СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ VI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

ИВАНОВО, 19 ОКТЯБРЯ 2023 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 VI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,

ИВАНОВО, 19 ОКТЯБРЯ 2023 г.

"MODERN FIREPROOF MATERIALS AND TECHNOLOGIES"

Collection of materials of the VI International scientific-practical conference

Ivanovo, October 19, 2023.

Иваново 2023

УДК 614.8
ББК 38.96
С 56

С 56 **Современные пожаробезопасные материалы и технологии :** сборник материалов VI Международной научно-практической конференции, Иваново, 19 октября 2023 г. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – 537 с.
ISBN 978-5-907492-19-6

В сборник включены материалы VI 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 VI 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),
канд. техн. наук, доцент **В. А. Комельков** (заместитель председателя редколлегии),
канд. техн. наук, доцент **В. Б. Бубнов,** канд. техн. наук, доцент **А. Х. Салихова,**
канд. хим. наук, доцент **С. Н. Ульева,** канд. хим. наук **Е. В. Баринова**
О. С. Чуприна

УДК 614.8
ББК 38.96

ISBN 978-5-907492-19-6

© Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, 2023

УДК 355.4; 623.64

Д. Б. Алешин[1], Д. И. Новоселов[2]
[1] ФГБУ «27 ЦНИИ» Минобороны России
[2] ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России»

ПРОБЛЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ИНФРАЗВУКОВОГО МОНИТОРИНГА ПРИ ПРОГНОЗЕ ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИХ ОПАСНОСТЬ ДЛЯ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В статье рассмотрены некоторые вопросы, посвященные проблемам регистрации инфразвуковых сигналов от различных источников. Предложена классификация, предполагающая разделение таковых источников на природные и техногенные. Проведен анализ источников природного и техногенного происхождения. Делается вывод о том, что все рассматриваемые источники способны генерировать инфразвук, регистрируемый инфразвуковыми станциями, что предполагает возможность контроля источников сигналов Международной системой мониторинга.

Ключевые слова: Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний; международная система мониторинга; обнаружение и засечка ядерных взрывов; ядерный взрыв; ядерное оружие.

D. B. Aleshin, D. I. Novoselov

ANALYSIS OF INFORMATION ON DEVELOPMENT OF SYSTEMS AND MEANS FOR DETECTION AND DETECTION OF NUCLEAR EXPLOSIONS

The article discusses some issues related to the problems of the register of transgound signals from various sources. A classification is proposed, which implies the division of such sources into natural and man-made. Analysis of sources of natural and man-made origin is carried out. It is concluded that all the sources under consideration are capable of generating the transgound, registered by transgound stations, which implies the possibility of controlling the sources of signals by the International Monitoring System.

Key words: Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty; international monitoring system; detection and detection of nuclear explosions; nuclear explosion; nuclear weapons.

В настоящее время активно создаются и функционируют системы глобального мониторинга за физическими полями различного происхождения. Основной целью создания данных систем является контроль за объектами, которые их генерируют [1]. Именно физические поля являются параметрами состояния объекта. Как правило, источник физических полей как природного, так и техногенного происхождения, генерирует их несколько видов. Причем, генерируемые физические поля могут по-разному распространяться в различных средах. Одним из наиболее доступных, с технической точки зрения, физическим

© Алешин Д. Б., Новоселов Д. И., 2023

полем является инфразвуковое. Это связано с возможностью его дальнего распространения в атмосфере при устойчивом прогнозируемом затухании.

Инфразвуковое поле в месте размещения средств регистрации, обычно объединяемые в инфразвуковые станции (далее – ИС), складывается из инфразвукового шума и инфразвуковых волн, обусловленных источниками различного происхождения. К таковым источникам относят длительно действующие источники (например, шторма, полярные сияния, ветровые потоки и т.п.) и источники импульсного типа (различные взрывы, ударные волны от летательных аппаратов (ракет, самолетов, метеоров, извержения вулканов, землетрясения, молниевые разряды, лавины и т.п. [2].

С целью определения возможности регистрации инфразвуковых сигналов от различных источников в частотной полосе регистрации Международной системы мониторинга (далее – МСМ [3]) необходимо классифицировать все существующие виды источников инфразвука. Наиболее целесообразной представляется классификация, предполагающая разбиение всех видов источников инфразвуковых сигналов на две основные группы – природные и техногенные, поскольку именно такая классификация способна в полной мере удовлетворить цели исследований, указанные выше.

Источники инфразвука природного происхождения.

Проведенный анализ показывает, что существуют следующие источники инфразвука природного происхождения.

Инфразвук от извержений вулканов.

Инфразвуковые волны генерируются взрывными извержениями вулканов. Сигналы часто подобны инфразвуковым возмущениям от атмосферных ядерных взрывов (далее – АЯВ) с q=1…110000 кт. Извержения вулканов эквивалентные АЯВ мегатонного класса – редкие события (например, извержение вулкана Кракатау 26.08.1883 г., q = 100 Мт [4]; или вулкана в Сент-Хеленс 18.05.1980 г. q ≅ 100 Мт [5]). Во многих случаях основному сигналу от взрывного извержения предшествуют (в течение нескольких часов или даже дней) цуги нерегулярных волн. В зависимости от масштаба извержения и эпицентрального расстояния инфразвуковые волны могут иметь характерные периоды от 0,5 с до сотен секунд и амплитуды от десятых долей Па до сотен Па. Азимуты сигналов будут находиться в фиксированных диапазонах, соответствующих взаимному расположению конкретных ИС и известных действующих вулканов, степени изменчивости атмосферных волноводов по трассам распространения инфразвуковых возмущений.

Инфразвук от землетрясений.

Инфразвуковые колебания, обусловленные землетрясениями, обычно состоят из нескольких волновых групп. Первым наблюдается инфразвук, связанный с прохождением через район дислокации ИС сейсмических волн со скоростями 3…7 км/с. Вариации давления вызываются сначала продольной и поперечной сейсмическими волнами, затем более медленной, но более мощной

рэлеевской волной (размах амплитуды от 0,1 до единиц Па, частоты соответствуют частотам сейсмических волн).

Вторая группа волн связана с вертикальным движением земной поверхности в районе эпицентра, генерирующим сильное возмущение, распространяющееся затем по атмосферным волноводам до района дислокации ИС. Размах амплитуды 0,1…0,2 Па, скорости следа 320…360 м/с. Диапазон частот 0,08…0,4 Гц. Этот тип волн соответствует классу малых взрывов.

В промежутке между этими группами волн могут регистрироваться инфразвуковые колебания, связанные с прохождением сейсмических волн через регионы с горными системами.

Инфразвук от метеоров.

Данное явление является достаточно редким событием, поскольку связано с падением на Землю объектов из космоса. Вхождением метеора на огромной скорости (десятки км/с) в земную атмосферу сопровождается возникновением огненного шара. Как правило, при этом регистрируется две или больше групп волн, соответствующие отражениям от разных слоев атмосферы. Частоты сигналов 0,1…5 Гц, амплитуды 0,1…1 Па.

Инфразвук от полярных сияний.

Авроральный инфразвук обычно регистрируется в высоких широтах на ночной стороне Земли в периоды высокой геомагнитной активности.

Инфразвук от гроз.

Одним наиболее вероятных механизмов генерации инфразвука при грозах может быть уменьшение электростатического поля внутри грозового облака при стекании электрического заряда в молниевый канал. Амплитуда сигнала при этом может составлять от 0,05 Па до 5 Па, максимум спектра лежит на частотах 0,2…2 Гц. Характерный признак сигналов от гроз - начальный импульс разрежения длительностью 0,3…1,5 с.

Инфразвук от лавин.

Лавины в горных регионах генерируют высокочастотный инфразвук (1…3 Гц) малых амплитуд (~0,2 Па) и с длительностями сигналов ~20 с .

Инфразвук, ассоциируемый с горами.

Воздушные потоки, обтекающие горные системы, могут генерировать непрерывные (т.е. в течение нескольких часов) инфразвуковые волны, регистрируемые на значительных расстояниях, с частотами 0,01…0,1 Гц и амплитудами до 1 Па.

Инфразвук от океанских штормов.

Морские акватории, охваченные штормом, генерируют непрерывные звуковые волны (микробаромы). Они постоянно регистрируются ИС МСМ.

Анализ данных показывает, что фактически все рассмотренные источники способны генерировать инфразвук, который может регистрироваться ИС, так как они находятся в частотном диапазоне регистрации ИС и имеют достаточные для их регистрации уровни.

Следовательно, ИС помимо решения задачи контроля за режимом соблюдения Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (далее – ДВЗЯИ), может проводить инфразвуковой мониторинг природных источников инфразвука.

Источники инфразвука техногенного происхождения.

Наиболее обширные исследования по вопросу генерации инфразвука при техногенной деятельности проводились в отношении следующих объектов.

Инфразвук от взрывов.

Форма и характеристики инфразвуковых сигналов от взрывов зависят от типа взрыва, среды проведения взрыва, мощности взрыва и других факторов.

Инфразвук от сверхзвуковых самолетов.

Самолет, летящий в атмосфере со сверхзвуковой скоростью, распространяет конусы ударных волн. Данное событие регистрируется ИС МСМ.

Инфразвук от ракет и космических аппаратов

Старт больших ракет, а также возвращение на Землю космических аппаратов сопровождается генерацией инфразвуковых возмущений в полосе частот 0,3…3 Гц и амплитудами 0,1…2 Па (на расстояниях около 1000 км).

Анализ публикаций за более чем 100-летнюю историю экспериментальных исследований инфразвука показывает, что инфразвуковые возмущения атмосферного давления от природных и техногенных (не ядерных) источников в совокупности перекрывают частотный и амплитудный диапазоны инфразвуковых сигналов от ядерных взрывов. Данное обстоятельство усложняет задачи инфразвукового мониторинга ДВЗЯИ, но, с другой стороны, предполагает возможность контролировать ИС различные техногенные и природные источники, связанными с ядерными испытаниями.

Таким образом, инфразвуковые сигналы от техногенных источников, могут регистрироваться, т.к. они находятся в частотном диапазоне регистрации ИС и имеют достаточные большие уровни амплитуд. Вопросы регистрации инфразвуковых сигналов от различных видов деятельности (в первую очередь военной) имеют крайне важное значение, поскольку потеря такой информации, способна нанести серьезный ущерб безопасности России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алешин, Д. Б. Оценка информативности сигналов от техногенных источников при решении задачи определения координат / Д. Б. Алешин, Д. И. Новоселов, В. И. Лазаренко // Совершенствование тактики действий спасательных воинских формирований МЧС России : Сборник трудов XXXIII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2023 года. – Химки: Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 84-90. – EDN MDWWQS.

2. Виноградов Ю.А. Комплексное применение инфразвукового и сейсмического методов регистрации волновых полей для выделения сигналов от наземных взрывов :

дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. Москва: Институт динамики геосфер Российской академии наук, 2004. 129 с.

3. Алешин, Д. Б. Национальные системы контроля ядерных испытаний зарубежных стран и перспективы их совершенствования / Д. Б. Алешин, Д. И. Новоселов, Е. В. Афонина // Актуальные вопросы инженерной защиты населения и территорий : Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Химки, 27–28 апреля 2023 года. – Химки: Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 29-35. – EDN QPKNEH.

4. Кракатау – самое громкое извержение вулкана в истории: у свидетелей лопнули барабанные перепонки, а звук облетел планету 4 раза URL: https://disgustingmen.com/history/krakatoa/ (дата обращения 25.09.2023) – Текст: электронный.

5. Извержение вулкана Сент-Хеленс в 1980 году URL: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.e7cb50bc-6511cb74-562c409b-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/1980_eruption_of_Mount_St._Helens (дата обращения 25.09.2023) – Текст: электронный.

УДК 614.84

Р. Г. Алисманов, А. В. Волков
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЁЖНОСТИ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЗДАНИЯХ, ПОСТРОЕННЫХ ПО ТИПУ «УМНЫЙ ДОМ»

В статье проведен анализ эффективности и надёжности систем обеспечения пожарной безопасности в зданиях, построенных по типу «Умный дом». Особое внимание уделено основной причине отравления людей токсичными продуктами горения, главной цели системы пожарной безопасности «Умного дома» - предотвращение возгорания и срочный вызов пожарной охраны

Ключевые слова: искусственный интеллект, инженерная защита, пожарная безопасность, пожар, жилой дом.

