свищ на 2-м сегменте кольца орошения;
- 9) КУПВСН ЦКППН НГДУ «ЕН» -РВС №4 - свищ на 3-м сегменте кольца орошения;
- 10) КУПВСН ЦКППН НГДУ «ЕН» - неисправна задвижка №2 автоматической системы подслоного тушения на РВС№3, 4, 6, 7.
- 11) КУПН ЦКППН НГДУ «ЕН» - РВС№3 – кольцо орошения выведено из эксплуатации (ремонт РВС);
- 12) КУПН ЦКППН НГДУ «ЕН» - РВС№1 – неисправна задвижка на 1-м сегменте кольца орошения;
- 13) КУПН ЦКППН НГДУ «ЕН» - РВС№4, 17, 18, 19 – забиты перфорационные отверстия на кольцах орошения;
- 14) КУПН ЦКППН НГДУ «ЕН» - РВС№7 – нарушено резьбовое соединение полугайки кольца орошения, вода не поднимается на РВС;
- 15) Центральный склад НГДУ «ЕН» - ПС№1-2 - нет воды, перекрыта по указанию руководства в связи с передачей объекта.

Среди комплекса мероприятий противопожарной защиты объектовподразделением 27 ПСЧ ФПС ГПС – Альметьевского филиала ФГБУ проведен ряд мероприятий, направленных на улучшение противопожарного водоснабжения и поддержание его в технически исправном состоянии, в том числе проверка сетей на водоотдачу. Практикуются обязательные проверки состояния источников противопожарного водоснабжения дежурными караулами, инженерно-инспекторским составом при выезде на учения, занятия с решением ПТЗ и организации дозорной службы. Взаимодействие подразделения со службами «Водоканала», работниками охраняемых объектов позволяет на достаточном уровне поддерживать источники противопожарного водоснабжения в исправном состоянии.

Проведённый анализ состояния источников противопожарного водоснабжения показывает положение дел сложившееся на объектах.

При тушении пожаров ИППВ не использовались (пожаров на охраняемых объектах не допущено). Положительным примером является то, что крупных пожаров не допущено и личный состав подразделения справляется вывозимыми на ПА средствами тушения пожара.

Отправлены 5 информационных писем, в НГДУ «Елховнефть», в ЕЦПРС УПРС, ЦОБ ЦУИРМ ПАО «ТН», УСО ПАО «ТН» и ЕНПЗ УТНГП ПАО «ТН» на имена главных инженеров и руководителей. Со стороны руководства подразделения по приведению неисправных водоисточников в исправное состояние были проведены беседы с представителями объектов с предложенными мероприятиями.

В целях улучшения контроля за содержанием источников противопожарного водоснабжения предложено изучить данный анализ со всем личным составом части в системе служебной и профессиональной подготовки, постоянно информировать руководство охраняемых объектов о состоянии противопожарного водоснабжения на охраняемых объектах, проводить разъяснительную работу, при необходимости шире использовать права, предоставленные действующим законодательством. Не допускать проведение ремонтных работ на сетях противопожарного водоснабжения без согласования с пожарной охраной. Постоянные проверки противопожарного состояния охраняемых объектов, особое внимание уделять проверке состояния источников противопожарного водоснабжения с привлечением личного состава дежурных караулов, принимать действенные меры, направленные на скорейшее устранение выявленных недостатков. Вести контроль за содержанием источников противопожарного водоснабжения, осуществлять согласно требований «Инструкции ГУ МЧС России по Республике Татарстан от 05.07.2018г. по учету и контролю за состоянием источников противопожарного водоснабжения».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бадагуев, Б.Т.* Пожарная безопасность на предприятии: Приказы, акты, инструкции, журналы, положения / Б.Т. Бадагуев. - М.: Альфа-Пресс, 2013. - 488 с.
2. *Соломин, В.П.* Пожарная безопасность: Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / Л.А. Михайлов, В.П. Соломин, О.Н. Русак; Под ред. Л.А. Михайлов. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 224 с.
3. Информационное сообщение. Международная научно-практическая конференция «Современные пожаробезопасные материалы и технологии». –г. Иваново, 2021. – 5 с.
4. Сводные акты СПТ ОФПС ГПС – Альметьевского филиала ФГБУ «УДП ФПС ГПС по РТ по РТ». 2021 г.
5. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

УДК 614.84

*В. В. Харин, Е. В. Бобринев, А. А. Кондашов,
Е. Ю. Удавцова, Т. А. Шавырина*

ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
противопожарной обороны МЧС России»

ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ УРОВНЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ЗДАНИЙ (СООРУЖЕНИЙ)

Предложен показатель «доля травмированных при пожарах людей от общего количества пострадавших людей при пожарах» для оценки уровня пожарной опасности эксплуатируемых зданий (сооружений). Приведены расчеты этого и других показателей для объектов защиты по классам функциональной пожарной опасности.

Ключевые слова: пожар, объект защиты, класс функциональной пожарной опасности, гибель, травма.

V. V. Kharin, E. V. Bobrinev, A. A. Kondashov, E. Yu. Udavtsova, T. A. Shavyrina

APPROACHES TO ASSESSING THE LEVEL OF FIRE HAZARD FOR OPERATED BUILDINGS (STRUCTURES)

The indicator «the proportion of people injured in fires from the total number of people injured in fires» is proposed to assess the level of fire hazard of buildings (structures) in operation. Calculations of this and other indicators for objects of protection by functional fire hazard classes are presented.

Key words: fire, object of protection, class of functional fire hazard, death, injury.

Проблеме оценки пожарной опасности для эксплуатируемых зданий (сооружений) посвящено много научных исследований [1, 9, 3, 4, 10]. При этом методы оценки уровня пожарной опасности часто различаются. Предлагается использовать в качестве такой оценки показатели «риск для человека погибнуть при пожаре» и «риск для человека погибнуть от пожара за единицу времени» [1], «число пожаров с гибелью людей» [9], «тяжесть социальных последствий пожаров (гибель и травмирование людей) для группы объектов защиты, являющихся близкими по классам функциональной пожарной опасности и схожих по видам экономической деятельности», основанная на расчете среднего количества пострадавших людей на объект в год [3], «индекс пожарного риска, основанный на подходе Доу-Джонса» [4], «индивидуальный пожарный риск с учетом функциональной пожарной опасности зданий и сооружений» [10]. Однако, не всегда можно точно оценить количество людей, находящихся на объ-

екте защиты во время пожара, поэтому показатель «риск для человека погибнуть от пожара заединицу времени» является смещенной оценкой уровня пожарной опасности объекта защиты. Также смещенными оценками являются расчеты среднего количества погибших людей на объект в год или на 1 пожар, так как не учитывают количество людей, находящихся на объекте защиты во время пожара, но находятся в зависимости от этого показателя.

В настоящей работе проведена оценка пожарной опасности эксплуатируемых зданий (сооружений) различных классов функциональной пожарной опасности на основе статистических данных о пожарах и их социальных последствиях.

Для анализа использована статистика пожаров и их последствий за 2017-2020 гг., распределенная по классам функциональной пожарной опасности объектов защиты [5-8]. Данные о количестве объектов, соответствующих классам функциональной пожарной опасности Ф1.4 (одноквартирные жилые дома, в том числе блокированные) и Ф1.3 (многоквартирные жилые дома), взяты из [2].

На рис. 1 приведено распределение пожаров по группам объектов защиты, соответствующих классам функциональной пожарной опасности.

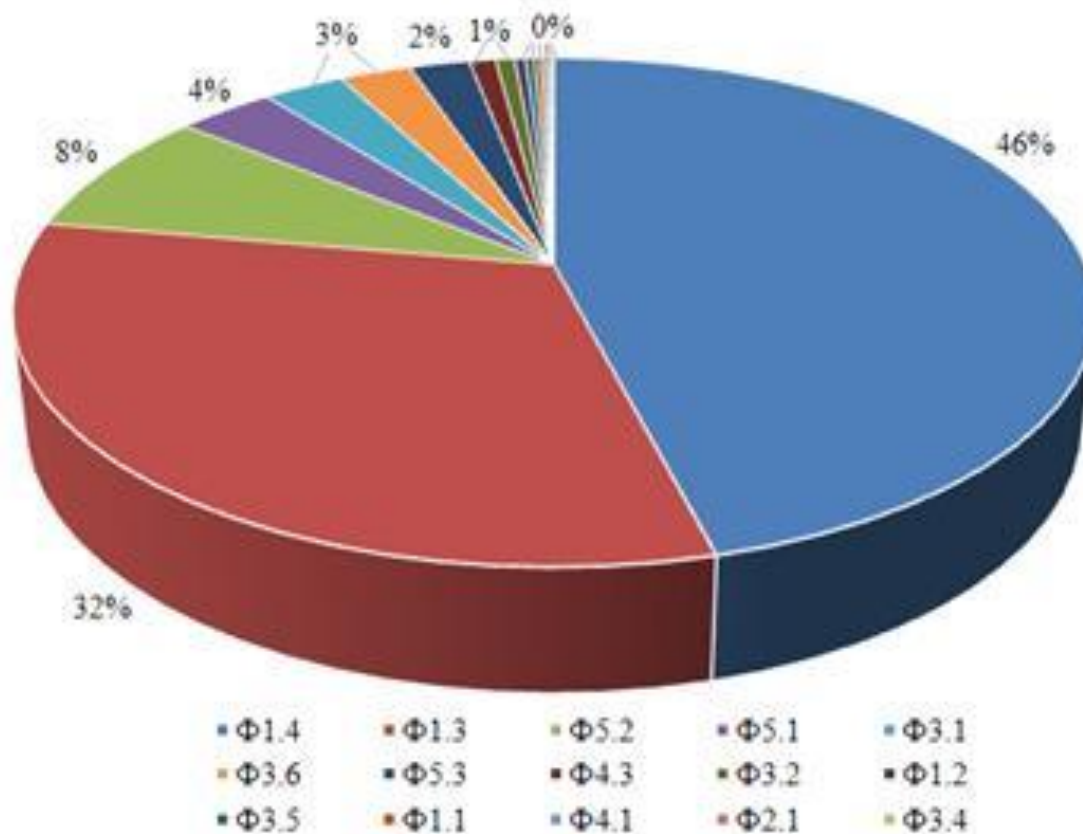


Рис. 1. Распределение пожаров по группам объектов защиты, сгруппированных по классам функциональной пожарной опасности

Больше всего пожаров за 2017- 2020 гг. произошло в многоквартирных жилых домах (Ф1.4) - 46%, многоквартирных жилых домах (Ф1.3) - 32% и объектах функциональной пожарной опасности класса Ф5.2 (складские здания и др.) – 8%.

На рис. 2-3 отражено воздействие на людей опасных факторов пожара по классам функциональной пожарной опасности объектов пожаров.

Наибольшее количество пострадавших людей (погибших и травмированных) в расчете на 1 пожар зафиксировано объектах функциональной пожарной опасности класса Ф2.1 (культурно-досуговые учреждения и др.), также высок этот показатель в многоквартирных (Ф1.4) и многоквартирных жилых домах (Ф1.3) и на объектах функциональной пожарной опасности класса Ф1.2 (гостиницы, общежития и др.). Однако высокие значения рассматриваемых показателей могут быть связаны как с высоким уровнем пожарной опасности объектов защиты, так и с большим количеством людей, находящихся на объектах во время пожара.