R. G. Alismanov, A. V. Volkov

ON THE ISSUE OF THE EFFECTIVENESS AND RELIABILITY OF FIRE SAFETY SYSTEMS IN BUILDINGS BUILT ACCORDING TO THE "SMART HOUSE" TYPE

The article analyzes the effectiveness and reliability of fire safety systems in buildings built according to the “Smart Home” type. Particular attention is paid to the main rea-

© Алисманов Р. Г., Волков А. В., 2023

son for poisoning people with toxic combustion products, the main goal of the Smart Home fire safety system is to prevent fire and urgently call the fire department

Key words: Artificial intelligence, engineering protection, fire safety, fire, residential building

В современной России большое внимание уделяется вопросам обеспечения пожарной безопасности жилых зданий, о чем свидетельствует законодательная база в рассматриваемой сфере [1].

За последние 30 лет отмечен резкий рост численности городского населения, в свою очередь, это привело к расширению строительства жилых зданий. В научной литературе высказаны различные мнения и предложены различные пути решения в сфере обеспечения пожарной безопасности в жилых зданиях.

Рассмотрим статистические данные в рассматриваемой сфере. За 2022 г. было зарегистрировано 965 пожаров ежедневно, на которых погибал 21 человек, травмированных — 22 человека, огнем уничтожалось 141 строение. Количество погибших на 100 тыс. человек населения – 5,3 человека, количество травмированных на 100 тыс. населения – 5,6 человека.

Чаще всего гибель людей на пожаре вызвана отравлением окисью углерода, например, за рассматриваемый период причин смерти отравление продуктами горения установлена у 2 828 человек [4].

Основная причина отравления людей токсичными продуктами горения вызвана тем, что наибольшая доля пожарной нагрузки жилых помещений в зданиях составляет древесина и материалы, созданные на основе древесины - ДСП и ДВП. Именно при воздействии высоких температурных режимов происходит выделение вредных веществ. В состав ДСП и ДВП входит, например, полиформальдегид (ПФ), который при возникновении пожара выделяет формальдегид. Горение этих материалов приводит к загрязнению атмосферы и воздуха в помещении даже в зоне, прилегающие к пожару [3].

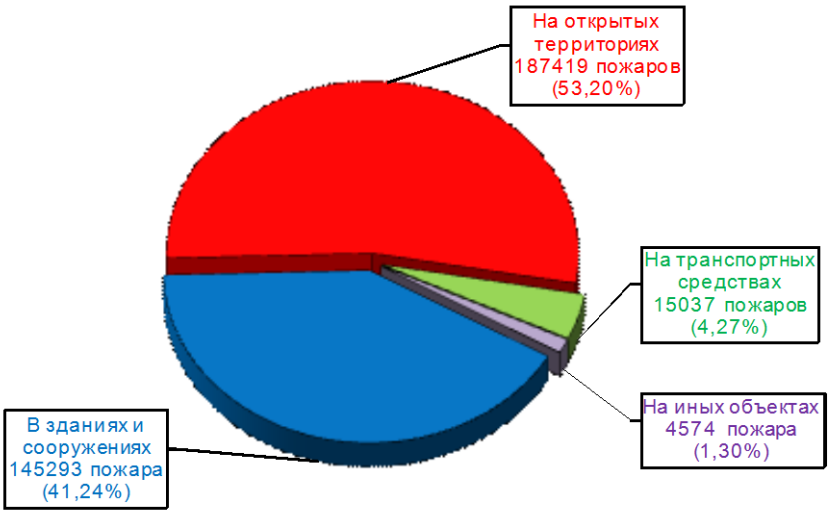


Рис. 1. Распределение пожаров по местам возникновения [4]

Наибольшее количество пожаров произошло в многоквартирных жилых домах 30 816 пожаров (АППГ – 33 506, -8,0 %), на которых погибло 2 542 человека (АППГ – 2 969, -14,4 %), в том числе 94 несовершеннолетних (АППГ – 149, -36,9 %), и получили травмы 3 063 человека (АППГ – 3 216, -4,8 %).

В одноквартирных жилых домах произошло 28 722 пожара (АППГ – 31 324, -8,3 %), на которых погибло 3 537 человек (АППГ – 3 768, -6,1 %), в том числе 169 несовершеннолетних (АППГ – 198, -14,6 %), и получили травмы 1 880 человек (АППГ – 2 028, -7,3 %).

На протяжении длительного времени ученые находятся в поиске проблемы снижения пожаров в жилых домах, работа ведется в различных направлениях, одним из которых является применение автоматизированных систем. Современное общество не удивляет роботизация, поскольку роботы сопровождают человека в различных сферах жизни, нейросети в настоящее время являются обыденным явлением.

Умный дом – это автоматизированное жилище, оборудованное различными системами, которые работают согласовано.

Благодаря видеонаблюдению осуществляется контроль жилого помещения, что повышает безопасность всех жильцов, проживающих в нем.

Умный дом, чаще всего, программируется собственником жилища под свои интересы и предпочтения, например, при определенных условиях включается тепловой режим, освещение и т.д.

Искусственный интеллект также руководит пожарной безопасностью. Главная цель системы пожарной безопасности «Умного дома» - предотвращение возгорания и срочный вызов пожарной охраны. Реализация поставленной цели возможна благодаря специальным датчикам (пожарными извещателями), которые фиксируют температурный режим и улавливают повышение температуры. Также эти датчики способны определить уровень дыма в жилом доме. При незначительном возникновении огня и минимальном появлении дыма – датчики срабатывают. В том случае, если огонь возник без дыма – пожарные извещатели также реагируют на резкое повышение температуры воздуха. Предусмотрена кнопка, запускающая систему пожаротушения (тревожная кнопка), которую устанавливают на видном месте. В случае срабатывания датчиков – включается звуковой сигнал, благодаря которому все жильцы оповещены о пожаре. Далее включается система пожаротушения, на пульт пожарной охраны поступает сигнал вызова пожарной охраны.

Далее включается система пожаротушения, включается дымоудаляющий вентилятор, дым уходит в специальные шахты.

При вышеперечисленной ситуации происходит блокировка электрики и вентиляции, подача газа приостанавливается, включается аварийное освещение, которое помогает находить пути эвакуации. Лифты в это время не работают, находятся на первом этаже с открытыми дверьми.

Предусмотрена различная чувствительность для пожарных извещателей, что позволяет даже отключить электрическую плиту, если имеются признаки подгорания пищи на плите.

Система также отключает электроприборы, оставленные значительное время во включенном положении.

Рис. 2. Возможности системы для квартиры или коттеджа

Перечислим некоторые возможности системы «Умный дом»:

-сенсорное управление на каждом домофоне;

-управление четырьмя зонами: свет, шторы, кондиционер, лифт;

-управление сигнализацией и выход с домофона на сирену;

-просмотр до десяти индивидуальных панелей;

-запись видеороликов и запись посетителей;

-приём индивидуальных или массовых текстовых и графических сообщений с центрального сервера.

Безусловно, система «Умный дом» требует обслуживания, с целью избежать сбоев работы и поддержание системы в рабочем режиме. Это достигается путем прохождения технического обслуживания.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что рассматриваемая система «Умный дом» сводит к минимуму причины возникновения пожаров, позволяет на ранней стадии возгорания использовать все меры, направленные на предотвращение развития пожара и последствий, которые возникают при развитии пожара. Рассматриваемая система также интегрируется в аппаратно-программный комплекс «Безопасный город». Очевидно, что на сегодняшний день всесторонняя разработка эффективных мер, направленных на снижение пожаров, основана на всестороннем изучении вопроса причин возникновения пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности». [Электронный ресурс]: // СПС «Консультант плюс». – URL: http://www.consultant.ru/.

2.Временные единые требования к техническим параметрам сегментов аппаратно-программного комплекса «Безопасный город»22.12.2020 12:36pdf, 8282 Kb.

3. Методика оценки пожарной безопасности жилого дома (квартиры).- М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России. 2022. 66 с.

4.Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 2022 год.

УДК 614.841

А. Е. Алонцев, О. Г. Циркина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЛУЖБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В УЧРЕЖДЕНИЯХ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

Применение современной системы сверхраннего обнаружения и ликвидации возгорания особенно важно на территориях медицинских учреждений в их наиболее критичных зонах – медицинских палатах, подсобных помещениях с медицинскими препаратами, где имеет значение каждая лишняя секунда развития пожара до того, как начнутся активные действия по тушению пожара. Разработка инженерно-технических решений, направленных на обеспечение пожарной безопасности в медицинских учреждениях, играет важную роль при возможном возникновении чрезвычайных ситуаций. При их возникновении медперсонал обязан чётко отрабатывать план действий, предусмотренный при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: пожарная безопасность, учреждения здравоохранения, источник возгорания, пожар.

A. E. Alontsev, O. G. Tsirkina

ORGANIZATION OF THE ACTIVITIES OF THE FIRE SAFETY SERVICE IN HEALTHCARE INSTITUTIONS

The use of a modern system for early detection and elimination of fire is especially important in the territories of medical institutions in their most critical areas – medical wards, utility rooms with medical preparations, where every extra second of fire development is important before active fire extinguishing actions begin. The development of engineering and technical solutions aimed at ensuring fire safety in medical institutions plays an important role in the possible occurrence of emergency situations. In case of their occur-

© Алонцев А. Е., Циркина О. Г., 2023

rence, the medical staff is obliged to clearly work out the action plan provided for in case of emergency situations.

Key words: fire safety, healthcare institutions, source of ignition, fire.

Противопожарная защита является очень сложной и очень ответственной задачей во всех аспектах защиты человеческих жизней и свойств материалов. Текущий уровень противопожарной защиты предполагает проектирование всей системы пожаротушения на основе нормативных актов. Это очень сложный процесс, потому что, помимо многих исходных основ проектирования, которые были предписаны правовыми нормами, правилами и ссылками, он включает в себя множество факторов, которые были выявлены в соответствии с анализом пожарного риска, характеристиками конструкции объекта, характеристиками деятельности и производственный процесс на объекте, материалы и персонал на объекте, рабочая и профессиональная характеристика персонала. Это подразумевает очень сложный процесс определения элементарных проблем, который необходимо выполнить до процесса проектирования самой пожарной системы. Можно сделать вывод, что одной из наиболее важных проблем в проектировании пожарных систем является потенциальное распространение огня.

В учреждениях медицинской помощи есть категория пациентов, имеющих инвалидность (маломобильные группы населения), неспособных передвигаться самостоятельно, то есть без помощи медицинского персонала. Так называемые маломобильные группы населения (МГН) подвержены при пожарах наибольшему риску гибели или получения увечий. В больницах – это инвалиды, лица преклонного возраста и тяжелобольные. Именно они становятся в первую очередь жертвами пожаров в учреждениях здравоохранения и социальной защиты.

В целом на территории Российской Федерации в медицинских учреждениях здравоохранения проблема пожарной безопасности поднимается в средствах массовой информации регулярно, как правило, после очередного возникшего пожара или новых человеческих жертв. При возникновении возгораний в медицинских учреждениях происходят человеческие жертвы и травмы, наносится огромный материальный ущерб дорогостоящему медицинскому оборудованию, зданиям, подсобным сооружениям.

Невзирая на большие штрафы, предписания и предупреждения, которые приводят к санкциям вплоть до закрытия медицинского учреждения, в стране образовался какой-то замкнутый круг, вырваться из которого, кажется, невозможно и главные врачи в ответ разводят руками: куда девать оставшихся больных, если закрыть полностью функционирование больницы и где взять достойное финансирование на приведение в соответствие противопожарной безопасности.

На сегодняшний день состояние более 240 медицинских учреждений подведомственных Департаменту здравоохранения г. Москва Московской области не соответствуют необходимым пожарным нормам и предъявляемым требованиям. Подтверждением этому служат многочисленные факты явных наруше-

ний, выявляемых в ходе проведения инспекторских проверок сотрудниками управления надзорной деятельности и профилактической работы Главного управления МЧС России г. Москва. При проведении повторной проверки данных учреждений здравоохранения видно, персоналом учреждения большинство мероприятий по предупреждению возникновения пожаров и возгораний, обеспечению безопасности людей и готовности к тушению пожара частично устраняются и приводятся в соответствии с законодательством РФ и пожарным нормам. Однако в среднем выполняется только около 50 % предлагаемых мероприятий капитального характера направленных на устранение нарушений.