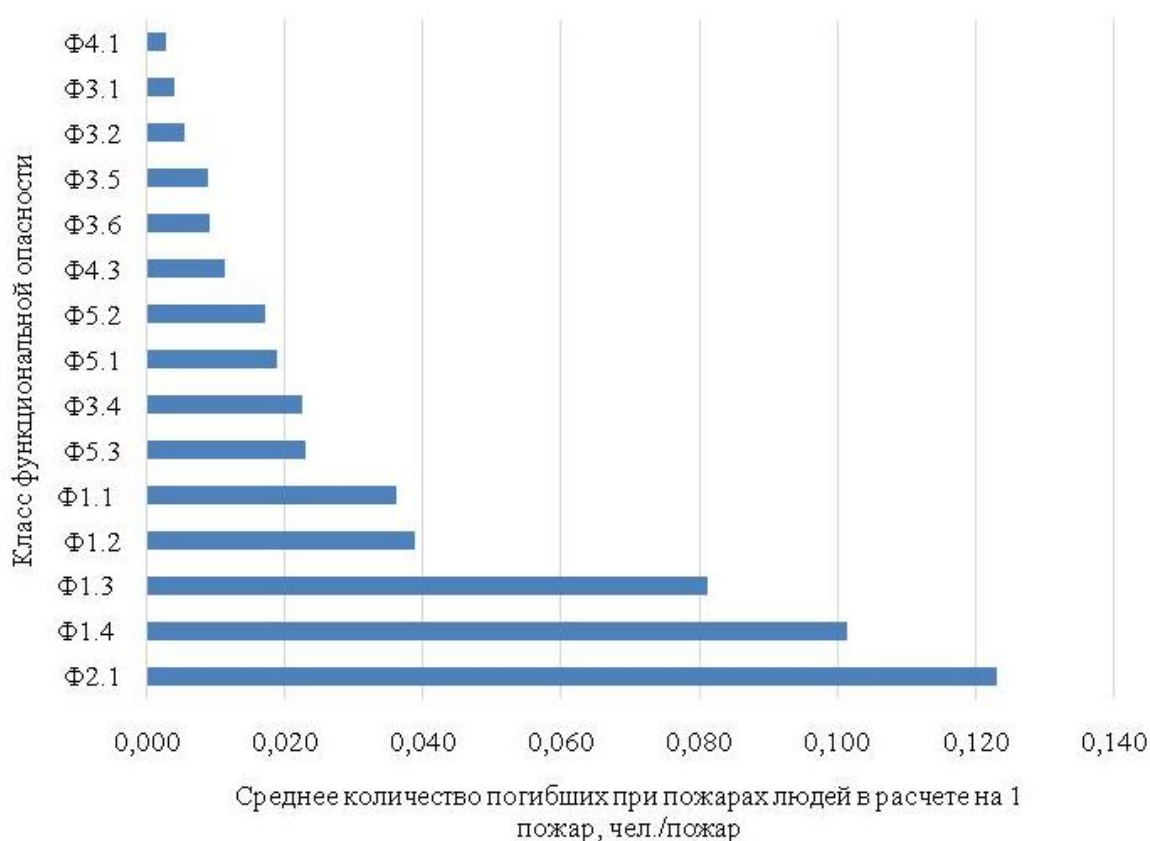


Рис. 2. Среднее количество погибших при пожарах людей в расчете на 1 пожар по группам объектов защиты, сгруппированных по классам функциональной пожарной опасности

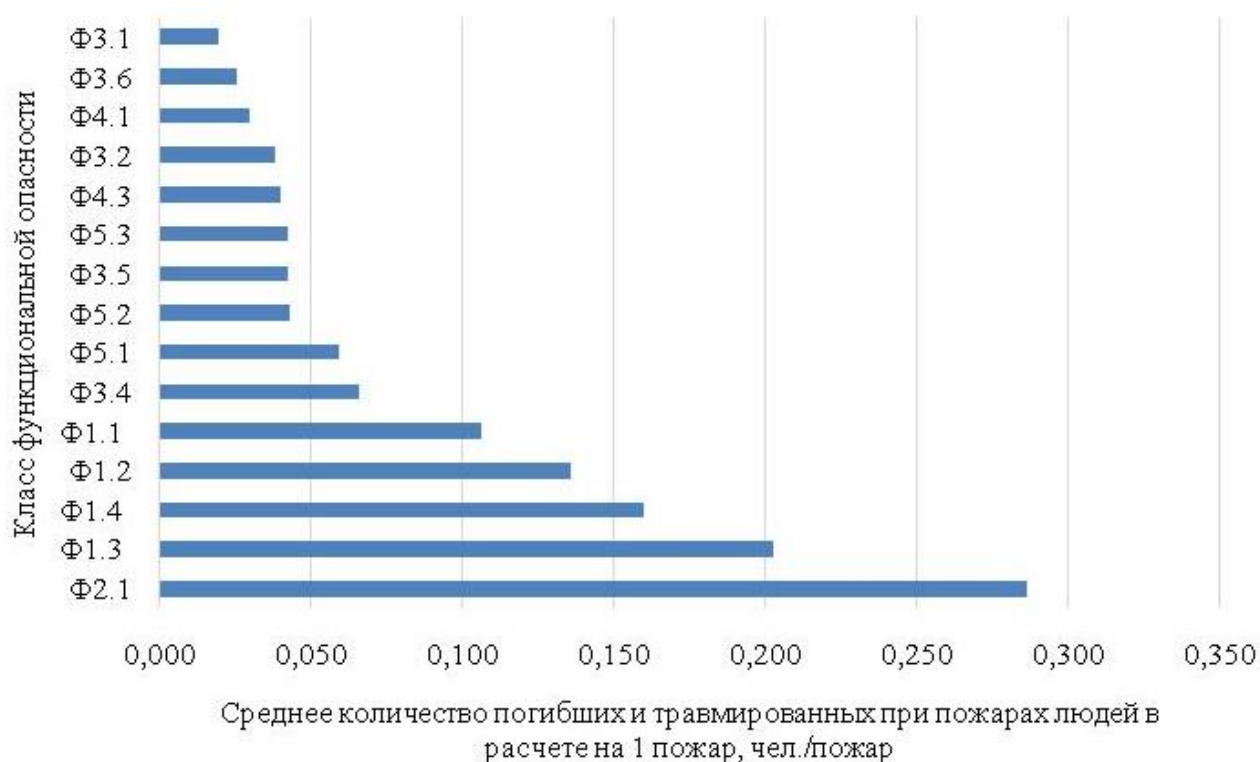


Рис. 3. Среднее количество погибших и травмированных при пожарах людей в расчете на 1 пожар по группам объектов защиты, сгруппированных по классам функциональной пожарной опасности

Предлагается использовать в качестве дополнительного для оценки уровня пожарной опасности эксплуатируемых зданий (сооружений) показатель «доля травмированных при пожарах людей от общего количества пострадавших людей при пожарах». Данный показатель оценивает вероятность выживания людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов пожара, приводящих к травме или гибели человека, и характеризует величину факторов пожарной опасности. Большие значения этого показателя могут свидетельствовать о низком уровне пожарной опасности – нанесенный вред здоровью не приводит к гибели пострадавших [11]. На рис. 4 представлены соотношения доли травмированных при пожарах людей от общего количества травмированных и погибших людей при пожарах по группам объектов защиты, сгруппированных по классам функциональной пожарной опасности.

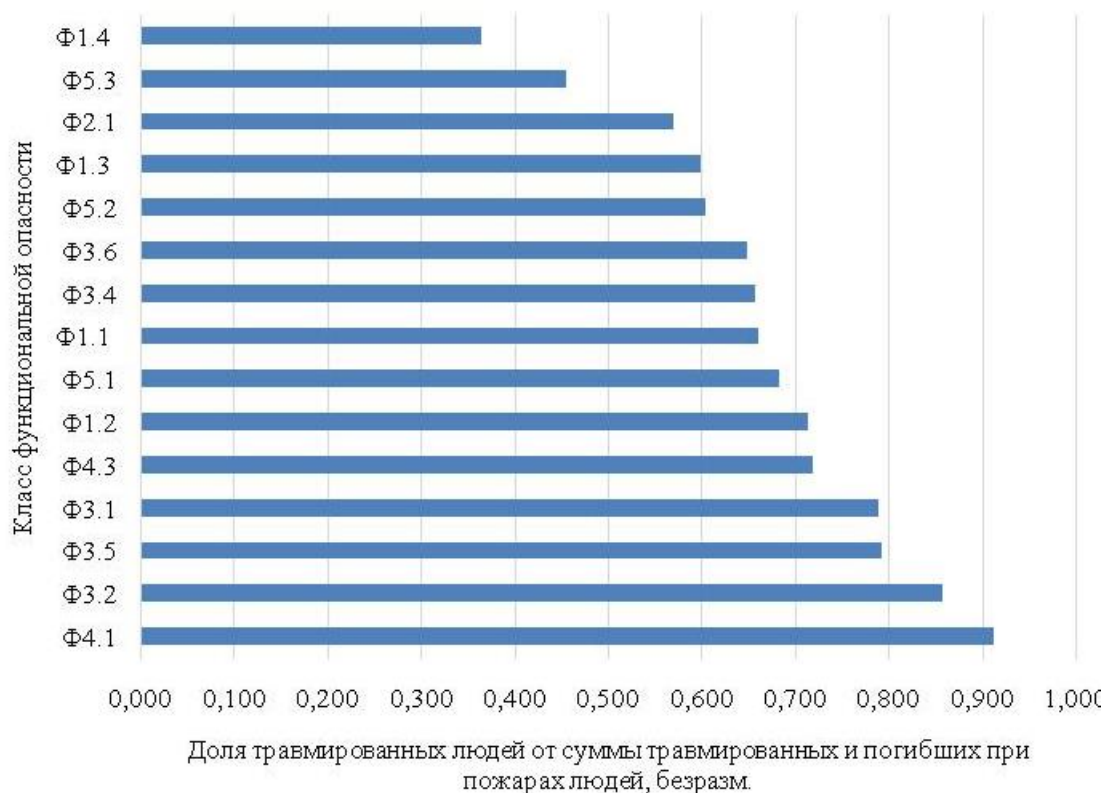


Рис. 4. Доля травмированных людей от суммы погибших и травмированных при пожарах людей по группам объектов защиты, сгруппированных по классам функциональной пожарной опасности

Как видно из рис.4, самый высокий уровень пожарной опасности зафиксирован в многоквартирных жилых домах (Ф1.4). Следует отметить, что на этих объектах произошло больше всего пожаров (рис. 1). Однако, в случае использования показателя «среднее количество погибших на 1 объект в год» получаем оценку – $2,4 \cdot 10^{-5}$ чел./объект/год, тогда как для многоквартирных домов (Ф1.3) аналогичная оценка составляет $9,0 \cdot 10^{-5}$ чел./объект/год. Полученные расчетные данные подтверждают вывод о некорректности использования данного показателя для оценки уровня пожарной опасности эксплуатируемых зданий (сооружений) без учета количества людей, находящихся на объекте защиты во время пожара. Предложенный показатель «доля травмированных при пожарах людей от общего количества пострадавших людей при пожарах» не зависит от учета количества людей, находящихся на объекте защиты во время пожара, и представляется более оптимальным для оценки уровня пожарной опасности эксплуатируемых зданий (сооружений). Следует отметить, что низкие значения данного показателя получены для зданий сельскохозяйственного назначения (Ф5.3) и на объектах функциональной пожарной опасности класса Ф2.1 (культурно-досуговые учреждения и др.). Заметим, что остальные способы оценки уровня пожарной опасности эксплуатируемых зданий (сооружений) не фиксируют высокий уровень пожарной опасности зданий сельскохозяйственного

назначения. Высокие значения рассматриваемого показателя (низкий уровень пожарной опасности) зафиксирован для объектов защиты, относящихся к классам функциональной пожарной опасности Ф4.1 (здания общеобразовательных, профессионально-образовательных организаций), Ф3.2 (здания организаций общественного питания) и Ф3.5 (помещения для посетителей организаций бытового и коммунального обслуживания).

Таким образом, проанализированы показатели оценки уровня пожарной опасности эксплуатируемых зданий (сооружений). Предложен новый показатель для таковой оценки. Показан высокий уровень пожарной опасности в многоквартирных жилых домах, зданиях сельскохозяйственного назначения и культурно-досуговых учреждениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Брушлинский Н.Н., Соколов С.В., Кленко Е.А., Попков С.Ю., Белов В.А.* Триада "опасность - риск - безопасность" // Проблемы анализа риска. 2013. Т. 10. № 4. С. 42-49.
2. Жилищное хозяйство в России. 2019: Стат. сб. Росстат. М., 2019. 78 с.
3. *Зобков Д.В., Порошин А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю., Кондашов А.А.* Категории риска объектов защиты в области пожарной безопасности // Пожарная и техно-сферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2020. № 3 (7). С. 170-175.
4. *Кайбичев И.А., Кайбичева Е.И.* Индексы пожарного риска в Российской Федерации // Пожаровзрывобезопасность. 2014. Т. 23, № 5. С. 56-61.
5. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2021. 112 с.
6. Пожары и пожарная безопасность в 2019 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2020. 80 с.
7. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2017 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2018. 125 с.
9. *Порошин А.А., Харин В.В., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю.* Оценка уровня пожарной опасности объектов защиты на основе методов статистического анализа данных // Безопасность труда в промышленности. 2020. № 6. С. 35-39.
10. *Фирсов А.В., Харисов Г.Х.* Влияние класса функциональной пожарной опасности здания и сооружения на расчетную величину индивидуального пожарного риска // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2013. № 3. С. 43-45.
11. *Харин В.В., Порошин А.А., Удавцова Е.Ю., Бобринев Е.В., Кондашов А.А.* Соотношение числа травмированных и погибших как показатель опасности последствий пожара // Материалы XXXI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы пожарной безопасности». М. 2019. С. 568-571.

УДК 519.713

К. М. Чудотворова

Академия противопожарной службы МЧС России

**ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА
ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ УПОРЯДОЧЕННЫХ
ОПИСАНИЙ ЛОГИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ
ИДЕНТИФИКАЦИИ ИНЦИДЕНТОВ
НА НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ**

В современном ритме технологического развития повышение уровня систем противопожарной защиты нефтеперерабатывающих предприятий занимает одну из важнейших составных частей обеспечения защиты населения от угроз техногенного характера. Для большей эффективности необходимо применять искусственный интеллект при создании автоматизированных систем пожарной безопасности и их проектировании. Данное исследование направлено на математическое моделирование функционирования системы идентификации инцидентов на нефтеперерабатывающем предприятии.

Для решения задач исследования использованы методы построения графов, задание графов алгоритмом работы автоматизированной интегрированной системы противопожарной защиты. Данная система является новым подходом к решению вопроса безопасности промышленных объектов нефтеперерабатывающей отрасли.

Ключевые слова: Мили автомат, цифровой автомат, граф, вершина графа, минимизация логической функции.