Под основными недостатками пожарной безопасности принято считать:

• объекты не оборудованы системами пожарной сигнализации и оповещения людей о пожаре, отсутствует автоматическая система пожаротушения;

• имеющиеся в учреждениях автоматические противопожарные системы находятся порой в неисправном техническом состоянии;

• электрооборудование требует капитального ремонта, чердачные помещения многих зданий не обработаны огнезащитным составом;

• пожарные краны в учреждениях частично не укомплектованы необходимым противопожарным оборудованием;

• большое количество медицинских объектов расположено за пределами нормативного радиуса выезда пожарно-спасательных подразделений;

• эвакуационные пути и выходы не соответствуют требованиям безопасности (коридоры, лестничные клетки) отделаны сгораемыми материалами и зачастую загромождены коробками с медикаментов или массивными цветами;

• здания не обеспечены специальными спасательными устройствами;

• персонал большинства лечебных учреждений не обеспечен индивидуальными средствами защиты органов дыхания.

Хочется отметить, что вся большая ответственность за нарушение пожарной безопасности в медицинском учреждении и прилегающей территории возлагается на главного врача или замещающего его должностное лицо, и именно они должны организовать процессы обучения персонала учреждения находящихся в его ведении, обеспечение противопожарного режима, а также работу по устранению выявленных нарушений и приведению медучреждения в соответствующее противопожарное состояние и безопасное для эксплуатации.

Особую тревогу вызывает состояние медицинских учреждений, где целый комплекс нерешенных проблем, связанных с обеспечением пожарной безопасности, усугубляется тем, что в учреждениях данной категории круглосуточно находятся люди с ограниченными физическими возможностями и их эвакуация в случае возникновения пожара может быть затруднена и возможна непредвиденная задержка в действиях пожарно-спасательных подразделений. Помимо общих для объектов здравоохранения противопожарных нарушений, многие такие объекты, во-первых, не обеспечены в полном объеме средствами для эвакуации больных и персонала перинатального центра.

Во-вторых, в ночное время пациенты перинатального центра остаются под присмотром небольшого количества дежурного медицинского персонала. И, в-третьих, сигналы от автоматических установок противопожарной защиты в подавляющем большинстве медицинских учреждений не выведены на пульт «01» или «Единой дежурно-диспетчерской службы муниципального образования субъекту РФ». Все вышеперечисленные нарушения могут стать причинами серьезных происшествий.

В России, как и во всем мире, не исключением и порой основной причиной возгорания является пресловутый человеческий фактор. Двадцать лет назад в Соединённых Штатах Америки, главной причиной множества пожаров и возгораний в медицинских учреждениях были непотушенные сигареты. Сегодня, после более чем 10-летней успешной борьбы с табакокурением, этот фактор практически исчерпан на континентах Северной Америки.

В нашей стране, к сожалению, где курит достаточно большая часть населения, он по-прежнему является доминирующим. Курение в неположенных местах – брошенная непотушенная сигарета – вследствие чего возникает пожар.

Сегодня в век инновационного развития существует и применяется в практической деятельности много концепций по эффективной противопожарной защите медицинских учреждений. Применение современной системы сверхраннего обнаружения и ликвидации возгорания особенно важно на территориях медицинских учреждений в их наиболее критичных зонах (медицинские палаты, подсобные помещения с медицинскими препаратами), где имеет значение каждая лишняя секунда развития пожара до того, как начнутся активные действия по тушению пожара. При этом активное пожаротушение должно быть эффективным и безопасным – как для медицинского персонала и пациентов, так и для материальных средств, оборудования и препаратов.

Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы Городская клиническая больница имени С. П. Боткина Департамента здравоохранения города Москвы (Боткинская больница ДЗМ) – крупнейшее многопрофильное лечебное учреждение столицы. К настоящему времени ежегодно стационарная помощь в Боткинской больнице оказывается более 107 тыс. человек, что составляет 8 % от пролеченных пациентов в Москве. В 80 отделениях можно получить все виды лечения. На базе больницы работают 10 городских медицинских специализированных центров — Региональный сосудистый центр, Московский городской гематологический центр, Центр эндопротезирования костей и суставов, Центр диагностики и лечения токсоплазмоза, Московский городской центр органного донорства, Центр диагностики и лечения экстрапирамидных заболеваний, Межокружной нефрологический центр, Московский городской офтальмологический центр, Симуляционный центр обучения медицинских работников и Центр амбулаторной онкологической помощи.

Так как сфера медицинской деятельности достаточно обширна и число специализированных центров, осуществляющих различные медицинские услу-

ги, довольно распространено, а тем более в столице нашей страны России, нашей Родины, тема является актуальной.

В наше время ежедневно люди обращаются за помощью к медицинским организациям для проведения диспансеризации, выявления болезней, лечения, в профилактический мерах и т.д. Ежегодно 800 000 посещений осуществляют пациенты через консультативно-диагностическую поликлинику ГБУЗ ГКБ им. С. П. Боткина ДЗМ, 100 000 пациентов ежегодно получают стационарную специализированную помощь, 70 000 операций проводится ежегодно для пациентов, из них порядка 10 000 - по категории высокотехнологичной медицинской помощи. Так как в подобных учреждениях находится довольно большое скопление людей как проходящих лечение, так и обслуживающихся в стационарах, необходимо обеспечивать особое внимание к организации пожарной безопасности учреждения.

Проанализировав несколько источников, было выявлено, что основными причинами возникновения чрезвычайных ситуаций в медицинских учреждения, являются пожары и задымления. В связи с этим, было принято решение, основное внимание в данной работе выделить на повышение уровня пожарной безопасности и разработке эффективных путей ее повышения, и недопущения возникновения чрезвычайных ситуаций.

Разработка инженерно-технических решений, направленных на обеспечение пожарной безопасности в медицинских учреждениях, играет важную роль при возможном возникновении чрезвычайных ситуаций. При их возникновении медперсонал обязан чётко отрабатывать план действий, предусмотренный при возникновении чрезвычайных ситуаций. Во избежание материального ущерба и жертв, должна быть разработана современная комплексная система по обеспечению пожарной безопасности медицинского учреждения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 № 69-ФЗ.

Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 21.05.2021) «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».

3. Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» от 26.12.2008 № 294-ФЗ

4. «Градостроительный кодекс Российской Федерации» от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 01.05.2022).

5. ГОСТ 12.1.004 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования.

УДК 614.842

С. В. Антонов
Академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ КЛЮЧЕВЫХ СЛОВ ДЛЯ ИСПРАВЛЕНИЯ ОШИБОК И ВЫЯВЛЕНИЯ ОДНОЗНАЧНОСТИ В ТЕКСТОВЫХ СООБЩЕНИЯХ О ПОЖАРАХ И ЧС

Выявлены ключевые слова для дежурно-диспетчерских служб «Системы-112». Проведена согласованность мнений экспертов методом Кронбаха.

Ключевые слова: ключевые слова, текстовые сообщения о пожаре и ЧС, Система-112, Сообщение-112.

S. V. Antonov

KEYWORD ANALYSIS TO CORRECT ERRORS AND IDENTIFY UNAMBIGUITY IN TEXT MESSAGES ABOUT FIRES AND EMERGENCIES

The key words for the duty dispatching services of "System-112" have been identified. The consistency of expert opinions by the Kronbach method was carried out.

Key words: keywords, text messages about fire and emergency, System-112, Message-112.

Количество обращений в «Систему-112» увеличивается с каждым годом. Кроме телефонных сообщений о пожарах или ЧС, очевидцы могут сообщить о возникновении опасности жизни и здоровью граждан и пересылкой коротких текстовых сообщений (SMS). Обмен текстовыми сообщениями настолько вошел в жизнь людей, что некоторые способны набирать и отправлять сообщения не только не глядя на экран телефона, но и держа руку в кармане или сумке. Прием и обработка текстовых сообщений о пожарах или ЧС (Сообщение-112) будет удобно и неспособным передавать голосовые сообщения (глухонемые инвалиды), но и позволит передать сообщения при захвате заложников. Так же передача текстовых сообщений больше экономит заряд батареи мобильного телефона, что актуально для находящихся под завалом пострадавших.

При обработке текстовых сообщений диспетчера «Системы-112» столкнуться с огромным количеством ошибок в сообщениях. Для исправления ошибок и восстановления смысловой однозначности текстового сообщения нужен словарь для спец служб. В этом словаре будут содержаться слова с которыми люди чаще всего могут обратиться в ту или иную службу. Т.е. слово «**пожар**» и слово «**мозгу**» имеют по 5 букв, но находясь в стрессовой ситуации люди будут торопиться, ошибаться и вместо слова «**пожар**» система Т9 наберет слово

© Антонов С. В., 2023

«**мозгу**». Для диспетчера «Системы-112» сообщения с такими ошибками логически не понятны и будут удалены [1-3].

Ключевые слова для дежурно-диспетчерских служб (ДДС) «Системы-112» были побраны системой Wordstat на сервере yandex.ru. Система показывает статистику часто используемых слов при наборе с персональных компьютеров, мобильных телефонов и планшетов. На основании статистических данных системы Wordstat, было выявлено 120 самых часто используемых слов [4].

Для определения принадлежности ключевых слов к конкретной ДДС был проведен опрос экспертов. Для повышения достоверности результатов было собрано две группы экспертов по 250 человек в каждой. Опрос проводился через Google- формы [5]:

Первая группа:

- возраст — 18–25 лет;
- образование — среднее, неполное высшее, высшее;
- опыт работы — без опыта работы.

Вторая группа:

- возраст — 25–45 лет;
- образование — неполное высшее, высшее;
- опыт работы — минимум 1 год в МЧС.

Определение принадлежности ключевых слов для ДДС, проводилось методом оценки в баллах. Тест оценки в баллах для экспертов обеих групп, заключался в присвоении баллов ключевому слову в соответствии со шкалой 0–100 (100 сумма всех баллов, для одного ключевого слова). В табл. 1 приведена средняя по баллам, присвоенным ключевым словам каждым из 500-и экспертов обеих групп.

Для определения согласованности мнений экспертов применялся метод альфа Кронбаха. Если разброс результатов теста меньше, чем разброс результатов для каждого отдельного вопроса, следовательно, каждый отдельный вопрос направлен на исследование одного и того же общего основания. Они вырабатывают значение, которое можно считать истинным. Если такое значение выработать нельзя, то есть получается случайный разброс при ответе на вопросы, тест не надежен и коэффициент альфа Кронбаха будет равен 0. Если же все вопросы измеряют один и тот же признак, то тест надежен и коэффициент альфа Кронбаха в этом случае будет равен 1. Коэффициенты альфы Кронбаха рассчитываются, согласно табл. 2.

Применение метода вариации (когда значение коэффициента вариации менее 33 %, то совокупность считается однородной, если больше 33 %, то – неоднородной) не возможна как видно из таблицы 2, т.к. коэффициент вариации, рассчитывается путем деления стандартного отклонения на среднее значение, то получается деление на 0, что не допустимо. Расчетные значения альфы Кронбаха представленные в табл. 3 не опускаются ниже 0,8 из чего следует - тест надежен.

Таблица 1. **Средние значения баллов экспертной оценки ключевых слов по дежурно-диспетчерским службам "Системы 112"**

№ п/п	*Ключевое слово*	ДДС					
		Пожарная охрана	*Служба реагирования в чрезвычайных ситуациях*	*Полиция*	*Служба скорой медицинской помощи*	*Аварийная служба газовой сети*	*Служба Антитеррор*
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*
1	пожар	*80,00*	*0,00*	*0,00*	*17,60*	*0,80*	*0,00*
…	…	...	...	...	...	...	...
32	наводнение	*10,20*	*70,40*	*2,60*	*12,40*	*1,00*	*0,20*
…	…	...	...	...	...	...	...
36	милиция	*1,00*	*0,80*	*90,80*	*5,60*	*0,60*	*1,20*
…	…	...	...	...	...	...	...
78	врач	*1,20*	*1,60*	*3,20*	*82,40*	*3,60*	*0,00*
…	…	...	...	...	...	...	...
111	04	*2,40*	*5,20*	*3,60*	*4,40*	*74,00*	*2,00*
…	…	...	...	...	...	...	...
120	заложники	*0,40*	*0,80*	*12,00*	*12,40*	*2,00*	*64,80*

Таблица 2. **Средние значения баллов экспертной оценки ключевого слова «*пожар*»**

№ Эксперта	ДДС						КОРРЕЛЯЦИЯ
	Пожарная охрана	*Служба реагирования в чрезвычайных ситуациях*	*Полиция*	*Служба скорой медицинской помощи*	*Аварийная служба газовой сети*	*Служба Антитеррор*	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	8
1	80	0,00	0,00	20	0,00	0,00	1
…	…	…	…	…	…	…	…
500	80	0	0	20	0	0	1
Среднее значение	80	0	0	17,6	0,8	0	**СР.КОРРЕЛЯЦИЯ**
Стандартное отклонение	0	0	0	6,633249581	4	0	*0,991232607*
Варитация	0	-	-	0,376889181	5	-	**Альфа Кронбаха**
							0,999646328

Таблица 3. **Расчетные значения альфы Кронбаха по ключевым словам**

№ п/п	КЛЮЧЕВОЕ слово	Альфа Кронбаха	№ п/п	КЛЮЧЕВОЕ слово	Альфа Кронбаха	№ п/п	КЛЮЧЕВОЕ слово	Альфа Кронбаха
1	2	3						
1	пожар	**0,99965**	41	полиция	**0,99586**	81	больно	**0,96645**
2	жарко	**0,98805**	42	оружие	**0,97850**	82	череп	**0,96604**
3	потушить	**0,99851**	43	полицейский	**0,99522**	83	ноги	**0,85657**
4	огонь	**0,99636**	44	сотрудник	**0,96349**	84	страх	**0,97061**
5	тушение пожаров	**0,99821**	45	преступник	**0,99070**	85	голова	**0,94988**
6	пекло	**0,98064**	46	смерть	**0,97500**	86	руки	**0,96939**
7	взрыв	**0,93256**	47	криминальная	**0,98603**	87	шок	**0,97404**
8	очаг	**0,98827**	48	маньяк	**0,99530**	88	лицо	**0,94819**
9	взрывы	**0,93620**	49	террор	**0,98633**	89	спина	**0,96537**
10	пожарная безопасность	**0,99219**	50	убийца	**0,98755**	90	подбородок	**0,96769**
11	пожарная охрана	**0,99042**	51	насилие	**0,99373**	91	глаза	**0,98291**
12	сигнализация	**0,94930**	52	порядок	**0,97534**	92	ожог	**0,98617**
13	служба спасения	**0,96702**	53	преступление	**0,99095**	93	кровотечение	**0,98663**
14	пожарная часть	**0,99911**	54	тюрьма	**0,99414**	94	обморожение	**0,98649**
15	пожарная сигнализация	**0,99154**	55	крик	**0,96059**	95	вывих	**0,98852**
16	пожарник	**0,98603**	56	розыск	**0,99099**	96	перелом	**0,99395**
17	огнетушители	**0,99345**	57	труп	**0,96965**	97	ушиб	**0,99446**
18	ДДС	**0,88989**	58	бомж	**0,98054**	98	травма	**0,99463**
19	пожарный	**0,99910**	59	02	**0,99058**	99	инсульт	**0,99357**
20	01	**0,99599**	60	вор	**0,99095**	100	инфаркт	**0,99433**
21	возгорание	**0,99844**	61	воруют	**0,98818**	101	астма	**0,97725**
22	задымление	**0,99580**	62	мертвец	**0,97344**	102	аллергия	**0,98935**
23	дым	**0,99701**	63	авария	**0,99058**	103	задыхается	**0,99296**
24	столб дыма	**0,99834**	64	автоавария	**0,92920**	104	03	**0,99381**
25	гарь	**0,99743**	65	ДТП	**0,92973**	105	обморок	**0,99103**
26	вскрыть	**0,97913**	66	ДПС	**0,98413**	106	потеря сознания	**0,99370**
27	землетрясение	**0,98059**	67	криминал	**0,98618**	107	отравление	**0,96269**
28	засыпало	**0,99450**	68	авторитет	**0,97533**	108	приступ	**0,99128**
29	вода	**0,96516**	69	казнь	**0,98006**	109	запах	**0,96410**
30	разрушилось	**0,99168**	70	катастрофа	**0,83202**	110	газ	**0,97477**
31	МЧС	**0,97379**	71	выстрел	**0,98400**	111	04	**0,93604**
32	наводнение	**0,99239**	72	стрельба	**0,98636**	112	запахло	**0,99825**
33	затопление	**0,98383**	73	угон	**0,99035**	113	вспышка	**0,98647**
34	обрушение	**0,99042**	74	взлом	**0,98786**	114	терроризм	**0,96558**
35	завал	**0,99295**	75	ограбление	**0,99002**	115	теракт	**0,99485**
36	милиция	**0,99549**	76	нападение	**0,99314**	116	война	**0,99370**
37	МВД	**0,99242**	77	доктор	**0,99446**	117	бомба	**0,99450**
38	милиционер	**0,99591**	78	врач	**0,98982**	118	взрывчатка	**0,99264**
39	ГУВД	**0,99607**	79	боль	**0,96998**	119	ФСБ	**0,96965**
40	отделение милиции	**0,99605**	80	тело	**0,97170**	120	заложники	**0,98054**

Средняя бальная оценка слова «**авария**» (ДДС «Пожарная охрана» - 23,20 балла, ДДС «Служба реагирования в чрезвычайных ситуациях» - 22,40 балла, ДДС «Полиция» 15,20 балла и ДДС «Служба скорой медицинской помощи» - 22,80 балла) показывает, что на одно сообщение могут отреагировать 2 и более ДДС. Для выявления однозначности смысла и определения в какие ДДС направить «Сообщение-112», необходимо определение главной и второстепенных ДДС [2, 3].

Полученный словарь ключевых слов для ДДС «Системы-112» позволит не только исправлять ошибки в словах, но и менять смысловую однозначность сообщения при автоматизированной обработке сообщений, поступающих в «Систему 112».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волков А.А., Антонов С.В. Киберфизические системы оповещения о чрезвычайных ситуациях в зданиях лицами с ограниченными возможностями здоровья // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 9. С.93-97.

2. Зыков В.И., Антонов С.В. Алгоритм восстановления однозначности смыслового понятия в сообщении-112, набранном с ошибками // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2016. № 3. С. 7-14.

3. Антонов С.В. Обработка сообщений, поступивших в дежурно-диспетчерские службы «Системы 112» // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения / Материалы Международной научно-технической конференции «INTERMATIC–2014», 1–5 декабря 2014 г., Москва. / Под ред. академика РАН А.С. Сигова. – М.: МГТУ МИРЭА, 2014, часть 5. – 277 с. - С. 59-64

4. Антонов С.В. Определение ключевых слов для дежурно-диспетчерских служб «Системы 112» // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация 2 – 2014. – С. 29-34

5. Антонов С.В. Обработка текстовых сообщений (СМС) службой "Система 112" [Электронный ресурс]. http://goo.gl/forms/ 66bbFGt0ciZk25sg1 (дата обращения: 18.05.2022).

УДК: 621.039.586, 544.452

Е. А. Арефьева, А. М. Кобелев, С. А. Титов
Уральский институт ГПС МЧС России

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ЛАНТАНИДА ЕВРОПИЯ ПРИ АВАРИЯХ НА АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ РБМК

Атомные электростанции (АЭС) играют важную роль в снабжении мира электроэнергией, однако существует ряд вопросов в отношении безопасности этих энергетических объектов. При помощи метода термодинамического моделирования исследовано поведение лантанида европия при возможной аварии на атомной электростанции с реактором РБМК.

Ключевые слова: окисление графита, радиоактивный графит, термодинамический анализ, авария.

© Арефьева Е. А., Кобелев А. М., Титов С. А., 2023

E. A. Arefeva, A. M. Kobelev, S. A. Titov

MODELING THE BEHAVIOR OF EUROPIUM LANTHANIDE DURING ACCIDENTS AT RBMK NUCLEAR POWER PLANTS

Nuclear power plants (NPPs) play an important role in supplying the world with electricity, but there are a number of questions regarding the safety of these energy facilities. Using the thermodynamic modeling method, the behavior of europium lanthanide during a possible accident at a nuclear power plant with an RBMK reactor was studied.

Key words: fire and explosion hazard of processes at nuclear power plants, radioactive graphite, thermodynamic analysis, accident.

На сегодняшний день атомные электростанции (АЭС) являются одним из основных источников электроэнергии во многих странах мира. Однако, в свете последних событий, связанных с пожарами и взрывами на некоторых АЭС, возникает вопрос о безопасности процессов, происходящих на этих объектах.

Менее чем за полувековую историю развития ядерной энергетики произошло четыре крупных аварии на АЭС, вызвавшие тяжелые последствия. Первая – в 1957 г., вторая – в 1979 г., третья – в 1986 г. и четвертая – в 2011 г. А всего в 15 странах мира произошло более 200 инцидентов и аварий различной степени сложности и опасности [0].

После аварии на Чернобыльской атомной электростанции – крупнейшей техногенной катастрофы XX века в Российской Федерации радиоактивному загрязнению подверглось около одного миллиона гектаров лесного фонда и более 59 тысяч квадратных метров территории. На территории, пострадавшей от аварии, проживало около трех миллионов человек, малая часть которых была переселена.

Рис. 1. Авария на Чернобыльской АЭС

Взрыв, который полностью разрушил реактор произошел в 01:23 26 апреля 1986 года (рис. 1). В результате аварии произошел выброс радиоактивных веществ в окружающую среду, а именно изотопов урана, плутония, йода, стронция и цезия. Наибольшему загрязнению были подвержены территории России, Украины и Беларуси.

Загрязнение местности от чернобыльской катастрофы происходило в ближайшей зоне (80 км) в течение 4–5 суток, а в дальней зоне примерно 15 дней. Наиболее сложная и опасная радиационная обстановка сложилась в 30 км зоне от АЭС, в Припяти и Чернобыле. Из-за этого оттуда было эвакуировано все население. К началу 1990 г. во многих районах мощность дозы уменьшилась и приблизилась к фоновым значениям 12–18 мкР/ч. Припять и Чернобыль и на сегодня представляют опасность для жизни [0].

На АЭС реактор является мощным источником накопления радио активных веществ. В качестве ядерного топлива применяются, главным образом, двуокись урана 238 (^{238}U), обогащенная ураном 235 (^{235}U). Топливо размещается в тепловыделяющих элементах – твэлах, а точнее в металлических трубках диаметром 6–15 мм, длиной до 4 м [0]. В качестве одного из основных конструкционных углеродных материалов (КУМ) в атомных установках разного назначения используют реакторный графит. Детали из него выполняют важную функцию в технологии управляемой ядерной реакции – замедление, отражение нейтронов, воспрепятствование покидания ими активной зоны реактора. Графит для ядерных реакторов имеет очень низкое содержание поглотителей нейтронов — кадмия и бора (порядка 0,0001 %) [0].

Радиоактивный графит содержит радионуклиды, продукты деления и элементы превращения. При окислении радиоактивного графита радиоактивные элементы либо остаются с негорючей частью, либо испаряются в зависимости от степени их летучести.

В данной работе исследовалось поведение европия при окислении радиоактивного графита методом термодинамического моделирования.

Химический элемент европий (Eu) – это редкий металл, который получил свое название в честь континента Европы. Он известен своей способностью производить яркий свет различных цветов, и поэтому часто используется в различных технологиях и промышленных процессах.

Однако, помимо своих полезных свойств, европий также имеет потенциальную пожароопасность, которая требует особой осторожности в его обращении. Европий, такой как многие другие редкие металлы, имеет низкую точку плавления и высокую температуру испарения. Это означает, что при нагревании или в случае пожара, он может быстро испаряться или расплавляться, выделяя при этом опасные газы и пары, которые являются потенциально токсичными.

Кроме того, химический элемент европий способен образовывать горючие соединения с кислородом, что делает его еще более пожароопасным. При соприкосновении с кислородом или другими окислителями, европий может легко загореться и стать причиной серьезного пожара [0].

Целью данной работы является определение возможного состава летучих соединений лантанида европия в результате возможных аварий на атомных электростанциях с реакторами большой мощности канальными.

Термодинамический анализ осуществлен в программном комплексе TERRA, который разработан в Московском государственном техническом университете им. Н. Э. Баумана. Программа позволяет выполнять термодинамические расчеты состава фаз произвольных гетерогенных систем, а также их термодинамических и транспортных свойств [0-0].

В качестве исходных параметров для исследуемой системы задавалось два параметра равновесия: температура, К; давление, МПа. Начальная температура – 373 К, конечная температура – 3273 К. Шаг температуры – 100 К. Давление – 0,1 МПа.

Возможные соединения европия для исследуемой системы представлены в таблице.