К. М. Chudotvorova

**MATHEMATICAL MODELING OF THE FUNCTIONING
OF THE INCIDENT IDENTIFICATION SYSTEM AT AN OIL REFINERY**

In the modern rhythm of technological development, increasing the level of fire protection systems of oil refineries is one of the most important components of ensuring the protection of the population from man-made threats. For greater efficiency, it is necessary to use artificial intelligence when creating automated fire safety systems and designing them. This study is aimed at mathematical modeling of the functioning of the incident identification system at an oil refining enterprise.

To solve the research problems, the methods of graph construction were used, the graphs were set by the algorithm of the automated integrated fire protection system. This system is a new approach to solving the issue of safety of industrial facilities of the oil refining industry.

Keywords: miles automaton, digital automaton, graph, graph vertex, minimization of a logical function.

При моделировании инцидентов на нефтеперерабатывающем предприятии необходимо провести анализ всех возможных сценариев возникновения и развития чрезвычайных ситуаций.

Иницирующими событиями чрезвычайных ситуаций, связанных с хранением и технологическим процессом на нефтеперерабатывающем предприятии могут быть:

- взрыв;
- пожар;
- разгерметизация емкости с выбросом опасного вещества.

При взрыве на НПП воздействует замыкание электропроводки и критическая концентрация взрывоопасных смесей. При замыкании электропроводки искры попадают в воздушную среду с взрывоопасными летучими смесями. При достижении критического значения концентрации летучих смесей происходит взрыв, в связи с этим необходимо контролировать концентрацию газа. Для мониторинга процентного содержания газа необходим *извещатель газа*. В результате взрыва может возникнуть механическое повреждение конструкции резервуаров или технологических помещений. Возможны следующие исходы взрыва:

- резервуары и помещения сохранили исходное положение;
- нарушение целостности помещений (обрушения, завалы);
- разгерметизация резервуаров с нефтепродуктами;
- возгорание сектора НПП с последующим пожаром.

При разрушении резервуара в результате взрыва, технической неисправности изменяется исходное положение – резервуар заваливается на бок или разгерметизация с дальнейшим розливом. При разрушении резервуара возможны следующие исходы:

- целостность резервуара не нарушена;
- произошла разгерметизация резервуара;
- пожар на НПП;
- взрыв.

В жаркое время года при разрушении резервуара происходит нагрев корпуса и вещества, находящегося внутри резервуара, в результате чего повышается парообразование (вскипание). Резкое увеличение давления внутри емкости может привести к разрушению корпуса и выходу опасного вещества в окружающее пространство, его активному испарению, образованию топливовоздушной смеси с последующим воспламенением и возникновением пожара или взрыва.

Для предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций необходимо усовершенствовать систему мониторинга, а также минимизировать сбои в работе автоматизированной системы противопожарной защиты. В связи с этим требуется интеграция микроконтроллеров мониторинга. В существующие ав-

томатизированные системы противопожарной защиты для передачи адресного сигнала до пульта управления подключаются микроконтроллеры

На примере *извещателя температуры рассмотрим алгоритм работы микроконтроллера*. Входящие сигналы на извещатель дают ему информацию, в соответствии с которой автоматизированная система пожаротушения выбирает режим функционирования. Пожар на НПП является одним из самых распространенных (около 10%) пожаров в мире. Возгорание на НПП возможно по следующим причинам: отказ систем мониторинга, короткое замыкание в электропроводке, возгорание легковоспламеняющихся веществ и др. Температура во время пожара нарастает с течением времени, критического значения температура помещения при некоторых возгораниях может достигнуть спустя 10-15 минут с момента возгорания. В связи с этим необходимо установить извещатель дыма и также прописать его самодиагностику.

Нарушение техники безопасности может также привести к возникновению инцидента. Например, нарушение правил пожарной безопасности при наливке, сливе и транспортировке нефтепродуктов может послужить причиной возникновения пожара на НПП.

Итак, по результатам вышеприведенного анализа для идентификации любого факта аварии на нефтеперерабатывающем заводе должно быть установлено 4 датчика:

- датчик газа;
- датчик дыма;
- датчик давления/уровня жидкости;
- датчик температуры.

Для датчиков должна быть обеспечена дополнительная защита от внешних воздействий при аварии. Такая защита обеспечивается установкой защитных кожухов поверх датчиков [1].

Стандартная АСН ГЛОНАСС/GPS имеет ограниченное число портов для подключения датчиков, поэтому для подключения к ней нескольких датчиков давления используется специальный контроллер.

Необходимо отметить крайнюю важность обеспечения надежности работы датчиков, поскольку они являются начальным звеном в системе автоматического оповещения о факте аварии. Поэтому устанавливаемые датчики должны соответствовать общим требованиям надежности [5].

Положим вероятность безотказной работы любого датчика: $p = 0,95$.

Тогда вероятность срабатывания одного датчика при наступлении соответствующего события: $p_1 = 0,95$

При возникновении двух несовместных событий, соответствующих двум критическим состояниям, вероятность срабатывания определится по формуле:

$$p_2 = p_1 + p_2 - p_1 \cdot p_2 = 0,9875.$$

Аналогично, для трёх неблагоприятных событий вероятность срабатывания:

$$p_3 = p_1 + p_2 + p_3 - (p_1 \cdot p_2 + p_1 \cdot p_3 + p_2 \cdot p_3) + p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 = 0,999875.$$

Результаты расчетов вероятностей срабатываний при возникновении неблагоприятных событий показывают, что увеличение числа сработавших датчиков увеличивает вероятность выдачи сигнала об инциденте, что обусловлено эффектом синергизма.

Рассмотрим все возможные варианты состояний НПП во время технологического процесса, а также регистрацию этих состояний предлагаемой системой (набором) датчиков. Обозначим x_1 – датчик газа; x_2 – датчик дыма; x_3 – датчик давления (фиксирует разгерметизацию цистерны с СУГ или АХОВ); x_4 – датчик температуры. Каждому датчику из предлагаемого набора поставим в соответствие двоичную (булеву) функцию.

В исходном состоянии датчика $x_i = 0$, при срабатывании датчика $x_i = 1$ [3]. Полный набор состояний системы, содержащий 4 датчика, включает 16 вариантов (табл. 1).

Таблица 1. Возможные состояния системы датчиков при аварии

№	Датчики				Комментарий
	x_4	x_3	x_2	x_1	
1	2	3	4	5	6
1	0	0	0	0	Работа АИСПТ в дежурном режиме
2	0	0	0	1	Протечка газа, критическая концентрация ЛВЖ
3	0	0	1	0	Рост задымленности помещения
4	0	0	1	1	Воспламенение газа с последующим задымлением
5	0	1	0	0	Разгерметизация ёмкости
6	0	1	0	1	Утечка газа и последующая разгерметизация
7	0	1	1	0	Задымление с последующей разгерметизацией
8	0	1	1	1	Протечка газа, задымление и разгерметизация
9	1	0	0	0	Пожар в помещении или технологическом отсеке
10	1	0	0	1	Утечка газа и пожар
11	1	0	1	0	Задымление и пожар
12	1	0	1	1	Утечка газа, задымление и пожар
13	1	1	0	0	Разгерметизация и пожар
14	1	1	0	1	Утечка газа, разгерметизация, пожар (воспламенение ЛВЖ)
15	1	1	1	0	Задымление, разгерметизация, пожар (воспламенение ЛВЖ)
16	1	1	1	1	Утечка газа, задымление, разгерметизация, пожар (воспламенение ОГ и ЛВЖ)

Выше отмечалось, что при протечки газа в случае аварии и последующем достижением критического значения с датчиком газа обязательно сработает и датчик дыма. Следовательно, в строках 3, 7, 11, 15 таблицы и в столбце x_1 необходимо записать 1 взамен 0. В силу отличия последовательности протекания процессов: протечки газа с последующим задымлением и разгерметизацией с последующим утечкой, состояния x_1 и x_2 после срабатывания датчиков становятся неразличимы. В результате чего варианты набора состояний, отмеченных номерами 3, 7, 11, 15, становятся неразличимыми с состояниями 4, 8, 12, 16, соответственно (табл. 2).

Таблица 2. Фрагмент таблицы «Возможные состояния датчиков при аварии» с учётом протечки газа при разгерметизации

№	Датчики				Комментарий
	x_4	x_3	x_2	x_1	
1	2	3	4	5	6
3	0	0	1	1	Рост задымленности помещения
4	0	0	1	1	Воспламенение газа с последующим задымлением
7	0	1	1	1	Задымление с последующей разгерметизацией
8	0	1	1	1	Протечка газа, задымление и разгерметизация
11	1	0	1	1	Задымление и пожар
12	1	0	1	1	Утечка газа, задымление и пожар
15	1	1	1	0	Задымление, разгерметизация, пожар (воспламенение ЛВЖ)
16	1	1	1	1	Утечка газа, задымление, разгерметизация, пожар (воспламенение ОГ и ЛВЖ)

Исходя из этого, объём табл. 2 может быть сокращен после удаления строк 3, 7, 11, 15, неразличимых при срабатывании датчиков утечки и задымленности (табл. 3).

Таблица 3. Уточнённые (реальные) возможные состояния датчиков при аварии

№№	Датчики				Комментарий
	x_4	x_3	x_2	x_1	
1 (1)	0	0	0	0	Работа АИСПТ в дежурном режиме
2 (2)	0	0	0	1	Протечка газа, критическая концентрация ЛВЖ
3 (3,4)	0	0	1	1	Воспламенение газа с последующим задымлением
4 (5)	0	1	0	0	Разгерметизация ёмкости
5 (6)	0	1	0	1	Утечка газа и последующая разгерметизация
6 (7,8)	0	1	1	1	Протечка газа, задымление и разгерметизация
7 (9)	1	0	0	0	Пожар в помещении или технологическом отсеке

№№	Датчики				Комментарий
	x4	x3	x2	x1	
8 (10)	1	0	0	1	Удар и пожар (воспламенение ОГ)
9 (11,12)	1	0	1	1	Утечка газа и пожар
10 (13)	1	1	0	0	Разгерметизация и пожар
11 (14)	1	1	0	1	Утечка газа, разгерметизация, пожар (воспламенение ЛВЖ)
12 (15,16)	1	1	1	1	Утечка газа, задымление, разгерметизация, пожар (воспламенение ОГ и ЛВЖ)

В результате анализа исходов аварии с использованием таблицы состояний (табл. 3) установлено, что реальное число возможных вариантов передаваемой информации меньше исходного (теоретического) на 25%.

Каждая строка (кроме первой) полученной таблицы представляет собой сообщение, передаваемое об аварии, с расширением о её последствиях (состоянии технологического процесса) – столбцы x_3 , x_4 . В результате передачи и обработки данных об техногенной аварии на НПП создаётся представление об обстановке, на основе которого принимается соответствующее решение. Интуитивно просматривается последовательность срабатывания датчиков.

Для каждого исхода после аварии в соответствии с табл. 3 записываются все возможные режимы работы АИСПТ на НПП. Совокупность режимов рассматриваемой системы можно записать в терминах булевой алгебры.

Необходимо отметить, что в случае аварии возможен ещё один исход, который не рассматривался при обосновании состава датчиков, – это работа в режиме взрыва на НПП. Работа в режиме взрыва на НПП в результате аварии не рассматривался по ряду причин. Во-первых, в силу малой вероятности наступления этого события (0,0119) даже при вращении в технологическом секторе сжиженных углеводородов. Во-вторых, взрыв является завершающим процессом развития аварии.

Наиболее наглядно связь воздействий (поражающих факторов) на систему и состояние системы (отклики на воздействия) может быть представлена двудольным графом. Для построения двудольного графа преобразуем табл. 4 с учётом возможных исходов без повторения информации.

Таблица 4. Возможные состояния датчиков АИСПТ при аварии на НПП

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
x_1	x_1		x_1	x_1		x_1	x_1		x_1	x_1
	x_2			x_2			x_2			x_2
		x_3	x_3	x_3				x_3	x_3	x_3
					x_4	x_4	x_4	x_4	x_4	x_4

Для создания механизма информационно-аналитического обеспечения управления безопасностью требуется разработка модели идентификации степени тяжести техногенной аварии на НПП. Для разработки данной модели построим двудольный граф (рисунок 1) исходов послеинцидента системы «НПП-ТП». Аварийные состояния системы «НПП-ТП» дополнены взрывом в секторе с ТП.