Таблица. **Возможные соединения европия для исследуемой системы**

Радиоизотопы европия в реакторном графите	**Фаза**	**Возможные соединения европия в равновесной системе**
^{150}Eu, ^{151}Eu, ^{152}Eu, ^{153}Eu, ^{154}Eu, ^{155}Eu	газовая	Eu+, EuO, Eu
	конденсированная	EuOCl, Eu_2O_3, EuO, $EuCl_2$

Распределение европия по фазам приведено на рис. 2. В диапазоне температур 373 – 573 К наблюдается реакция взаимодействия конденсированного оксида европия (III) Eu_2O_3 с конденсированным оксид-хлоридом европия EuOCl, содержание которого увеличивается до ~ 99,95 мол%. В температурном интервале от 883 К до 1073 К наблюдается обратная реакция между этими веществами.

При температурном значении 1273 К наблюдается реакция между конденсированным оксидом европия (III) Eu_2O_3 и конденсированным оксидом европия EuO, содержание которого при температуре 1373 К составляет ~ 99,65 мол%.

Начиная с температурного значения 1773 К в системе происходит термическое испарение конденсированной фазы лантанида европия. При температуре 1973 К европий в системе находится в виде ионизированного европия (Eu^+) с содержанием ~ 44,79 мол%, газообразного оксида европия (EuO) ~ 37 мол% и газообразного европия (Eu), содержание которого составляет ~18 мол%.

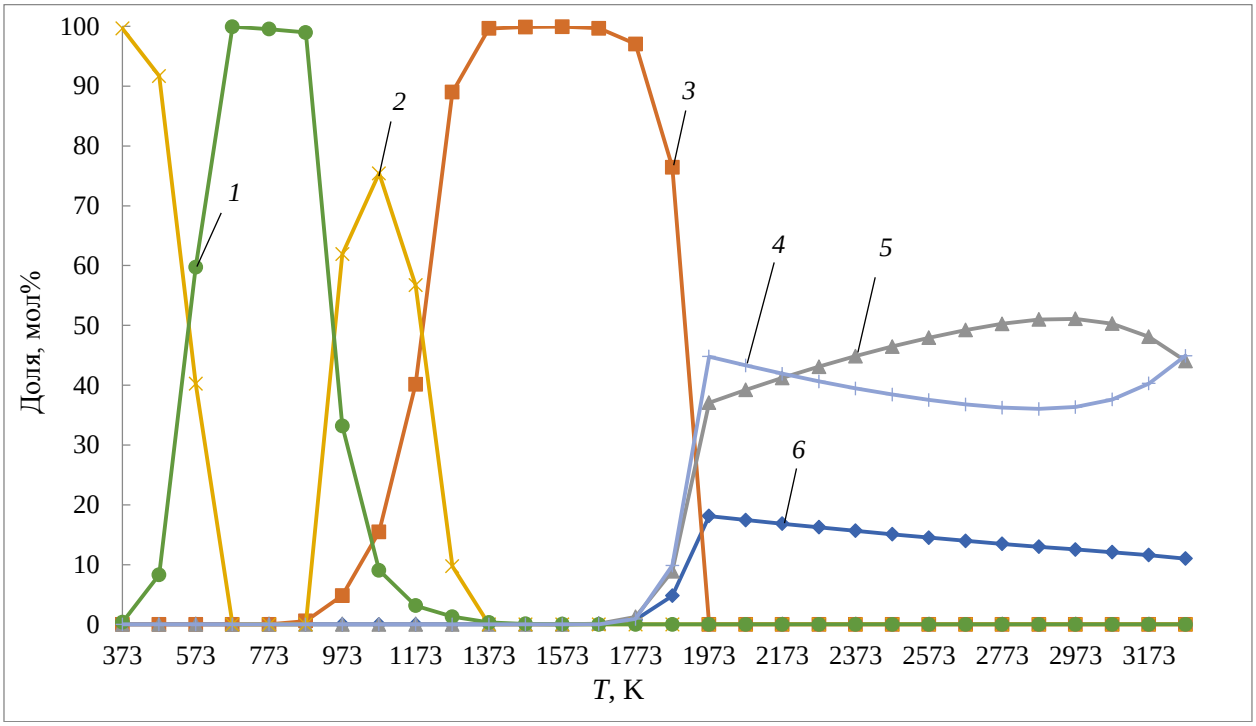


Рис. 2. Распределение европия по фазам. 1 – EuOCl (конд.), 2 – Eu_2O_3 (конд.), 3 – EuO (конд.), 4 – Eu+, 5 – EuO (г.), 6 – Eu(г.)

В результате проведенного термодинамического моделирования можно сделать следующие выводы: в радиоактивном графите европий, содержащийся в виде примесей, при температуре от 373 до 1773 К находится в конденсированной фазе в виде оксидов и оксид-хлорида. В диапазоне температур 1773–3273 К европий присутствует в газообразном виде.

Таким образом, в работе получены справочные данные поведения лантанида европия в диапазоне температур от 373 до 3273 К, которые необходимо учитывать в результате возможных аварий на реакторах большой мощности канальных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Barbin N., Kobelev A., Terent'ev D., Alekseev S. Thermophysical characteristics of radioactive graphite - water vapor system. MATEC Web of Conferences. 33rd Siberian Thermophysical Seminar, STS 2017. 2017. С. 04005.

2. Арефьева Е.А., Кобелев А.М., Барбин Н.М., Терентьев Д.И., Титов С.А., Прытков Л.Н. Моделирование поведения актинида бериллия при авариях на атомных электростанциях. Актуальные проблемы пожарной безопасности. материалы Международной XXXIV научно-практической конференции, посвященной 85-летию образования ФГБУ ВНИИПО МЧС России. Москва, 2022. С. 696-700.

3. Арефьева Е.А., Кобелев А.М., Титов С.А. Моделирование поведения актинида плутония при авариях на атомных электростанциях. Приоритетные направления развития системы обеспечения техносферной и пожарной безопасности объектов за-

щиты и территорий. Сборник трудов III Международной научно-практической конференции. Химки, 2022. С. 111-115.

4. Барбин Н.М., Кобелев А.М., Терентьев Д.И., Алексеев С.Г. Поведение углерода и урана при нагревании радиоактивного графита в парах воды. термодинамическое моделирование. Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2016. Т. 59. № 9. С. 16-20.

5. Барбин Н.М., Кобелев А.М., Терентьев Д.И., Алексеев С.Г. Термодинамическое моделирование поведения радионуклидов при нагреве (сжигании) радиоактивного графита в парах воды. Пожаровзрывобезопасность, 2014, № 10, с.38-47.

6. Скачек М. А. Радиоактивные компоненты АЭС: обращение, переработка, локализация: учебное пособие для вузов / М.А. Скачек. – М.: Издательский дом МЭИ, 2014. – 552 с.

7. Скачек М.А. Обращение с отработанным ядерным топливом и радиоактивными отходами АЭС. М.: МЭИ, 2007, 448 с

8. Титов С.А., Барбин Н.М., Кобелев А.М. Аварийные ситуации, произошедшие на атомных электростанциях за период 1952-1991 гг. Техносферная безопасность. 2021. № 4 (33). С. 113-125.

9. Титов С.А., Кобелев А.М., Барбин Н.М., Кокорин В.В. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021622936 «Чрезвычайные ситуации на атомных электростанциях за период 1952-2019 гг.», ФСИС, Заявка № 2021622721 от 30 ноября 2021 г. Дата гос. Регистрации: 14 декабря 2021 г.

УДК 614.8

А. В. Ахметхафизов, А. А. Шарафутдинов, А. А. Шарафутдинова
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

РАЗВИТИЕ АВТОНОМНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ БЫСТРОЙ И ЭФФЕКТИВНОЙ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ НА ОБЪЕКТАХ СО ВЗРЫВЧАТЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Данная статья рассматривает проблемы и перспективы развития автономных роботизированных систем для оперативной и эффективной ликвидации последствий пожаров и взрывов на объектах, содержащих взрывчатые материалы.

Ключевые слова: автономные системы, роботизированные системы, пожары, взрывы, взрывчатые материалы, ликвидация, чрезвычайные ситуации.

A. V. Akhmetkhafizov, A. A. Sharafutdinov, A. A. Sharafutdinova

DEVELOPMENT OF AUTONOMOUS ROBOTIC SYSTEMS FOR QUICK AND EFFICIENT ELIMINATION OF THE CONSEQUENCES OF FIRE AND EXPLOSIONS AT FACILITIES WITH EXPLOSIVE MATERIALS

© Ахметхафизов А. В., Шарафутдинов А. А., Шарафутдинова А. А., 2023

This article examines the problems and prospects for the development of autonomous robotic systems for prompt and effective liquidation of the consequences of fires and explosions at facilities containing explosive materials.

Key words: autonomous systems, robotic systems, fires, explosions, explosive materials, liquidation, emergency situations.

Цель исследования состоит в анализе текущих достижений и потенциальных направлений развития робототехники в данной области, а также выявлении преимуществ и проблем, связанных с применением автономных систем в делах чрезвычайных ситуаций. В статье будут рассмотрены технологические решения, алгоритмы и применяемые модели для повышения эффективности работы автономных роботизированных систем при ликвидации пожаров и взрывов. Результаты исследования позволят определить направления будущего развития автономных систем в данной области и применять их в повседневной практике ликвидации чрезвычайных ситуаций.

В современном обществе взрывы и пожары на объектах со взрывчатыми материалами представляют серьезную угрозу для жизни и здоровья людей, окружающей среды, а также экономической безопасности. Традиционные методы борьбы с такими чрезвычайными ситуациями требуют значительных усилий и время, а также подвергают опасности сотрудников служб спасения [1].

В этом контексте развитие автономных роботизированных систем является важным направлением. В настоящее время существуют различные робототехнические системы, применяемые для ликвидации пожаров и взрывов на объектах со взрывчатыми материалами.

1. Пожарные роботы

Пожарные роботы предназначены для борьбы с возгораниями в опасных условиях. Они оснащены системами пожаротушения, такими как водяные струи или пена. Пожарные роботы могут оперировать в высокотемпературной среде, что позволяет им проникать в опасные зоны, недоступные для людей. Эти роботы также оснащены сенсорными системами для обнаружения и мониторинга пожаров.

2. Роботы для обезвреживания взрывчатых материалов

Для обезвреживания взрывчатых материалов используются специальные роботы. Эти системы оснащены манипуляторами и инструментами для манипулирования и нейтрализации взрывчатых веществ. Такие роботы могут манипулировать опасными материалами, не подвергая людей опасности.

3. Дроны

Дроны все шире применяются в ликвидации пожаров и взрывов. Они могут использоваться для быстрого обзора обстановки, поиска и идентификации источников пожара или опасных материалов. Дроны также могут помочь в контроле распространения пожара или испарения взрывчатых веществ.

4.Системы искусственного интеллекта

Системы искусственного интеллекта на основе машинного обучения могут быть использованы для предсказания и предотвращения пожаров и взрывов. Путем анализа данных и сенсорной информации, такие системы могут распознавать потенциально опасные ситуации и принимать соответствующие меры.

5.Роботы для поиска и спасения

Роботы для поиска и спасения могут быть использованы для обнаружения и спасения людей в зонах пожара или взрыва. Эти роботы оснащены системами детектирования людей и могут проникать в опасные зоны для проведения поисково-спасательных операций.

Преимущества и ограничения существующих решений.

Безопасность: автономные роботизированные системы позволяют минимизировать риск для людей, которых иначе пришлось бы отправлять в опасные условия.

Эффективность: роботы могут работать непрерывно и выполнять задачи быстрее, чем люди. Они также могут проникать в труднодоступные и опасные места.

Масштабируемость: роботы могут быть развернуты в больших количествах и координированы для совместной работы на объекте с взрывчатыми материалами.

Устойчивость к условиям: автономные роботы могут работать в экстремальных температурах, высокой влажности и других неблагоприятных условиях, что делает их более надежными в задачах ликвидации пожаров и взрывов.

Но в то же время существует ряд некоторых ограничений для работы роботизированных систем, такие как: сложность восприятия окружающей среды - роботам часто требуется точная оценка ситуации для эффективной работы, но некоторые условия, такие как густой дым или помехи в сенсорах, могут затруднить этот процесс, ограниченность функций - некоторые роботы могут быть специализированы только на определенных задачах, что ограничивает их универсальность и способность адаптироваться к различным ситуациям, обучение и управление - разработка и обучение роботов требует значительных ресурсов, включая экспертное знание и время для подготовки эффективных алгоритмов управления.