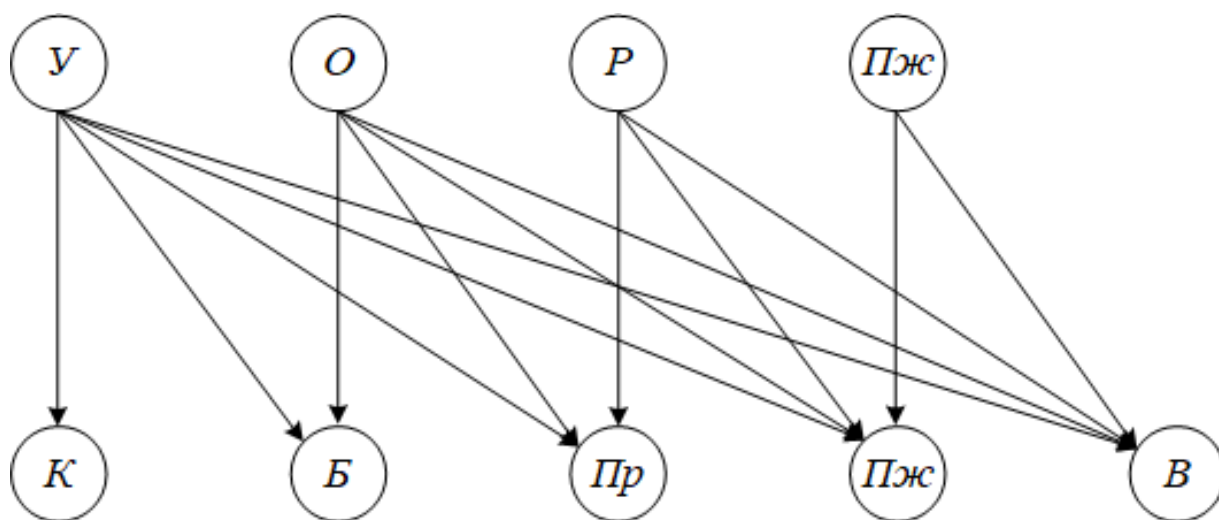


Рис. 1. Граф состояния системы «нефтеперерабатывающее предприятие-технологический процесс» при инцидентах

Принятые обозначения в графе:

Источники инцидентов (воздействие на систему):

У – утечка газа;

Д – задымление;

Р – разгерметизация резервуара;

Пж – пожар в технологическом секторе.

Аварийные состояния системы:

К – критическое значение датчиков

О – обрушение

Пр – разгерметизация резервуара и пролив нефтепродуктов;

Пж – пожар на НПП;

В – взрыв газовой смеси.

Анализ исходов аварий на НПП, представленных в таблице 4 и на рисунке 1 в виде графа, позволяет определить сценарии работы автоматизированной системы пожаротушения и разработать алгоритмы обработки поступившего сигнала от датчиков, обеспечивающих информационно-аналитическую поддержку ЛПР экстренных служб по реагированию на инциденты.

Процессы, происходящие в системе «нефтеперерабатывающее предприятие-технологический процесс» («НПП-ТС»), будем рассматривать в виде марковских процессов с дискретным состоянием и непрерывным временем. Это обусловлено удобством представления того, что все переходы системы из состояния в состояние происходят под действием простейших потоков событий (утечку, разгерметизацию и т.д.).

Если система находится в каком-то состоянии S_i , в котором есть переход в другое состояние – S_j , то можно представить это в виде $S_i \rightarrow S_j$, т.е. под действием простейшего потока события система переходит в состояние S_j .

Таким образом, систему «НПП-ТС» и внешнее воздействие можно представить в виде размеченного графа состояний. Имея в своем распоряжении размеченный граф состояний системы, легко построить математическую модель данного процесса. При этом учитываем, что рассматриваемая система имеет n возможных состояний в соответствии с уравнением нормировки $\sum_{i=1}^n p_i(t) = 1$, что позволяет воспользоваться i -уравнениями Колмогорова. Уравнения Колмогорова – это особого вида дифференциальные уравнения, в которых неизвестными функциями являются вероятности состояний.

Для построения графа отметим все возможные состояния системы «НПП-ТС»: S_0 – система находится в дежурном режиме; S_1 – в системе ложное срабатывание; S_2 – система включает эвакуацию по причине протечки; S_3 – система запускает пожаротушение; S_4 – система запускает дымоудаление; S_5 – система стремится к исходному дежурному режиму.

Построим размеченный граф состояний:

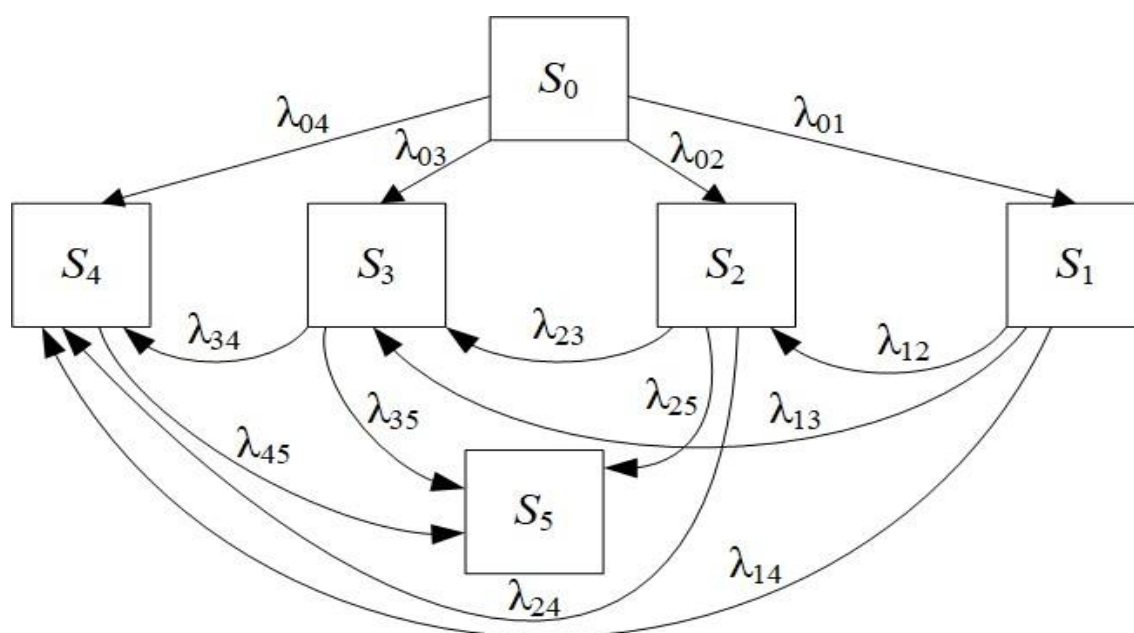


Рис. 2. Размеченный граф состояний системы «нефтеперерабатывающее предприятие- технологический процесс»

Далее на основе размеченного графа построим систему дифференциальных уравнений Колмогорова-Чепмена для вероятностей состояний. Построенная система уравнений в дальнейшем используется для создания алгоритма работы разрабатываемого программного обеспечения информационной подсистемы прогнозирования рисков ПАК ИАС.

Вывод. Исследование возможных состояний системы датчиков при регистрации воздействия поражающих факторов инцидентов с использованием таблицы состояний показало, что реальное число возможных вариантов (12) передаваемой информации меньше исходного (теоретического) на 25%. Это явление обусловлено возникновением неразличимых состояний при утечке газа (нефтепродуктов), как следствие утечка, происходит срабатывание датчика газоанализатора. В ходе исследования получен двудольный граф системы: источники ЧС – аварийные состояния системы НПП-ТС. Установлено, что чем сложнее сценарий аварии, тем выше вероятность выдачи сигналов датчиками (идентификации факта аварии).

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-
2. *Пупков, К.А., Егунов Н.Д.* "Методы классической и современной теории автоматического управления." М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
3. Энциклопедия безопасности [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://protivpozhara.ru/tipologija/teorija/pozhary-i-vzryvy-na-vzryvopozharоопасных-obekтах> - Против пожара.
4. *Юревич, Е.И.* "Теория автоматического управления." СПб.: ВХБ-Петербург, 2007.
5. Little, I.D.C. Models and Managers. The Concept of a Decision Calculus// Management Science. – 1970. – v. 16. № 8.
6. *Ларичев, О.И., Петровский А.В.* Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы их развития. // Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика. – Т.21. М.: ВИНТИ, 1987. С. 131-164.
7. *Edwards, J.S.* Expert Systems in Management and Administration – Are they different from Decision Support Systems? // European Journal of Operational Research, 1992. – V. 61. – P. 114-121.
8. *Топольский Н.Г., Тараканов Д.В.* Моделирование динамики параметров мониторинга пожара в здании на основе клеточных автоматов // Системы безопасности – 2016: материалы 25-й Международной научно-технической конференции. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2016. – С. 585–588.
9. *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.

10. *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.

11. *Martinova, L. I.* The Russian multi-functional CNC system AxiOMA control: Practical aspects of application / L. I. Martinova, , N. V.Kozak, R. A. Nezhmetdinov // Automation and remote control. - Vol: 76. - No: 1. - p. 179-186. - JAN 2015.

12. *Martinov, G.M.* Approach to implementing hardware-independent automatic control systems of lathes and lathe-milling CNC machines / G.M. Martinov, R.A. Nezhmetdinov, and A.U. Kuliev // Izv.Vuz. Av. Tekhnika. 2016. - no. 2. - pp. 128–131. [Russian Aeronautics (Engl. Transl.) vol.59, no. 2, pp. 293-296.]

13. *Mori, Masahiko.* 5 axis mill turn and hybrid machining for advanced application / Mori, Masahiko, Fujishima Makoto, Yohei, // Procedia CIRP 1 (2012). - p.p. 22-27.

14. Patent EP 0690426 (A2), 03.01.1996, кл. G09B 19/00 Système d'entraînement à l'emploi de l'ordinateur.

15. Patent EP 1111966 A, 27.06.2001, Signaling Device, G08B 5/00.

УДК 699.812.3

С. А. Шабунин, С. С. Величко, Е. В. Барина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОЖАРОВ НА ЭКОЛОГИЮ

В статье предлагается оценка горения горючих материалов посредством применения простых химических уравнений. В статье приведена количественная оценка воздействия продуктов горения некоторых горючих полимеров.

Ключевые слова: экология; экологические последствия от пожаров; горение древесины; горение полимеров

S. A. Shabunin, S. S. Velichko, E. V. Barinova

ASSESSMENT OF THE ENVIROMENTAL IMPACT OF FIRE

The article proposes an assessment of the combustion of combustible materials through the use of simple chemical equations. The article provides a quantitative assessment of the impact of combustion products of some combustible polymers.

Keywords: ecology; environmental consequences of fires; burning wood; combustion of polymers

В настоящее время всё большее время уделяется внимание экологическим проблемам. Наиболее важными проблемами XXI века можно выделить следующие:

- изменение климата;
- перенаселение планеты;
- истощение озонового слоя;
- сокращение биологического разнообразия;
- утилизация отходов;
- кризис ресурсов пресной воды;
- широкое использование химических и токсичных веществ, тяжелых металлов;
- вырубка лесов.

Перечисленные выше проблемы взаимосвязаны между собой и вызваны деятельностью человека. Антропогенное воздействие человека ввиду увеличения численности населения, промышленного производства и потребления ресурсов является важным фактором, влияющим на экологию.

Особое внимание уделяется проблеме изменения климата, а именно глобальное потепление. Одной из причин глобального потепления является увеличение содержания парниковых газов, в частности углекислого газа CO_2 , в атмосфере. Увеличение темпов глобального потепления ученые связывают с выбросами продуктов горения ископаемого топлива (Рис. 1 и 2).



Рис. 1. Эмиссия углерода в атмосферу в результате промышленной деятельности в 1800–2004 гг.

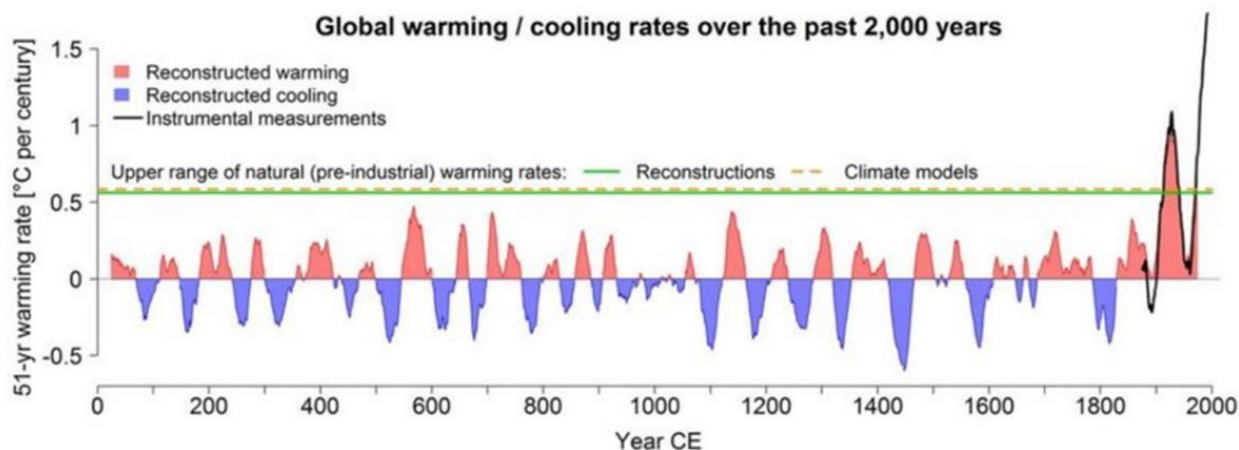


Рис. 2. Темпы глобального потепления / похолодания за последние 2000 лет

В истории нашей планеты уже были периоды с высоким содержанием углекислого газа в атмосфере. Например, одной из причин, вызвавших массовое пермское вымирание, произошедшее 251 млн лет назад и приведшее к вымиранию 90% видов водных организмов, было увеличение кислотности вод мирового океана, вызванного увеличением содержанием углекислого газа в атмосфере.