Для решения данных проблем предлагаются следующие технологические решения:

Развитие более точных и чувствительных сенсорных систем позволит роботам более эффективно обнаруживать пожары, взрывчатые материалы и опасные условия. Улучшенные алгоритмы картографии и навигации позволят роботам более точно определять свое местоположение и перемещаться внутри опасных зон. Роботы, оснащенные алгоритмами искусственного интеллекта, могут использоваться для анализа данных, прогнозирования распространения пожаров и принятия грамотных решений. Развитие коммуникационных протоколов

и систем координации позволит автономным роботам лучше сотрудничать и взаимодействовать с другими роботами и оперативными службами. Эти технологические решения и алгоритмы помогут повысить эффективность автономных роботизированных систем при ликвидации пожаров и взрывов, обеспечивая более точное обнаружение и быструю реакцию на чрезвычайные ситуации. Однако, необходимо продолжать исследования и разработки в этой области для достижения еще более передовых технологий и алгоритмов [2].

Перспективы развития автономных роботизированных систем в будущем охватывают несколько аспектов:

1. Возможности применения робототехники в сотрудничестве с человеком:

В будущем можно ожидать более тесного взаимодействия между роботами и людьми в ликвидации пожаров и взрывов. Разработка совместных алгоритмов и систем коммуникации позволит обеспечить более эффективную координацию действий между автономными роботами и человеческими командами спасения. Это позволит улучшить скорость реакции, принятие решений и координацию операций при ликвидации чрезвычайных ситуаций.

2. Развитие новых материалов и технологий:

Одной из перспектив развития автономных роботизированных систем является создание более мощных, гибких и устойчивых роботов. Применение новых материалов, таких как умные полимеры или композитные материалы, может повысить прочность, легкость и степень защиты роботов от воздействия пожаров и взрывов. Технологии робототехники будут разрабатываться с использованием новых принципов и подходов, позволяющих автономным системам приспосабливаться к разнообразным средам и условиям:

3. Интеграция различных специализированных систем спасения:

Для повышения эффективности ликвидации пожаров и взрывов возможна интеграция различных специализированных систем спасения в единую автономную сеть [3]. Это позволит роботам совместно выполнять сложные задачи, координировать свои действия и обмениваться информацией для более обширного и точного анализа ситуации. Такая интеграция систем спасения и роботов способствует эффективной координации и оптимальному использованию ресурсов в чрезвычайных ситуациях [4].

В целом, развитие автономных роботизированных систем в ликвидации пожаров и взрывов будет направлено на повышение безопасности, увеличение эффективности и снижение рисков для людей. Это предполагает усовершенствование технологий, разработку новых материалов и стандартов, а также наращивание интеграции между роботами и человеческими командами спасения. Футуристические технологии, такие как искусственный интеллект, машинное обучение и автономная навигация, будут играть важную роль в достижении этих целей и обеспечении безопасности и благополучия в случае пожаров и взрывов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gazizov A.M., Kuznetsova O.V., Sharafutdinov A.A., Shaimuhametova K.M. Improvement of fire retardant properties of wood materials / В сборнике: 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.

2. Собурь, С.В. Пожарная безопасность объектов электроэнергетики / С.В. Собурь. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. — 192 с.

3. 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, 2018. — 224 с.

4. Шарафутдинов А.А. Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного мониторинга окружающей среды/ А.А. Шарафутдинов, С.А. Имамутдинов, А.Н. Мухаметьянова, А.Т. Табульдина, Т.А. Маннанов // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2018. № 2. - С. 99-116.

5. Шарафутдинов А.А., Имамутдинов С.А., Хайретдинов И.А. Инновационные методы ликвидации аварий, связанных с открытыми выбросами с возгоранием, при разработке нефтяных месторождений / Актуальные проблемы и современные технологии обеспечения пожарной, экологической и промышленной безопасности. // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 99-101.

6. Хафизов И. Ф., Шарафутдинов А. А., Имамутдинов С. А. Ахметхафизов А. В., Мансуров Р. А Совершенствование методики оценки оперативно-тактических характеристик пожарно-спасательных гарнизонов // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2017. № 5. - С. 159-160.

УДК 614.8

А. В. Ахметхафизов, А. А. Шарафутдинов, А. А. Шарафутдинова
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРА

Данная научная статья рассматривает актуальную проблему обнаружения пожара и предлагает исследование инновационных методов и технологий для эффективного и надежного обнаружения пожара.

Ключевые слова: обнаружение пожара, датчики, анализ данных, машинное обучение, обработка изображений, надежность, эффективность.

© Ахметхафизов А. В., Шарафутдинов А. А., Шарафутдинова А. А., 2023

A. V. Akhmetkhafizov, A. A. Sharafutdinov, A. A. Sharafutdinova

INNOVATIVE METHODS AND TECHNOLOGIES TO IMPROVE FIRE DETECTION

This scientific article examines the current problem of fire detection and proposes a study of effective methods and technologies for effective and reliable fire detection.

Key words: fire detection, sensors, data analysis, machine learning, image processing, reliability, efficiency.

Цель исследования состоит в анализе существующих методов обнаружения пожара, выявлении их недостатков и проблем, а также исследовании новых подходов и технологий для повышения точности, скорости и надежности обнаружения пожара. В статье будут представлены различные методы обнаружения, такие как использование датчиков, интеллектуального анализа данных, машинного обучения и передовых технологий обработки изображений. Результаты исследования позволят определить перспективы развития технологий обнаружения пожара и их применения в повседневной жизни и промышленности.

Введение в проблематику обнаружения пожара представляет собой важный шаг для понимания актуальности и значимости данной темы. Пожары являются одной из наиболее опасных и разрушительных чрезвычайных ситуаций, которые могут нанести серьезный ущерб жизни, материальным ценностям и окружающей среде. Однако, своевременное и эффективное обнаружение пожара является критическим фактором для минимизации его последствий.

В настоящее время существует широкий спектр методов обнаружения пожара, начиная от традиционных датчиков дыма, тепла и пламени, и заканчивая использованием передовых технологий, таких как сенсорные сети, искусственный интеллект и машинное обучение. Несмотря на прогресс в области обнаружения пожара, существуют ограничения и недостатки, которые снижают точность и эффективность этих методов[1].

Совершенствование технологии обнаружения пожара является важной задачей. Постоянные научные исследования и разработки новых подходов и инновационных методов позволяют повысить эффективность и точность обнаружения пожара, что в свою очередь способствует более быстрой и своевременной ликвидации пожара.

Целью данного исследования является обзор и анализ инновационных методов и технологий в области обнаружения пожара. Проведение подробного обзора существующих методов обнаружения позволит идентифицировать их ограничения и недостатки. Затем, будет рассмотрено разнообразие инновационных методов, таких как использование передовых датчиков, разработка алгоритмов машинного обучения и применение новых технологий обработки изображений.

Результаты этого исследования предоставят важные выводы и рекомендации для дальнейшего совершенствования технологий обнаружения пожара, имеющих значение для безопасности и защиты людей, строений и окружающей среды. Более точное и надежное обнаружение пожара и последующая реакция на него будут иметь существенное влияние на снижение ущерба от пожаров и повышение эффективности работ по их тушению и ликвидации.

Традиционные методы обнаружения пожара, такие как датчики дыма, тепла и пламени, широко используются в зданиях и сооружениях. Датчики дыма обнаруживают наличие продуктов сгорания в воздухе и активируют тревожную сигнализацию. Датчики тепла измеряют повышенную температуру в помещении, что может свидетельствовать о пожаре. Датчики пламени обнаруживают явное наличие огня или высокой интенсивности источника света.

Однако, традиционные методы обнаружения пожара имеют некоторые ограничения. Например, датчики дыма могут быть неэффективными в обнаружении некоторых типов пожаров, особенно при отсутствии достаточного количества дыма. Датчики тепла также не обнаруживают пожары в ранней стадии, когда температура еще не возросла до опасного уровня. Датчики пламени ограничены в обнаружении пожаров с низкой интенсивностью пламени, таких как горение жидких или твердых материалов с низкой токсичностью или низким содержанием углерода[2].

Для преодоления этих ограничений и повышения эффективности обнаружения пожара, применяются инновационные подходы и технологии. Одним из таких подходов является использование передовых датчиков, таких как оптические датчики, инфракрасные датчики и датчики газов. Оптические датчики основаны на обнаружении изменений в оптической плотности воздуха или взвешенных частиц, что позволяет более точно обнаруживать наличие дыма. Инфракрасные датчики способны регистрировать изменения в инфракрасном излучении и обнаруживать пожары по высокой температуре. Датчики газов обнаруживают наличие вредных газов, которые могут возникать при пожаре.

Другой инновационный подход в обнаружении пожара связан с использованием анализа данных, машинного обучения и искусственного интеллекта. Эти методы позволяют улучшить точность и скорость обнаружения пожара путем обработки и анализа больших объемов данных, включая звуковые, тепловые и визуальные данные. Модели машинного обучения могут быть обучены на основе исторических данных пожаров и использоваться для автоматического распознавания характерных признаков пожаров.

Еще одним развивающимся направлением в области обнаружения пожара является применение передовых технологий обработки изображений. Это включает использование компьютерного зрения, алгоритмов распознавания образов и глубокого обучения для автоматического анализа визуальных данных и обнаружения признаков пожара на основе фото и видеоматериалов.

Инновационные методы и технологии в обнаружении пожара предоставляют возможности для улучшения точности и эффективности систем обнаружения. Они позволяют более надежно и быстро реагировать на пожар, что способствует своевременному предупреждению и дальнейшим действиям по ликвидации пожара. Однако, необходимо учитывать ограничения и вызовы, связанные с внедрением этих инноваций, такие как высокая стоимость, сложность и потребность в обучении персонала. Дальнейшие исследования и эксперименты необходимы для более подробного изучения и оценки эффективности этих инновационных методов в различных условиях окружающей среды и типах пожаров.

Перед нами открываются широкие перспективы для развития технологий обнаружения пожара, которые могут применяться как в повседневной жизни, так и в промышленности. Развитие и интеграция инновационных методов и технологий позволят добиться более эффективного и надежного обнаружения пожара, а также своевременных мер по его предупреждению и ликвидации.

Одной из перспективных областей развития технологий обнаружения пожара является применение искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения. С использованием ИИ и алгоритмов машинного обучения возможно создание интеллектуальных систем, которые способны анализировать большие объемы данных, быстро распознавать признаки пожара и принимать решения на основе полученной информации. Это позволит более точно и быстро реагировать на пожарные ситуации[3].

Другой перспективой является развитие передовых датчиков и сенсорных технологий для обнаружения пожара. Это включает использование новых материалов и технологий, таких как оптические волокна, гибкие датчики и нанотехнологии, которые обеспечат более точное и чувствительное обнаружение дыма, тепла и пламени.

Интеграция различных систем обнаружения пожара в единую автономную сеть представляет еще одну перспективу развития. Это позволит объединить данные от различных источников, таких как датчики, видеокамеры и системы обработки информации, для более полного и точного представления о возможных пожарных ситуациях. Это также обеспечит более глубокую интеграцию с другими системами безопасности, что повысит эффективность обнаружения и реагирования на пожары.

Развитие новых технологий и материалов для создания более мощных и гибких роботов также сулит перспективы в обнаружении пожара. Роботы могут быть оснащены передовыми сенсорными системами, которые позволят им обнаруживать признаки пожара и маневрировать в опасных зонах, делая их более эффективными в работе по ликвидации пожара.

В конечном счете, развитие технологий обнаружения пожара будет направлено на повышение безопасности и эффективности в предотвращении и управлении пожарами. Более точное и своевременное обнаружение пожара позволит минимизировать потери и ущерб, а также способствовать обеспече-

нию безопасности жизни и имущества. Однако, для успешной реализации этих перспектив требуется дальнейшее научное изучение, разработка стандартов и нормативных документов, а также учет социальных, экономических и этических аспектов использования таких технологий.

В данной научной статье были рассмотрены инновационные методы и технологии для совершенствования обнаружения пожара. Обзор существующих методов показал, что традиционные подходы, такие как датчики дыма, тепла и пламени, имеют ограничения и недостатки, снижающие их точность и эффективность.

Однако, применение инновационных подходов и технологий предлагает многообещающие перспективы. Применение искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения позволяет создавать интеллектуальные системы, способные анализировать большие объемы данных и распознавать признаки пожара, что улучшает их точность и скорость реакции.

Развитие передовых датчиков и сенсорных технологий открывает новые возможности для обнаружения пожара, обеспечивая более точные и чувствительные результаты. Применение передовых технологий обработки изображений и разработка новых материалов приводят к улучшению обнаружения пожара и увеличению надежности систем.

Интеграция различных систем обнаружения пожара в единую автономную сеть представляет дополнительные преимущества, обеспечивая обмен данных и общую координацию действий. Это создает более полное представление о пожарной ситуации и позволяет принимать более грамотные решения[4].

Развитие технологий обнаружения пожара имеет большую важность для повышения безопасности и эффективности ликвидации пожаров[5]. Инновационные методы, такие как применение ИИ и машинного обучения, новые датчики и сенсорные технологии, а также интеграция различных систем, предоставляют перспективы для их дальнейшего развития и применения.

Однако, для успешной реализации этих перспектив необходимо продолжать научные исследования, стандартизацию и соблюдение этических норм. Большое внимание следует уделить обучению персонала и обеспечению совместной работы роботов и людей. Только так мы сможем обеспечить более безопасное и эффективное обнаружение пожара, спасая жизни и минимизируя ущерб от пожарных чрезвычайных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gazizov A.M., Kuznetsova O.V., Sharafutdinov A.A., Shaimuhametova K.M. Improvement of fire retardant properties of wood materials / В сборнике: 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.

2. Собурь, С.В. Пожарная безопасность объектов электроэнергетики / С.В. Собурь. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. — 192 с.

3. 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, 2018. — 224 с.

4. Шарафутдинов А.А. Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного мониторинга окружающей среды/ А.А. Шарафутдинов, С.А. Имамутдинов, А.Н. Мухаметьянова, А.Т. Табульдина, Т.А. Маннанов // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2018. № 2. - С. 99-116

5. Шарафутдинов А.А., Имамутдинов С.А., Хайретдинов И.А. Инновационные методы ликвидации аварий, связанных с открытыми выбросами с возгоранием, при разработке нефтяных месторождений / Актуальные проблемы и современные технологии обеспечения пожарной, экологической и промышленной безопасности. // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 99-101.

6. Хафизов И. Ф., Шарафутдинов А. А., Имамутдинов С. А. Ахметхафизов А. В., Мансуров Р. А Совершенствование методики оценки оперативно-тактических характеристик пожарно-спасательных гарнизонов // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2017. № 5. - С. 159-160.

УДК 614.8

А. В. Ахметхафизов, А. А. Шарафутдинов, А. А. Шарафутдинова
ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»

АНАЛИЗ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ И СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ НА ОБЪЕКТАХ С ВЗРЫВЧАТЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

В статье рассматривается тема роботизированных комплексов и систем для противопожарной защиты и ликвидации последствий пожаров и взрывов на объектах со взрывчатыми материалами.

Ключевые слова: роботизированные системы, противопожарная защита, пожары, взрывы, взрывчатые материалы, детектирование пожаров, контроль пожаров, ликвидация пожаров, эффективность, оценка, перспективы развития.

A. V. Akhmetkhafizov, A. A. Sharafutdinov, A. A. Sharafutdinova

ANALYSIS OF ROBOTIC COMPLEXES AND FIRE PROTECTION SYSTEMS AT FACILITIES WITH EXPLOSIVE MATERIALS

The article discusses the topic of robotic complexes and systems for fire protection and liquidation of the consequences of fires and explosions at facilities with explosive materials.

Key words: robotic systems, fire protection, fires, explosions, explosive materials, fire detection, fire control, fire extinguishing, efficiency, assessment, development prospects.

© Ахметхафизов А. В., Шарафутдинов А. А., Шарафутдинова А. А., 2023

В современном мире пожары и взрывы на объектах, содержащих взрывчатые материалы, являются одной из наиболее серьезных угроз для безопасности людей и окружающей среды. Эти риски требуют эффективной противопожарной защиты и ликвидации последствий пожаров и взрывов на таких объектах. В этом контексте развитие и применение роботизированных комплексов становится одним из наиболее перспективных и важных направлений.

Основная цель применения роботизированных комплексов заключается в их способности детектировать и контролировать пожары, а также в тушении пожаров и ликвидации последствий взрывов на объектах со взрывчатыми материалами. Использование роботизированных систем позволяет значительно увеличить эффективность и безопасность операций при борьбе с пожарами и взрывами.

В последние годы были разработаны и внедрены различные технологии для детектирования пожаров при помощи роботизированных комплексов. Например, комплексы, основанные на использовании инфракрасного обнаружения, способны точно и своевременно детектировать и сообщать о возгораниях. Это позволяет оперативно реагировать на пожары и предотвращать их распространение[1].

Однако, роботизированные комплексы также имеют большой потенциал в области тушения пожаров и ликвидации последствий взрывов на объектах со взрывчатыми материалами. Путем использования механизмов распыления пенных средств и других тушащих веществ, роботы могут эффективно и безопасно тушить пожары, уменьшая риск дополнительных взрывов и минимизируя ущерб от пожара.

Помимо того, роботизированные комплексы обладают высокой маневренностью и способностью проникать в труднодоступные места, что делает их особенно полезными при ликвидации пожаров и взрывов на объектах со сложной топологией или на больших высотах.

В данной области исследователи по всему миру активно работают над разработкой и усовершенствованием роботизированных комплексов для эффективной противопожарной защиты и ликвидации последствий пожаров и взрывов на объектах со взрывчатыми материалами. Они исследуют различные методы детектирования пожаров, такие как использование датчиков газов, инфракрасных датчиков, а также технологии компьютерного зрения для обнаружения признаков пожара[3].

Существующие роботизированные комплексы для тушения пожаров и ликвидации взрывов играют важную роль в повышении эффективности и безопасности при борьбе с пожарами и взрывами на объектах со взрывчатыми материалами. В этом разделе будут рассмотрены различные методы тушения пожаров и ликвидации последствий взрывов, применяемые в роботизированных комплексах, а также представлены примеры существующих технологий и систем в данной области.

1. Методы тушения пожаров.

Применение водяных струй и пенных средств: роботизированные комплексы оснащены специальными соплами или пожарными рукавами, через которые подается вода или пена для тушения пламени. Это позволяет быстро и эффективно потушить пожары и предотвратить их распространение.

Использование газовых средств: роботизированные комплексы могут быть оснащены системами газового тушения пожара, такими как углекислота или инертные газы. Газы выбираются в зависимости от типа пожара и его масштаба. Они быстро подавляют пламя и предотвращают возможные взрывы[2].

2. Ликвидация последствий взрывов.

Разведка и оценка территории: роботизированные комплексы могут проводить разведку и оценку поврежденной территории после взрыва. Они могут быть оснащены датчиками для обнаружения поврежденных участков, включая опасные для человека зоны с остаточными взрывчатыми материалами.

Удаление опасных материалов: роботы могут применяться для удаления и безопасной переработки остаточных взрывчатых материалов. Они могут быть оснащены манипуляторами и специальными инструментами для обработки опасных материалов.

Проведение поисково-спасательных операций: роботы могут быть использованы для проведения поисково-спасательных операций после взрывов, помогая в выявлении и спасении пострадавших. Они могут быть оснащены системами мониторинга и обнаружения жизненно важных признаков и сигналов, таких как тепло и звук.

Роботизированные системы играют важную роль в противопожарной защите, обеспечивая оперативность, эффективность и безопасность при борьбе с пожарами на объектах со взрывчатыми материалами. В этом разделе будут рассмотрены различные сценарии и области применения роботизированных систем в противопожарной защите, а также будут представлены примеры исследований и практических применений роботизированных комплексов.

Роботизированные комплексы могут быть использованы для обеспечения безопасности и защиты на промышленных объектах, где существует высокий риск возникновения пожаров. Они могут применяться для мониторинга и детектирования пожаров, предупреждения персонала, а также для тушения пожаров и ликвидации их последствий.

Роботизированные системы эффективно применяются на складах и хранилищах, где хранятся взрывчатые материалы или легковоспламеняющиеся вещества. Они оснащены системами детектирования пожаров и способны мониторить состояние и температуру хранилищ, реагировать на возникновение пожаров и действовать для их тушения.

Роботизированные комплексы находят широкое применение на объектах, где хранятся и используются химические вещества, подверженные риску возгорания или взрыва. Они могут детектировать опасные утечки, обеспечивать безопасность персонала и оперативно реагировать на чрезвычайные ситуации [4].

В автомобильной промышленности роботизированные комплексы применяются для противопожарной защиты на производственных линиях и при тестировании автомобилей на воспламеняемость. Они могут обнаруживать пожары в автомобилях и быстро подавлять пламя, обеспечивая безопасность персонала и продукции.

Роботизированные системы также находят применение в жилых и коммерческих зданиях для противопожарной защиты и эвакуации людей. Они оснащены системами оповещения, позволяющими быстро и точно сообщать о пожаре и координировать эвакуацию людей.

Для дальнейшего усовершенствования роботизированных комплексов необходимо проведение дополнительных исследований в области алгоритмов детектирования пожаров, разработки более эффективных систем тушения и ликвидации последствий взрывов, а также интеграции их с другими системами противопожарной защиты. Это позволит обеспечить более эффективную и надежную противопожарную защиту на объектах со взрывчатыми материалами и минимизировать риски для жизни и имущества.

Оценка эффективности роботизированных комплексов в противопожарной защите на объектах со взрывчатыми материалами играет важную роль в определении их производительности и сравнительного преимущества по сравнению с традиционными методами противопожарной защиты [5]. Для этого применяются различные методы оценки и сравнительного анализа, основанные на проведении исследований и экспериментов.

Исследования и практические примеры показывают, что применение роботизированных систем приводит к улучшению эффективности и безопасности операций по противопожарной защите. Такие системы позволяют оперативно реагировать на чрезвычайные события, уменьшать время реакции и устранения опасных ситуаций. Оценка эффективности роботизированных комплексов позволяет определить преимущества и их конкурентоспособность по сравнению с традиционными методами. Однако, дальнейшие исследования и разработки необходимы для совершенствования технологий и дальнейшего улучшения функциональности роботизированных систем противопожарной защиты.

В целом, развитие и применение роботизированных комплексов способствует повышению безопасности и эффективности противопожарной защиты, а также ликвидации пожаров и взрывов на объектах со взрывчатыми материалами. Дальнейшие исследования и инновационные разработки позволят создать более совершенные роботизированные системы и значительно снизить риски, связанные с возникновением пожаров и взрывов. Кроме того, улучшение эффективности и эргономики данных систем позволит минимизировать ущерб и защитить жизни и имущество на объектах со взрывчатыми материалами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gazizov A.M., Kuznetsova O.V., Sharafutdinov A.A., Shaimuhametova K.M. Improvement of fire retardant properties of wood materials / В сборнике: 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.

2. Собурь, С.В. Пожарная безопасность объектов электроэнергетики / С.В. Собурь. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2015. — 192 с.

3. 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, 2018. — 224 с.

4. Шарафутдинов А.А. Применение беспилотных летательных аппаратов для дистанционного мониторинга окружающей среды/ А.А. Шарафутдинов, С.А. Имамутдинов, А.Н. Мухаметьянова, А.Т. Табульдина, Т.А. Маннанов // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2018. № 2. - С. 99-116

5. Шарафутдинов А.А., Имамутдинов С.А., Хайретдинов И.А. Инновационные методы ликвидации аварий, связанных с открытыми выбросами с возгоранием, при разработке нефтяных месторождений / Актуальные проблемы и современные технологии обеспечения пожарной, экологической и промышленной безопасности. // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2017. С. 99-101.

6. Хафизов И. Ф., Шарафутдинов А. А., Имамутдинов С. А. Ахметхафизов А. В., Мансуров Р. А Совершенствование методики оценки оперативно-тактических характеристик пожарно-спасательных гарнизонов // Электронный научный журнал Нефтегазовое дело. 2017. № 5. - С. 159-160.

УДК 614.849

М. Ю. Бабушкин*, А. А. Лазарев**

*Департамент надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России,
**Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПУТИ ИММАНЕНТНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ЦЕЛЯХ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ УГРОЗАМ ЛИЧНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНСПЕКТОРА

На основе анализа положений законодательства определены направления реализации нормативно-правового компонента алгоритма совершенствования государственной защиты сотрудников МЧС России, в том числе и при надзоре за качеством веществ и материалов.

Ключевые слова: пожарная опасность, инспектор, пожарная безопасность, государственная защита.

© Бабушкин М. Ю., Лазарев А. А., 2023

M. Y. Babushkin, A. A. Lazarev

WAYS OF IMMANENT IMPROVEMENT OF LEGISLATION IN ORDER TO COUNTER THREATS TO THE PERSONAL SAFETY OF THE INSPECTOR

Based on the analysis of the provisions of the legislation, the directions of implementation of the regulatory component of the algorithm for improving the state protection of employees of the Ministry of Emergency Situations of Russia are determined. These legal relations include the supervision of the quality of substances and materials.

Key words: fire danger, inspector, fire safety, state protection.