Среди основных источников выделения CO_2 выделяют дыхание живых организмов, вулканическую активность, сжигание ископаемого топлива, пожары. Пожары, в свою очередь, вызваны как природными явлениями, так и появляться по вине человека.

В условиях пожара с веществами, входящими в состав горючих строительных материалов, происходят различные химические и физикохимические процессы: термическое разложение, пиролиз, термоокислительное разложение, горение и др. Непосредственными участниками данных процессов являются химические соединения, входящие в состав горящего материала, так и окружающая среда.

В зависимости от химического состава веществ и условий протекания физических и химических процессов продуктами могут являться различные вещества, выделяющиеся в окружающую среду.

Так, для большинства органических материалов продуктами полного сгорания являются углекислый газ (CO_2), вода (H_2O), азот (N_2), высшие оксиды (оксиды фосфора, галогенов). Однако, в условиях пожара концентрация кислорода уменьшается и является недостаточной для протекания полной реакции сгорания. Как следствие, образуются продукты неполного сгорания (угарный газ, сажа, хлороводород, диоксины, цианистый водород и др.) [1].

Выделяющиеся в процессе горения газы попадают в атмосферу. Увеличение их концентрации наблюдается в случае, когда их естественная «нейтрализация», вызванная их разложением, поглощением водой мирового океана и пр.,

не поспевает за приростом их поступления в атмосферу. Поэтому, накопление углекислого газа в атмосфере планеты вызвано как сокращением его естественного поглотителя (деревья, леса), так и увеличением его поступления от сжигания топлива и пожаров.

Сложность оценки выделяющихся при пожаре газов связана со следующими факторами:

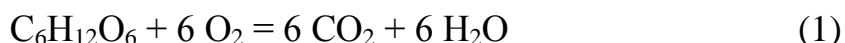
– невозможность точного установления количества сгоревшего материала;

– невозможность установления полноты протекания процесса горения.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных наций в мире в 2015 году 98 млн га лесов пострадало от пожаров. Ежегодно вырубается 1.6 млн га леса, а годовая площадь обезлесенья, которая включает безвозвратные потери от вырубки лесов, пожаров и стихийных бедствий, составляют 12 млн га.

По данным WWF России ежегодно в России выгорает около 15 га леса. Однако, произвести точную оценку значений сгоревших кубометров древесины и полноты её сгорания является достаточно проблематичной, по причине невозможности подсчета точных запасов кубометров древесины на определенном участке, процента сгоревшей древесины и др. Однако, используя ряд приближений, такой расчет становится вполне возможным.

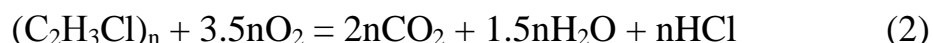
Древесина по своему химическому составу представлена целлюлозой (40-50%), лигнины (20-30%), гемицеллюлозы (20-30%). Реакция полного сгорания целлюлозы может быть записана следующим уравнением:



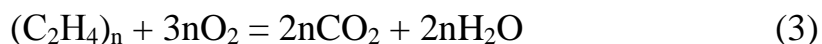
По уравнению реакции получается, что на 1 моль целлюлозы выделяется 6 молей углекислого газа. Таким образом, на 1 кг целлюлозы приходится 1,5 кг углекислого газа. Учитывая, что в среднем в одном дереве содержится 0.5 м³ древесины, что соответствует примерно 275 кг. Допустим, что сгорает 50% целлюлозы, соответственно при сгорании 1 дерева выделяется порядка 100 кг углекислого газа.

Аналогично, можно оценить, сколько выделяется углекислого газа при горении некоторых полимерных материалов.

При сгорании (2) 1 кг поливинилхлорида выделяется 1,408 кг углекислого газа и 0,576 кг хлороводорода:



При сгорании (3) 1 кг полиэтилена выделяется 3,142 кг углекислого газа



Таким образом, можно выделить следующие задачи создания и применения огнезащитных материалов и технологий:

- сохранение материальных ценностей;
- защита жизни и здоровья людей;
- минимизация вредных экологических последствий от пожара.

Минимизация вредных экологических последствий от пожара достигается посредством:

- Применения негорючих и трудногорючих материалов, созданных с применением высокоэффективных огнезащитных средств [2];
- Использования пожаробезопасных технологий;
- Максимально эффективного тушения пожаров;
- Высокой эффективности профилактической и надзорной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Исаева Л.К.* Экологические последствия пожаров: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Академия ГПС МВД России. 2001 г.

2. *Шабунин С.А., Барينو́ва Е.В.* Экологические аспекты создания и применения огнезащитных средств // Обеспечение безопасности жизнедеятельности: проблемы и перспективы: сборник материалов XV международной научно-практической конференции молодых ученых: в 2-х томах. Т.1. Ч. – Минск: УТЗ, 2021. – С.298-300.

УДК 614.84

***Т. А. Шавырина, В. А. Маштаков, Е. В. Бобринев,
А. А. Кондашов, Е. Ю. Удавцова***

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский Ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)

АНАЛИЗ УРОВНЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ МЕСТ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРА НА ОБЪЕКТАХ ЖИЛОГО СЕКТОРА

Проведен анализ распределения пожаров по возможным местам их возникновения на объектах жилого сектора Российской Федерации за период 2019-2020 гг. Показано, что наиболее опасными являются пожары на объектах жилого сектора, возникающие в жилых комнатах, верандах или террасах и пристройках к зданию.

Ключевые слова: пожар, жилой сектор, место возникновения, погибшие, травмированные.

T. A. Shavyrina, V. A. Mashtakov, E. V. Bobrinev, A. A. Kondashov, E. Yu. Udavtsova

ANALYSIS OF FIRE HAZARD LEVELS IN RESIDENTIAL SECTOR FIRE

The analysis of the distribution of fires by possible places of occurrence of fires at the objects of the residential sector is carried out of the Russian Federation for the period 2019-2020 has been carried out. It is shown that most dangerous are fires in residential buildings, which occur in living rooms, verandas or terraces and annexes to a building.

Key words: fire, residential sector, place of origin, dead, injured.

В соответствии со статьей 21 Федерального закона от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» для производств в обязательном порядке разрабатываются планы тушения пожаров, предусматривающие решения по обеспечению безопасности людей. Разработке любого плана тушения пожара должен предшествовать глубокий анализ особенностей объекта и его противопожарного состояния с прогнозированием места возникновения и развития возможных ситуаций, а также масштабов их последствий. Таким образом, анализ возможных мест возникновения пожаров на различных объектах имеет важное значение для организации тушения пожара и эвакуации людей, особенно актуальна эта информация для объектов жилого сектора, поскольку именно там зафиксировано наибольшее количество пожаров и погибших людей.

В настоящей работе проведено изучение распределения пожаров по местам возникновения пожаров на объектах жилого сектора Российской Федерации за период 2019-2020 гг. Для анализа использована статистическая информация [1; 2].

На рис. 1 представлено соотношение по количеству пожаров в различных местах возникновения на объектах жилого сектора в 2019-2020 гг.

Как видно из рис. 1, чаще всего пожары в жилом секторе возникают в жилых комнатах (31% случаев) и кухнях (12%).

На рис. 2 представлены значения количества погибших при пожарах людей в расчете на 1 пожар в различных местах возникновения пожаров на объектах жилого сектора в 2019-2020 гг.

Как видно из рис. 2, больше всего гибнет людей при возникновении пожара в жилых комнатах, верандах и кухнях.

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
 В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ
 И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

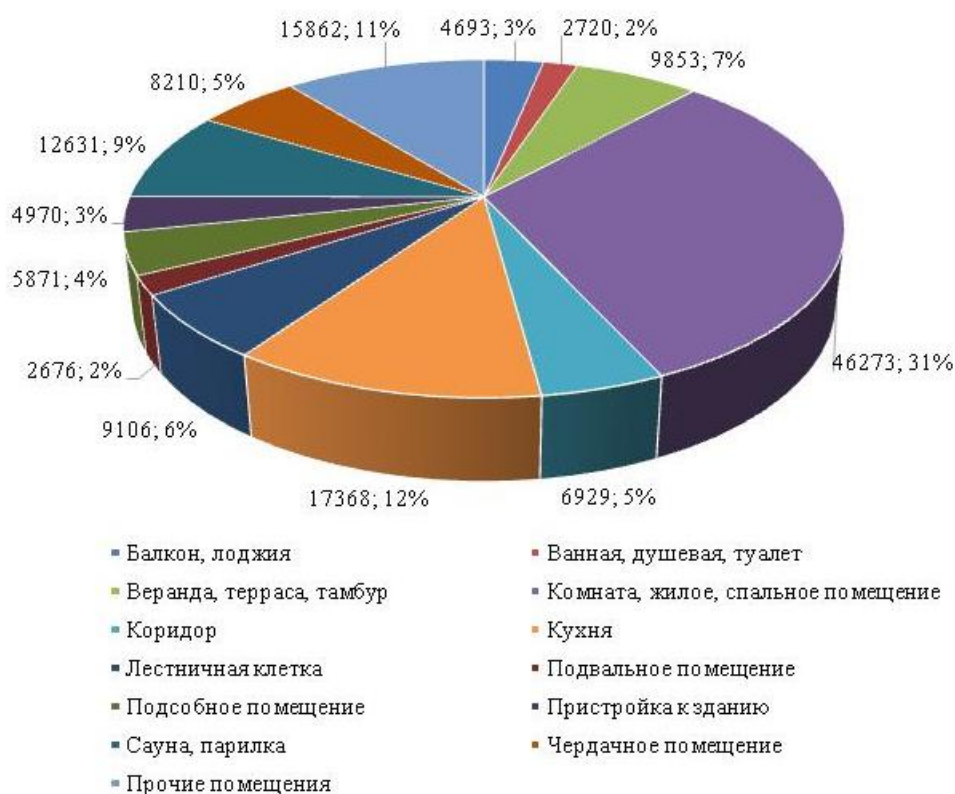


Рис. 1. Распределение пожаров по местам их возникновения на объектах жилого сектора в 2019-2020 гг.

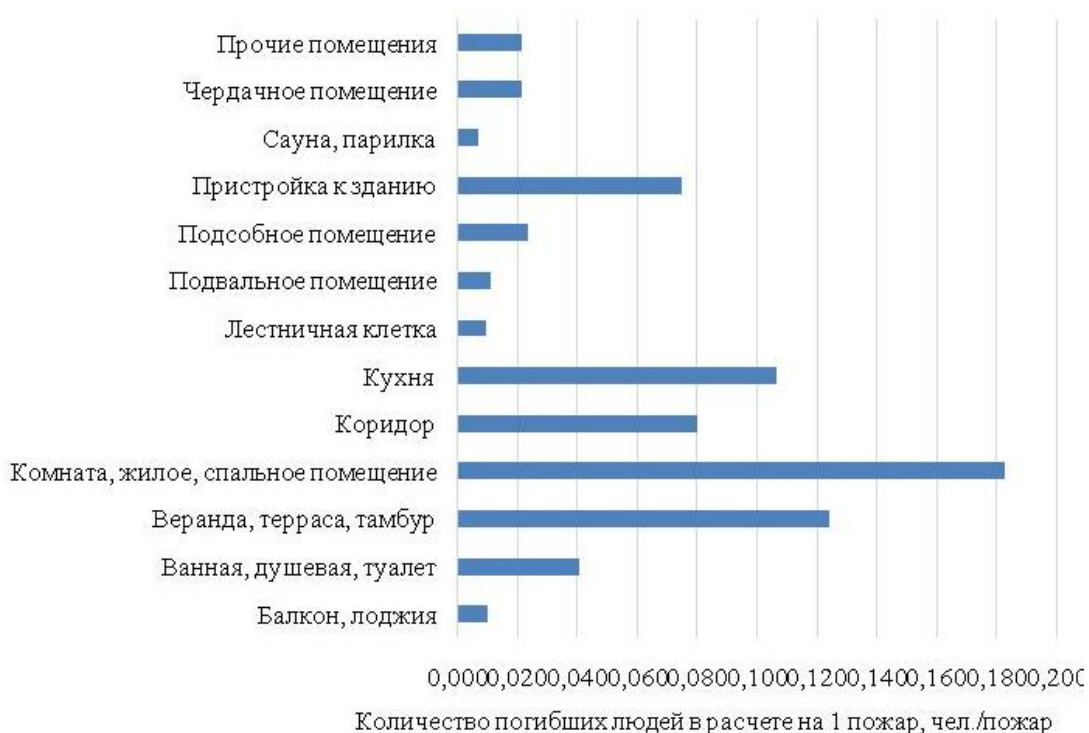


Рис. 2. Количество погибших при пожарах людей в расчете на 1 пожар в различных местах возникновения пожаров на объектах жилого сектора в 2019-2020 гг.

Предлагается использовать в качестве дополнительного для оценки уровня пожарной опасности различных мест возникновения пожара показатель «доля травмированных при пожарах людей от общего количества пострадавших людей при пожарах». Данный показатель оценивает вероятность выживания людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов пожара, приводящих к травме или гибели человека, и характеризует величину факторов пожарной опасности. Большие значения этого показателя могут свидетельствовать о низком уровне пожарной опасности – нанесенный вред здоровью не приводит к гибели пострадавших [3-4]. На рис. 3 представлены соотношения доли травмированных при пожарах людей от общего количества травмированных и погибших людей при пожарах в различных местах возникновения пожаров на объектах жилого сектора в 2019-2020 гг.

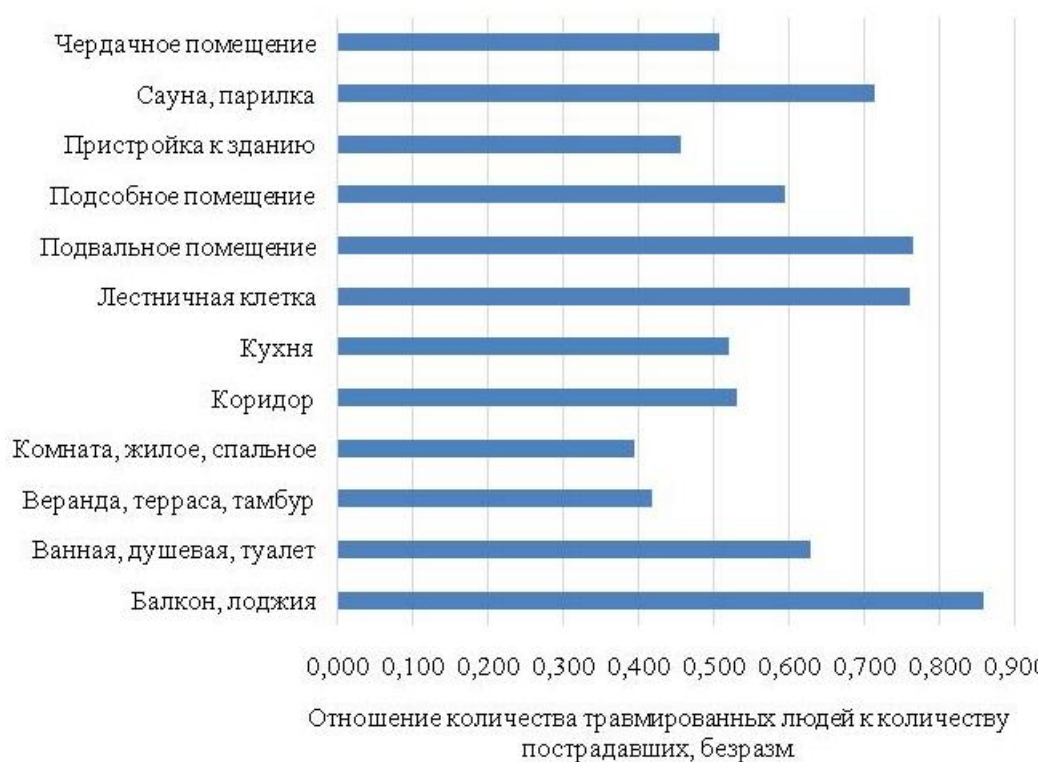


Рис. 3. Доля травмированных людей от суммы погибших и травмированных при пожарах людей в различных местах возникновения пожаров на объектах жилого сектора в 2019-2020 гг.

Наиболее безопасными оказались пожары на объектах жилого сектора, возникающие на балконах или лоджиях, в подвальных помещениях и лестничных клетках. Наиболее опасными – в жилых комнатах, верандах или террасах и пристройках к зданию.

Проведенный анализ мест возникновения пожаров выявил наиболее уязвимые с точки зрения пожарной опасности места на объектах жилого сектора. Следует уделить этим местам повышенное внимание при разработке планов тушения пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году: Статистический сборник // Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – Москва: ВНИИПО, 2021. – 112 с.
2. Пожары и пожарная безопасность в 2019 году: Статистический сборник // Под общей редакцией Д.М. Гордиенко. – Москва: ВНИИПО, 2020.– 80 с.
3. Харин В.В., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю. Статистический подход оценки степени пожарной опасности по соотношению травмированных и погибших при пожарах людей. - Вестник НЦ БЖД. - 2019. - №4. – С. 127-135.
4. Харин В.В., Порошин А.А., Удавцова Е.Ю., Бобринев Е.В., Кондашов А.А. Соотношение числа травмированных и погибших как показатель опасности последствий пожара. // Сборник материалов XXXI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы пожарной безопасности». Москва, 2019. С. 568-571.

УДК 614.842.618

И. Г. Якушкина

СПб ГКУ ДПО «УМЦ ГО и ЧС»

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕРЕНОСНЫХ ОГНЕТУШИТЕЛЕЙ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ВОЗГОРАНИЙ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК, НАХОДЯЩИХСЯ ПОД НАПРЯЖЕНИЕМ

В статье проанализировано нормативное правовое регулирование применения переносных огнетушителей для тушения возгораний электроустановок, находящихся под напряжением; даны рекомендации по применению конкретных моделей переносных огнетушителей; сделан акцент на проблемных вопросах технического регулирования в данном вопросе.

Ключевые слова: возгорание электроустановок под напряжением, переносные огнетушители, тушение электроустановок переносными огнетушителями.

I. G. Yakushkina

PROBLEMATIC ISSUES OF TECHNICAL REGULATION OF THE USE OF PORTABLE FIRE EXTINGUISHERS FOR EXTINGUISHING FIRES OF ELECTRICAL INSTALLATIONS UNDER VOLTAGE

The article analyzes the regulatory legal regulation of the use of portable fire extinguishers for extinguishing fires of electrical installations under voltage; recommendations are given on the use of specific models of portable fire extinguishers; emphasis is placed on problematic issues of technical regulation in this matter.

Keywords: ignition of electrical installations under voltage, portable fire extinguishers, extinguishing of electrical installations with portable fire extinguishers.

В понятие электроустановка входит объединение аппаратов, машин, вспомогательного оборудования вместе с сооружениями и помещениями, в которых они размещены. Электроустановка предназначена для выработки электрической энергии, ее передачи, преобразования, трансформации, распределения и т.д. [2]

Электроустановка – всегда объект повышенной опасности. Помимо опасности поражения электрическим током, всегда есть вероятность возгораний в процессе эксплуатации электроустановок. К сожалению, даже соблюдение всех мер пожарной безопасности в электроустановках не может полностью исключить вероятность возникновения пожара.

Причинами возникновения пожара могут стать: перегрузка оборудования при отсутствии должной защиты, короткое замыкание возникает в случае повреждения оборудования, нарушение требований пожарной безопасности и т.д.

Пожары на электроустановках, находящихся под напряжением, представляют особую опасность для людей. По правилам, пожаротушение в таких ситуациях разрешается после обесточивания всего объекта, что не всегда это удается сделать быстро. Именно в первые секунды после возникновения возгорания, наиболее эффективно будет применить огнетушащие вещества (далее – ОТВ), не проводящие электрический ток. В данном случае, речь идет о тушении пожаров класса «Е». Персонал, обслуживающий электроустановки под напряжением, сразу же должен приступить к тушению очага возгорания.

Одними из самых эффективных первичных средств пожаротушения, в такой момент, могут стать переносные огнетушители. Они имеют массу до 20 кг, что значительно облегчает доставку ОТВ во все труднодоступные места электроустановки. Правильно подобранные переносные огнетушители, своевременно потушат возгорание без поражения человека электрическим током.

Выбор типа переносного огнетушителя для тушения электроустановок, находящихся под напряжением, должен соответствовать, прежде всего, Правилам противопожарного режима в РФ [1] (далее – ППР), СП 9.13130.2009 «Тех-

ника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации» [3] (далее - СП 9.13130.2009) и другим нормативным документам.

В приложении № 1 к ППР, вступившим в силу 1 января 2021 года [1], приводятся нормы обеспечения переносными огнетушителями объектов защиты (в зависимости от категорий объектов защиты по пожарной и взрывопожарной опасности), в том числе, и для тушения электроустановок, находящихся под напряжением, в зависимости от огнетушащей способности огнетушителя (рис. 1).

Огнетушащая способность - это возможность тушения данным огнетушителем модельного очага пожара определенного ранга.

Ранг модельного очага пожара - это условное обозначение сложности модельного очага пожара, который способен потушить огнетушитель. Ранг модельного очага пожара всегда указан на корпусе огнетушителя и в его технической документации.

В соответствии с ППР, для переносных огнетушителей независимо от категории объектов защиты по пожарной и взрывопожарной опасности (А.Б, В1-В4, Г, Д, Общественные здания) пригодными будут огнетушители с рангом тушения модельного очага– (55В, С, Е) (рис. 1).

Категория помещения по пожарной и взрывопожарной опасности	Класс пожара	Огнетушители с рангом тушения модельного очага
А (повышенная взрывопожароопасность) Б (взрывопожароопасность) В1-В4 (пожароопасность)	А	4А
	В	144В
	С	(4А, 144В, С) или (144В, С)
	Д	Д
	Е	(55В, С, Е)
Г (умеренная пожароопасность) Д (пониженная пожароопасность) Общественные здания	А	2А
	В	55В
	С	(2А, 55В, С) или (55В, С)
	Д	Д (кроме общественных зданий)
	Е	(55В, С, Е)

Рис. 1. Нормы обеспечения переносными огнетушителями объектов защиты в зависимости от их категорий по пожарной и взрывопожарной опасности и класса пожара (за исключением автозаправочных станций)

Переносной огнетушитель, пригодный для тушения электрооборудования, находящегося под напряжением, должен быть способен тушить одновременно пожары:

класса В (горючих жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов) с рангом тушения не менее 55В,
 класса С (газов);

класса Е (горючих веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением).

Причем пожары классов С и Е не стандартизированы по рангам тушения модельного очага пожара.

В зависимости от применяемого ОТВ различают порошковые, углекислотные, воздушно-пенные, водные, воздушно-эмульсионные и хладоновые огнетушители.

СП 9.13130.2009 запрещает использовать огнетушители с зарядом на водной основе для ликвидации пожаров класса Е. Воздушно-пенные огнетушители, на 90% состоящие из воды, мы сразу же исключаем.

СП 9.13130.2009 допускает применение водных или воздушно-эмульсионных огнетушителей, но только с тонкораспыленной струей ОТВ и после прохождения испытаний на электробезопасность (по ГОСТ Р 51057 или ГОСТ Р 51017) [3],[4]. Вся проблема в том, что водные и воздушно-эмульсионные огнетушители не тушат пожары класса С (газы). Соответственно не подходят под ранг необходимого модельного очага - (55В, С, Е).

Таким образом, в соответствии с ППР для тушения электрооборудования, находящегося под напряжением, пригодными будут порошковые, углекислотные и хладоновые огнетушители.

На рис. 2 представлены графики зависимости веса соответствующих моделей переносных огнетушителей от массы их заряда ОТВ, соответствующей номеру модели огнетушителя (рис. 2А) и ранга модельного очага пожара по классу В от массы ОТВ, соответствующей номеру модели огнетушителя (рис. 2Б).

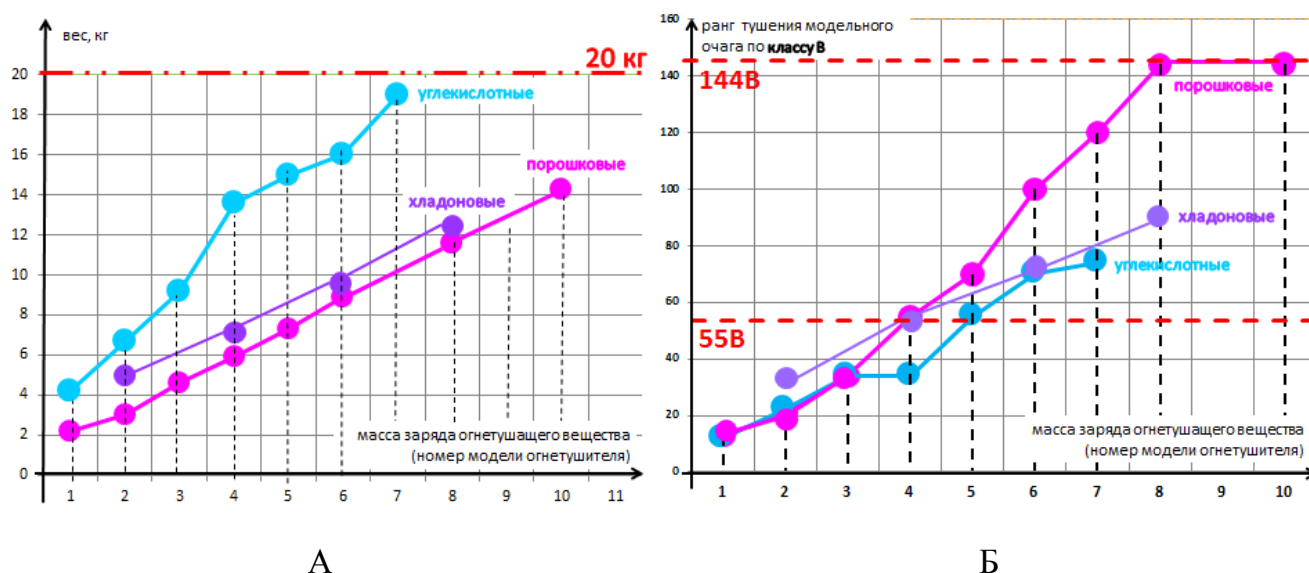


Рис. 2. А - график зависимости веса переносных огнетушителей от массы их заряда ОТВ, соответствующей номеру модели переносного огнетушителя.
Б - график зависимости ранга модельного очага пожара по классу В от массы ОТВ, соответствующей номеру модели переносного огнетушителя

В соответствии с ППР и техническим описанием огнетушителей, пригодными для защиты от пожара электрооборудования, находящегося под напряжением будут модели порошковых, углекислотных и хладоновых огнетушителей, имеющих ранг тушения выше 55В (рис. 3).

Категория помещения	Ранг тушения модельного очага	Рекомендуемые модели огнетушителей
А (повышенная взрывопожароопасность) Б (взрывопожароопасность) В1-В4 (пожарооп.) Г (умеренная пожароопасность) Д (пониженная пожароопасность) Общественные здания	(55В, С, Е)	Порошковые: ОП -4;5;6;7;8;10 Углекислотные: ОУ -5;6;7 Хладоновые: ОХ -4;6;8

Рис. 3. Рекомендации по обеспечению переносными огнетушителями объектов защиты для тушения возгораний электроустановок, находящихся под напряжением (за исключением автозаправочных станций)

Принцип действия **порошковых огнетушителей (ОП)** основан на том, что очаг пожара с помощью огнетушителя покрывают тонким слоем огнетушащего порошка. Процесс горения очень быстро прекращается без доступа кислорода к очагу возгорания.

К сожалению, СП 9.13130.2009 не рекомендует применять порошковые огнетушители для защиты оборудования, способного выйти из строя при попадании порошка. К такому оборудованию можно отнести очень многие электроустановки, находящиеся под напряжением. Тем не менее, порошковые огнетушители широко применяются для тушения возгораний распределительных щитов, электроприборов; в том числе в электрических видах транспорта (трамваи, троллейбусы и др.), применяются на производстве.

Порошковыми огнетушителями разрешается тушить электрооборудование, находящееся под напряжением до 1000В. Для тушения возгораний под напряжением свыше 1000В потребуются специальные предварительные испытания [3], [4].

Принцип действия **углекислотных огнетушителей (ОУ)** основан на том, что в зону пожара подается ОТВ низкой температуры. Струя ОТВ сбивает пламя, возгорание подавляется за счет охлаждения зоны горения. С помощью углекислотных огнетушителей можно потушить электрооборудование, находящееся под напряжением до 10 кВ, без образования следов от ОТВ. Такое применение весьма привлекательно при эксплуатации электроустановок. Однако углекислотные огнетушители совершенно не выносят тряски (может произойти самосрабатывание и даже взрыв). Именно поэтому углекислотные огнетушители

не рекомендуется применять, например, на электроустановках электрифицированного транспорта.

Кроме того, при применении углекислотных огнетушителей, следует обращать внимание на раструб, поскольку если он изготовлен из металла, то такой огнетушитель не должен использоваться для тушения пожаров электрооборудования, находящегося под напряжением [3].

Принцип действия **хладоновых огнетушителей (ОХ)** такой же, как и у углекислотных, основан на преобразовании хладона из жидкого состояния в газообразное, имеющее низкую температуру. Кроме того газ вытесняет кислород и прекращает горение.

Хладоновые огнетушители относят к дорогостоящим, поэтому применяются в тех случаях, когда необходимы огнетушащие составы, не повреждающие защищаемое ценное оборудование и объекты. Например, при тушении возгораний вычислительных центров, радиоэлектронной аппаратуры и т.д. Огнетушители способны потушить возгорание, находящееся под напряжением до 110кВ, но только при условии, что горение находится в начальной стадии.

При выборе количества огнетушителей с соответствующим рангом модельного очага пожара следует учитывать:

в общественных зданиях на каждом этаже должно быть не менее 2 переносных огнетушителей [1];

соблюдение расстояния от огнетушителя до возможного очага пожара [1] (рис. 4). Фактически, необходимо сделать так, чтобы расстояние от каждого вида электрооборудования, находящегося, скажем в помещении, до ближайшего огнетушителя, не превышало определенного ППР расстояния.

Категория помещения по пожарной и взрывопожарной опасности	Расстояние от переносного огнетушителя до возможного очага пожара
А (повышенная взрывопожароопасность)	30 метров
Б (взрывопожароопасность)	30 метров
В1-В4 (пожароопасность)	30 метров
Г (умеренная пожароопасность)	40 метров
Д (пониженная пожароопасность)	70 метров
Общественные здания	20 метров

Рис. 4. Расстояние от переносного огнетушителя до возможного очага пожара для различных категорий помещений по пожарной и взрывопожарной опасности

Существует ряд проблемных вопросов технического регулирования, требующих некоторого уточнения и разъяснения, дополнения.

1) Расстояние для помещений класса Д (пониженная пожароопасность) – 70 метров – непомерно большое, т.к. сама электроустановка разгорается достаточно быстро.

2) Учитывая тот факт, что порошковые огнетушители способны повредить оборудование, а хладоновые достаточно дорогостоящие, во многих случаях для защиты оборудования, находящегося под напряжением применяются углекислотные огнетушители. Проблема состоит в том, что углекислотные огнетушители не предназначены для тушения возгораний класса А (твердых веществ и материалов, присутствующих практически в каждом помещении). Поэтому, в помещении потребуются еще дополнительные огнетушители по классу пожара А (полный комплект с соблюдением расстояний от огнетушителя до возможного очага пожара).

3) Для помещений с повышенной пожарной и взрывоопасностью с электроустановками (категории А, Б, В1-В4) (рис. 1) ранг тушения по классу Е - (55В, С, Е) заведомо меньше рангов тушения пожара по другим классам пожара в данном помещении. Пригодными для тушения возгорания по рангу модельного очага пожара для защиты помещений будут только порошковые огнетушители ОП-8 и ОП-10 (рис. 2Б). Если есть вероятность повредить порошком электрооборудование, то необходимо добавить также углекислотные либо хладоновые огнетушители для защиты только непосредственно электроустановки, находящейся под напряжением. Соответственно на огнетушителях, предназначенных для тушения электроустановки под напряжением, обязательно должна быть маркировка, для чего они предназначены.

4) Неудобство термина «электроустановка», включающего в себя понятие всего помещения в том, что может быть огромный зал, где в уголке установлен один маленький электрощиток. Гораздо логичнее, ограничить работы в присутствии электричества каким-то радиусом от электроустановки.

5) Не все варианты огнетушащих составов допустимы для применения в закрытых помещениях. Так, порошковые огнетушители запрещается применять в помещениях менее 40 м³ из-за образования высокой запыленности. Углекислотные огнетушители при нагревании выделяют вредоносные вещества. Именно поэтому запрещается тушить ими электроустановки в закрытых помещениях.

Таким образом, огнетушители, предназначенные для тушения возгорания в начальной стадии, прекрасно потушат возгорание электроустановок, находящихся под напряжением при соблюдении всех требований нормативной правовой базы. При выборе огнетушителя необходимо определиться с видом ОТВ с необходимым уровнем ранга модельного очага пожара. Количество огнетушителей должно быть таким, чтобы расстояние от огнетушителя до возможного очага пожара было не более установленных нормативов.

Необходимо не забывать о мерах безопасности: использовать резиновые перчатки, боты, диэлектрические коврики и не забывать и безопасном расстоянии от сопла огнетушителя до очага возгорания, находящегося под напряжением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 16 сентября 2020 года № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».
2. Приказ Министерства энергетики РФ от 13 января 2003 года № 6 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей».
3. СП 9.13130.2009 Техника пожарная. Огнетушители. Требования к эксплуатации.
4. ГОСТ Р 51057-2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний.
5. ГОСТ Р 51017-2009. Техника пожарная. Огнетушители передвижные. Общие технические требования. Методы испытаний.

СОДЕРЖАНИЕ

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

<i>Абакумов А. В., Таратанов Н. А.</i> Установление очаговой зоны по результатам измерений скорости прохождения ультразвуковой волны	3
<i>Алексеева Н. А., Богатеев Г. Г., Гилязова А. Н., Миндубаева М. М.</i> Влияние природы полимеров и наполнителей на характеристики защитных покрытий	7
<i>Афанасьева А. С., Панкратова М. В.</i> Эффективность нанотехнологий в области противопожарной защиты	10
<i>Белобородова О. И., Гисмятов Р. Р., Никитина Э. Г., Шарипов А. Н.</i> Исследование влияния различных факторов на огне-стойкость теплоизоляционных материалов	14
<i>Богданова В. В., Кобец О. И., Шукело З. В.</i> Влияние природы модификаторов на огнезащитную эффективность составов для отделки полиэфирных тканей	21
<i>Гагиев Х. Э., Топоров А. В.</i> Исследование микроструктуры упрочняющего покрытия режущей части гидравлического аварийно-спасательного инструмента	24
<i>До Т. Х., Гаджиев Г. Г., Васин А. Я., Шушпанов А. Н.</i> Чувствительность к удару d-цикloserина, теризидона и их полупродукта синтеза	28
<i>Журко А. В., Долговязов В. В., Комарова Н. Р., Кузнецов А. К., Охлопков Д. Н., Чернова Н. Л.</i> Текстильные материалы с огнезащитными полимерными покрытиями – новые ткани для пожарных	33
<i>Журов М. М., Лямцев И. В., Рыжков М. Б.</i> Исследование дальности подачи огнетушащего порошкового состава	38
<i>Иванов И. Ю., Кондакова Я. А., Навроцкий О. Д.</i> Обзор основных характеристик пленкообразующих пенообразователей и способы их контроля	41
<i>Исмаилов И. Ш., Акулова М. В., Ульяева С. Н.</i> О пожарной опасности искусственных композиционных материалов	48
<i>Казантинова М. М., Шушпанов А. Н., Васин А. Я., Аносова Е. Б.</i> Определение кинетических параметров термоллиза гидрохлорида 5-аминолевулиновой кислоты	51
<i>Клементьев Б. А.</i> Определение требуемых пределов огнестойкости строительных конструкций стохастическим методом	56
<i>Колбашов М. А., Давиденко О. А., Филлипов Д. В., Елисеева Е. Е., Фетисов А. В., Комельков В. А.</i> Исследование реологических свойств смазочных масел с экологически чистыми присадками	61
<i>Коробейникова Е. Г.</i> Энергетические характеристики взрывного разложения аммиачной селитры	66
<i>Криворогова А. С., Ильиных С. А., Гельчинский Б. Р., Крашанинин В. А., Девяткин Н. О.</i> Применение плазмонапыленных комбинированных многокомпонентных покрытий в экстремальных условиях и агрессивных средах	71
<i>Ксенофонтов С. И., Васильева О. В., Ленаев А. Н.</i> Роль сажи в излучении пламени пиротехнических составов	75

<i>Мочалова Т. А., Кочетова А. А., Сторонкина О. Е.</i> Хроматографическое исследование интенсификаторов горения в процессе их выгорания с различных напольных покрытий	83
<i>Наконечный С. Н., Азовцев А. Г., Михалин В. Н.</i> Изучение поведения древесины ели при воздействии высоких температур	87
<i>Никольская А. А., Павлычева Е. А., Козлова О. В.</i> Разработка технологии получения фильтрующих материалов путем химической модификации.....	92
<i>Павлычева Е. А., Никольская А. А., Козлова О. В.</i> Оценка возможности создания тканей со светонепроницаемыми свойствами	95
<i>Перепусков А. М., Иванов В. Е.</i> Обзор клеевых составов для восстановления радиаторов пожарных автомобилей	100
<i>Плохов Д. С., Киселев В. В.</i> Влияние различных внешних факторов на прочность конструкций из древесины.....	104
<i>Покровский А. А.</i> Основные стадии получения синтетических кож нового поколения.....	109
<i>Поletaев Н. С., Киселев В. В.</i> Исследование прочностных свойств строительного кирпича при повышенных температурах	113
<i>Пустовалов И. А.</i> Особенности применения наноструктурированных материалов в системах пожаротушения на объектах защиты	117
Пучков П. В. К вопросу повышения долговечности соединительных рукавных головок, изготовленных из материалов с низкой ударной вязкостью	121
<i>Рева О. В., Богданова В. В., Назарович А. Н., Врублевский А. В.</i> Влияние состава неорганических фосфатных замедлителей горения на особенности термодеструкции огнестойких текстильных материалов	125
<i>Роговик Е. Г.</i> Проблема обеспечения несущей способности и огнестойкости железобетонных конструкций тоннельной обделки с учетом взрывообразной потери целостности	132
<i>Самсонов М. А., Панёв Н. М., Никифоров А. Л.</i> Зависимость пожарной опасности древесины от вида антипирена и параметров процесса обработки.....	137
<i>Свирицкий С. Ф., Лейнова С. Л., Соколик Г. А., Рубинчик С. Я.</i> Токсическая опасность продуктов горения напольных покрытий, изготовленных на основе древесины	142
<i>Смирнов Н. В., Булгаков В. В., Булага С. Н., Булгаков А. В.</i> Методы оценки сохранности огнезащитных свойств вспучивающихся покрытий после искусственного старения и в процессе эксплуатации.....	148
<i>Солдатов Н. В., Циркина О. Г.</i> Выбор режима автоклавной пропитки древесины растворами антипиренов	153
<i>Сусоева И. В., Вахнина Т. Н.</i> Снижение горючести конструкционных и теплоизоляционных плит на основе растительных наполнителей.....	157
<i>Циркина О. Г., Спиридонова В. Г.</i> Придание тканям технического назначения водо- и огнезащитных свойств	161
<i>Ширяев Е. В.</i> Оценка параметров испарения углеводородных жидкостей через слой гранул пеностекла	166
<i>Яковлев М. А., Кропотова Н. А.</i> Исследование снижения прочностных свойств бетона под воздействием внешних факторов	169

**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**

<i>Адамов Д. С., Зенкова И. Ф., Хрыкин Е. А., Шаранов М. А.</i> Обеспечение качества функционирования систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре.....	174
<i>Акмаев Р. Н., Филиппов В. О., Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А.</i> Разработка мероприятий по повышению пожарной безопасности на опасном производственном объекте	178
<i>Ардашев В. И., Кадочникова Е. Н.</i> Совершенствование методов обеспечения пожарной безопасности резервуарных парков	184
<i>Бабич М. Е.</i> Современное техническое регулирование радиационного мониторинга в противопожарной защите зданий и сооружений	190
<i>Бубнов В. Б., Ретин Д. С., Хазова И. В., Мацюрак Б. К.</i> Научно обоснованные рекомендации по определению времени ликвидации аварии в системах наружного противопожарного водоснабжения в условиях Крайнего Севера	196
<i>Бубнов В. Б., Куликов И. М., Муль А. В.</i> Исследование мест локализации аварийных утечек при эксплуатации систем газоснабжения.....	202
<i>Буралков П. П., Легкова И. А.</i> Огнестойкость и огнезащита строительных конструкций.....	207
<i>Буслов Е. М., Бирюк В. А.</i> Анализ потенциальной опасности и предупреждение чрезвычайных ситуации в металлургическом производстве	210
<i>Владимиров Д. С., Спиридонов В. П., Копылов А. А., Жучков В. В.</i> Обеспечение пожарной безопасности на объектах нефтяной и газовой отрасли посредством инженерно-геодезического контроля	215
<i>Вожжаников С. А.</i> Оценка создания условий для успешного тушения пожаров в торгово - развлекательном центре «Ковров молл»	221
<i>Воронин Д. А., Кнутов М. С.</i> Инновационная разработка в области противопожарной защиты.....	227
<i>Гилязов А. А., Шуваева В. Р., Барахнина В. Б.</i> Обеспечение безопасности на установке регенерации отработанной серной кислоты газокаталитического производства.....	233
<i>Горячев Н. С., Убайдатов С. М., Зарубина Е. В.</i> Разработка и исследование устройств для обследования систем противопожарного водоснабжения	238
<i>Грачулин А. В., Шинкоренко К. Е.</i> Установки пожаротушения компрессионной пеной	241
<i>Гудырев А. А.</i> Совершенствование технологии обнаружения пожара в торгово-развлекательном центре	248
<i>Дремин А. В., Семенов А. Д., Бочкарев А. Н.</i> О размещении струйного насоса в резервной вакуумной системе пожарного автомобиля.....	253

Ермакова Н. Ю., Киреев И. Р., Барахнина В. Б., Коннов Я. А. Новейшие материалы из полимера для защиты стальных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов от коррозии	257
Журов М. М., Лямцев И. В. Устройство для подачи огнетушащих порошковых составов для тушения пожаров в электротранспорте работниками ОПЧС.....	262
Кагримонян А. А. Классификация материалов по пожарной опасности	268
Квасов М. В., Легкова И. А. Пути повышения уровня огнестойкости сооружения	271
Клейманов П. А., Коваль В. В., Магдалянов А. Л. Наведённое напряжение как причина пожара, вызванное аварийными процессами на слаботочных электрических проводниках	275
Комельков В. А., Колбашов М. А., Персиков А. А., Анисимов В. В., Филиппов Д. В., Васин Р. А., Шанский А. В. Снижение пожарной опасности процессов механической обработки материалов	278
Коробейников М. В., Кадочникова Е. Н. Анализ основных причин пожаров на технологических установках нефтегазовых производств	285
Кулек Н. В., Чеберяк В. В. Современные системы пожаротушения в культурно-досуговых учреждениях	289
Куликов С. В. Особенности тушения пожара в случае возгорания электромобилей.....	293
Куликов С. В. Отягощающие факторы при пожарах в тоннелях	296
Куликов С. В. Использование робототехники при ликвидации пожаров	299
Куликов С. В. Анализ изменения технического состояния основных пожарных автомобилей общего назначения.....	301
Лазарев А. А. Анализ пожарной опасности объектов образования Ивановской области	304
Лазарев А. А., Торопова М. В. Анализ пожарной опасности объектов здравоохранения Ивановской области	308
Ламакин В. Д., Кнутов М. С. Инновационная разработка в области противопожарной защиты.....	313
Липин А. А., Циркина О. Г. Пожарная опасность целлюлозосодержащих материалов	315
Логозин А. Ю., Нестеров И. В., Курицын А. Б., Павлов Е. В., Волков В. Д. Пожарно-спасательный автомобиль с роботизированными мобильными установками для тушения нефтеналивных резервуаров	318
Мельников С. М., Хабиров Т. Р. Эксплуатация систем водоснабжения.....	327
Митрофанов А. С., Сырбу С. А. Проблемные вопросы защиты оборудования для хранения нефтепродуктов от образования пирофорных отложений	331
Мухараева В. И., Зарубина Е. В. Использование моделирования для обеспечения эвакуации людей из торгово-развлекательных центров при пожарах	337
Мухараева В. И., Зарубина Е. В. Организация эвакуационных выходов в торгово-развлекательных центрах	342
Россейкин М. В., Циркина О. Г. Современные технологии обработки тканей для производства текстильных материалов специального назначения	347
Слободин Е. А., Лазарев И. А., Ульева С. Н., Никифоров А. Л. Поиск методов диагностики развития пожароопасных режимов работы электрооборудования...	351

<i>Тарасова Д. А., Зарубин В. П.</i> Упрочняющая обработка как способ повышения долговечности деталей пожарных насосов	354
<i>Таратанов Н. А.</i> Разработка базы данных по термическому разложению объектов судебной пожарно-технической экспертизы	361
<i>Таратанов Н. А., Карасев Е. В.</i> Пожарная опасность электрических гироскутеров.....	365
<i>Убайдатов С. М., Горячев Н. С., Зарубина Е. В., Шмелева Т. В.</i> Исследование устройств для обследования систем противопожарного водоснабжения и разработка рекомендаций по их усовершенствованию	368
<i>Упит М. С., Барасов А. З., Воробьев П. А., Ульева С. Н., Никифоров А. Л.</i> Влияние условий и сроков эксплуатации электропроводок на изменения показателей пожарной опасности	372
<i>Шишкин В. А., Семенова К. В.</i> Обеспечение пожарной безопасности трансформаторных подстанций	377
<i>Шуваева В. Р., Баряхнина В. Б.</i> Повышение уровня промышленной безопасности при эксплуатации установки каталитического крекинга	381
<i>Эрдниева Э. Х., Барина Е. В., Шабунин С. А.</i> Система видеонаблюдения как своевременное обнаружение раннего развития пожара	385
<i>Юртаев Е. А., Шаталов А. С., Басаева З. С., Колбашов М. А.</i> Моделирование действий человека при эвакуации на пожаре	391

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ, СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ

<i>Азжеурова А. В., Салихова А. Х.</i> Противопожарная пропаганда среди населения	396
<i>Азовцев А. Г., Наконечный С. Н., Михалин В. Н.</i> К вопросу об определении класса пожарной опасности строительных конструкций по характеристикам строительных материалов	399
<i>Батыров Г. А., Колесов А. В., Таратанов Н. А.</i> Реконструкция пожара посредством применения компьютерного моделирования при квалификации нарушений требований пожарной безопасности.....	402
<i>Бодренко А. В., Семенова К. В.</i> Пожарная безопасность объектов энергосбережения. Проблемы и решения	406
<i>Бюрчиев А. А., Акулова М. В., Ульева С. Н.</i> Комплексная оценка пожарной безопасности медицинского учреждения.....	411
<i>Волосач А. В., Горовых О. Г.</i> Нахождение очага пожара по величине поверхностной твердости ячеистых бетонных блоков, подвергшихся воздействию пожара	414
<i>Дашкина А. Р., Леонова Е. Э.</i> Влияние стрессоустойчивости на действия работников в условиях аварий на опасных производственных объектах.	421
<i>Дзампаева О. К., Шабунин С. А.</i> Краткий обзор данных единой государственной системы учета пожаров	427

Ибрагимов А. С., Семенова К. В. Исследование обугленных остатков древесины с целью определения очага пожара	431
Кабардаев З. Х., Таратанов Н. А. Прогнозирование показателей обстановки с пожарами и их последствиями с помощью динамики рядов	435
Кайбичев И. А. Аппроксимация ситуации с пожарами в Российской Федерации сплайном	440
Карягин М. В., Зарубина Е. В., Полякова А. М., Шмелева Т. В. Разработка методов оценки эксплуатационных характеристик противопожарного водопровода.....	444
Квашнин А. В., Шимчик В. В. Особенности обеспечения пожарной безопасности на территории Российской Федерации в пожароопасный период	448
Корчагин А. А. Системы мониторинга лесных пожаров в режиме реального времени	453
Куликов С. В. Современные подходы к предупреждению и ликвидации пожара	458
Леонова А. Н., Зуев А. Ю. К вопросу оценки эффективности топологии оконечных средств оповещения населения	460
Леонова Е. М. Особенности оценки соответствия технических средств оповещения населения при проведении обязательной сертификации на объектах транспортной безопасности	467
Леонтьев М. А., Салихова А. Х., Кулаков М. В. Обзор актуальных вопросов обеспечения пожарной безопасности производственных объектов.....	472
Магомадова Ф. Г., Шабунин С. А., Баринова Е. В. К вопросу о необходимости совершенствования деятельности органов ФГПН с целью создания условий, обеспечивающих высокий уровень контроля и минимизацию административного давления на хозяйствующие субъекты	480
Макаренко И. К., Шабунин С. А. Предложения по совершенствованию уголовно-процессуального законодательства и уголовного законодательства в части регламентации возбуждения уголовного дела и отказа в возбуждении уголовного дела по преступлениям, связанным с пожарами	484
Манджиев Б. А., Семенова К. В. Особенности возникновения и развития чрезвычайных ситуаций природного характера в Республике Калмыкия	487
Миннебаева Р. Б., Салихова А. Х. Библиографический обзор существующих проблем в техническом обслуживании пожарной техники	492
Назифуллина Э. И., Сорокина Н. Е. Сравнительный анализ СП 1.13130.2020 и СП 1.13130.2009. Основные изменения в структуре и общих положениях.....	496
Проничева К. А. Анализ безопасности для снижения пожаров на объектах нефтепереработки	500
Спирин А. В., Таратанов Н. А. Установления путей распространения основных конвективных потоков и очаговой зоны	504
Токаев Л. С., Шабунин С. А. О необходимости разработки предложений по совершенствованию работы надзорных органов МЧС России в целях снижения административных барьеров в рамках реализации механизма «регуляторная гильотина»	510
Тумановский А. А., Сысоева Т. П., Лобова С. Ф. Проблемы транспортного обеспечения поисково-спасательных работ в Арктической зоне Российской Федерации и пути их решения	513

Хакимов Т. Г. Проведение профилактической операции «Водоисточник».....	519
Харин В. В., Бобринев Е. В., Кондашов А. А., Удавцова Е. Ю., Шавырина Т. А. Подходы к оценке уровня пожарной опасности для эксплуатируемых зданий (сооружений)	524
Чудотворова К. М. Построение математического аппарата эквивалентных преобразований упорядоченных описаний логических алгоритмов для системы идентификации инцидентов на нефтеперерабатывающем предприятии	530
Шабунин С. А., Величко С. С., Барина Е. В. Оценка влияния пожаров на экологию	539
Шавырина Т. А., Маштаков В. А., Бобринев Е. В., Кондашов А. А., Удавцова Е. Ю. Анализ уровней пожарной опасности мест возникновения пожара на объектах жилого сектора	543
Якушкина И. Г. Проблемные вопросы технического регулирования применения переносных огнетушителей для тушения возгораний электроустановок, находящихся под напряжением.....	547

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ
МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ V МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

ИВАНОВО, 14 ОКТЯБРЯ 2021 г.

Издается в авторской редакции

Подготовлено к изданию 18.11.2021 г.
Формат 60 × 84 1/18. Усл. печ. л. 35,2. Уч.-изд. л. 32,7.

Отделение организации научных исследований
научно-технического отдела
Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России,
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33