Проблемные вопросы развития регулирования правоотношений в области пожарной безопасности связаны также с организацией государственной защиты сотрудников надзорных органов и их родственников [1].

Анализ подходов к организации защиты в правоохранительных органах и судебной практики по делам, касающихся личной безопасности сотрудников показывает необходимость совершенствования законодательства в области пожарной безопасности [2].

В статье [1] предложен алгоритм совершенствования государственной защиты сотрудников, включающий побудительный, нормативно-правовой и аналитико-прогнозный компоненты. Однако следует отметить, что после реализации аналитико-прогнозного компонента данной деятельности должен следовать нормативно-правовой компонент. Этот компонент как раз и включает в себя изменение законодательства [2]. Реализация указанного компонента может осуществляться по 4 направлениям (представлены на рисунке).

Применение физической силы, спецсредств и оружия должно предваряться предупреждением. В случае применения оружия следует выполнять предупредительные выстрелы. Уполномоченные должностные лица обязаны предоставить время для выполнения законных требований. В определенных обстоятельствах предупреждение является неуместным или невозможным. Должностные лица обязаны обеспечить оказание первой помощи и уведомить о происшествии начальника территориального органа МЧС России. Далее указанный руководитель должен сообщить об инциденте прокурору в течение суток.

В тех случаях, когда физическая сила, специальные средства и оружие, использование служебных собак применялось с нарушением установленного порядка уполномоченные должностные лица должны нести ответственность в установленном законом порядке.

Рисунок. Направления реализации нормативно-правового компонента алгоритма совершенствования государственной защиты сотрудников

Уполномоченным должностным лицам должно быть предоставлено право применять физическую силу. Это должно включать в себя и применение боевых приемов рукопашного боя. Указанное право должно реализовываться только в случаях, когда невозможно обеспечить выполнение возложенных на них задач ненасильственными способами. К таким случаям можно отнести:

1) пресечение правонарушения;

2) задержание правонарушителей;

3) преодоление противодействия законным требованиям уполномоченных должностных лиц;

4) предотвращение посягательства на жизнь, здоровье и имущество защищаемых МЧС Росси лиц.

Уполномоченным должностным лицам МЧС России должно быть предоставлено право применять специальные средства. Они могут быть использованы для отражения нападения на должностных лиц и объекты МЧС России, а также для задержания правонарушителей и пресечения физического сопротивления.

Применение специальных средств недопустимо для женщин с беременностью, инвалидов и несовершеннолетних. Перечень специальных средств должен определяться Правительством РФ.

Должностные лица МЧС России должны иметь право применять оружие или подручные средства в случае обороны или крайней необходимости.

Возможность применения оружия должностными лицами МЧС России должна быть предусмотрена в определенных случаях, включая отражение нападения и пресечение попыток завладеть оружием. Оружие также должно

применяться для отражения группового или вооруженного нападения, задержания лиц, оказывающих вооруженное сопротивление, и обезвреживания животных, угрожающих жизни или здоровью. Должностные лица также должны иметь право подавать сигнал тревоги или вызывать помощь для предупреждения о намерении применить оружие. Должностное лицо МЧС России должно иметь право привести оружие в готовность при необходимости.

Необходим также запрет на применение оружия в отношении женщин с беременностью, лиц с инвалидностью и несовершеннолетних. Исключение: вооруженное сопротивление, нападение, угрожающее жизни или здоровью людей. Должен быть также запрет на применение оружия при значительном скоплении людей, если могут пострадать посторонние.

О каждом случае применения оружия должностное лицо МЧС России должно быть обязано незамедлительно в письменной форме доложить начальнику территориального органа МЧС России, который сообщает об этом прокурору не позднее двадцати четырех часов с момента применения оружия.

Правительством РФ должен быть определен перечень видов оружия и боеприпасов к нему, используемых должностными лицами МЧС России.

Рассмотренные 4 направления реализации нормативно-правового компонента алгоритма совершенствования государственной защиты сотрудников [1] подготовлены в рамках научного подхода к решению обозначенной проблемы. Совершенствование законодательства по этим направлениям помогут обеспечить государственную защиту сотрудников МЧС России при столкновении с противоправным поведением в различных ситуациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабушкин М.Ю., Лазарев А.А. О проблеме организации государственной защиты сотрудника Федеральной противопожарной службы // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 2 (47). С. 5-11.

2. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 N 69-ФЗ [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/consdoc_LAW_5438/

УДК 662.61:662.23:536.46

Е. Г. Белов, С. В. Михайлов, Р. А. Крыев
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ФАЗЕ ПРИГОТОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

© Белов Е. Г., Михайлов С. В., Крыев Р. А., 2023

Изучено влияние метода механической модификации на физико-химические свойства металлополимерных смесей. Показано, что для обеспечения пожарной безопасности на фазах приготовления металлополимерных смесей (подкласс пожара Д1) необходимо применять огнетушащие порошки специального назначения.

Ключевые слова: энергонасыщенный материал, металлополимерная композиция, модификация, огнетушащие порошки, пожаротушение.

E. G. Belov, S. V. Mikhaylov, R. A. Kryev

ENSURING FIRE SAFETY AT THE PREPARATION PHASE OF METAL POLYMER ENERGY-SATURATED MATERIALS

The influence of the method of mechanical modification on the physico-chemical properties of metal polymer mixtures has been studied. It is shown that in order to ensure fire safety at the phases of preparation of metal polymer mixtures (fire subclass D1), it is necessary to use fire extinguishing powders for special purposes.

Key words: energy-saturated material, metal polymer composition, modification, fire extinguishing powders, fire extinguishing.

В настоящее время возрастают требования к надежности и эффективности изделий. Для энергонасыщенных материалов ставятся такие же задачи. Известные методы регулирования характеристик гетерогенных систем, в том числе регулирование характеристик природой и соотношением компонентов себя практически исчерпали. Исследованиями показано, что регулирование характеристик возможно изменением свойств поверхности компонентов. Этими обстоятельствами обусловлен выбор метода механической модификации металлополимерных смеси в качестве основного метода исследования.

Производства, связанные с получением и переработкой порошков металлов, их сплавов, характеризуются повышенной пожарной и взрывопожарной опасностью. В данной работе в качестве объектов исследования были выбраны металлополимерные смеси на основе порошков металлов и полимеров. При выборе безопасных условий проведения технологических процессов, в которых обращаются вышеуказанные вещества необходимо учитывать особенности их воспламенения, горения и тушения. Непосредственно для решения задачи повышения эффективности энергонасыщенных материалов, путем механической модификации поверхности компонентов, необходимо решать задачу обеспечения пожарной безопасности на фазах их приготовления.

Современная классификация пожаров выделяет несколько классов пожаов, каждому из которых присваивается буква латинского алфавита. Важно знать, какие средства пожаротушения наиболее эффективны для каждого класса пожара, чтобы быстро и эффективно справиться с огнем и предотвратить его распространение. Например, пожар класса «D» связан с возгоранием легких металлов. Этот вид пожара отличается от других тем, что традиционные средства пожаротушения, такие как вода и пена, не подходят для его тушения, т.к. при

контакте этих средств с горящими металлами происходит их взаимодействие, приводящее к разгоранию. Выбор средства тушения пожара зависит от типа горящего материала и условий, при которых происходит пожар.

При тушении пожара класса D, а именно подкласса D1, необходимо использовать специальные огнетушащие порошки, которые предназначены для тушения конкретного металла, сплава или соединения. В настоящее время наиболее распространены огнетушащие порошки на основе хлоридов щелочных металлов. Порошки на основе этих соединений малотоксичны и широко доступны. Механизм тушения основан на изоляции горящего материала от воздуха, газообразном и механическом охлаждении зоны горения, а также ингибировании химических реакций.

Целью данной работы является обеспечение пожарной безопасности на фазе приготовления (модификации) металлополимерной композиции (металл с фторполимером) с применением современных средств пожаротушения.

Модификация металлических порошков поводилась на энергонапряженных аппаратах. В данной работе модификацию смеси металлического порошка и галогеносодержащего полимера проводили при времени обработки в течение 15, 30, 45, 60 минут. После модификации оценивали температуру воспламенения смесей по ОСТ В84-1697. Результаты по влиянию времени модификации на изменение температуры воспламенения приведены на рис. 1.

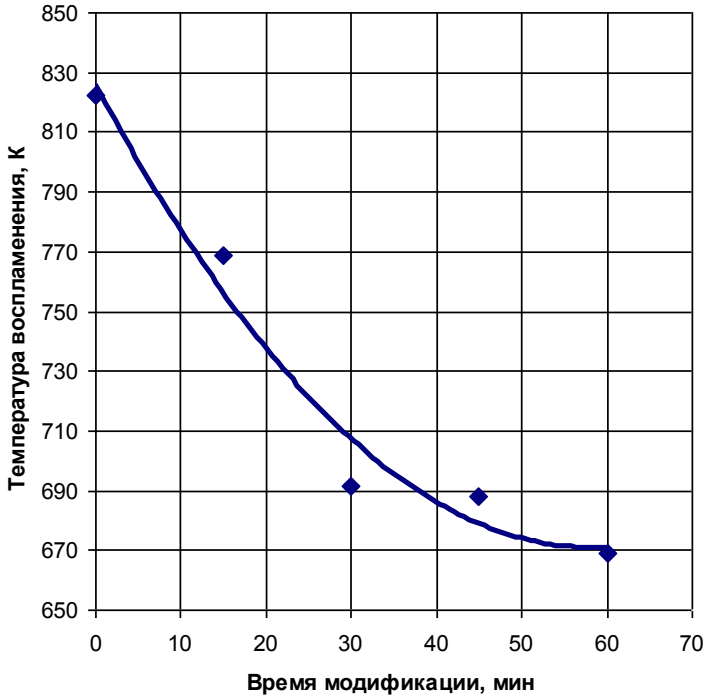


Рис. 1. Влияние времени модификации на изменение температуры воспламенения

Видно, что уже при 15 минутах модификации температура самовоспламенения снижается на 53 °К, а модификация при 60 минутах приводит к снижению температуры самовоспламенения на 153 °К. По полученным результатам можно сказать, что температура воспламенения модифицированных смесей может составлять, например, при модификации в течении 45 минут – 688 °К (415 °С). Эти результаты положены в основу термодинамических расчетов для оценки необходимого количества огнету-

шащего порошка специального назначения ПХК (на основе оксида калия). Температуру взаимодействия металла и фторполимера оценивали методом расчетов с использованием программы «ТЕРМО».

Оценка температуры превращения металлополимерной смеси осуществлялась при следующих соотношениях компонентов:

– фторполимер – 15 %;

– металл – 85 %.

Результаты расчетов температуры взаимодействия металла и полимера за счет собственных компонентов представлены в табл.1 и 2., а в присутствии кислорода воздуха в табл. 3 и 4.

Таблица 1. **Характеристики продуктов сгорания**

№ п/п	Давление, МПа	Температура, °К	Температура, °С
1	0,1	1366	1093

Таблица 2. **Равновесный состав продуктов сгорания**

№ п/п	Продукты сгорания	Моль/кг смеси
1	Mg	6,480
2	AlF	0,007
3	Mg_2	0,002
4	Al*	11,70
5	Al_4C_3	0,998
6	Mg*	8,008
7	MgF_2*	2,995

Таблица 3. **Характеристики продуктов сгорания**

№ п/п	Давление, МПа	Температура, °К	Температура, °С
1	0,1	3163	2890

Таблица 4. **Равновесный состав продуктов сгорания**

№ п/п	Продукты сгорания	Моль/кг смеси
1	Mg	1,339
2	Al	0,002
3	N_2	20,40
4	NO	0,480
7	CO	0,590
8	CO_2	0,149
9	AlO	0,014
14	AlF	0,171
15	AlF_2	0,016
16	AlF_3	0,005
17	AlOF	0,210
19	MgO	0,493
20	MgF	0,470
21	MgF_2	0,277
23	$MgAl_2F_4$	1,731

Анализ полученных данных подтверждает необходимость локализации источника воспламенения смеси, с целью предотвращения возникновения и последующего развития пожара.

В данной работе исследована огнетушащая способность специального огнетушащего порошка. Определена масса порошка, необходимая для тушения единицы площади очага пожара. В качестве основного средства тушения выбран порошок марки ПХК на основе хлорида калия, позволяющего снизить температуру горения очага пожара. Основная задача при тушении заключается в создании слоя порошкового покрытия на поверхности очага пожара. Для этого используются успокоители, присоединяемые к устройству подачи порошка.

Решением задачи локализации очага воспламенения заключалось в определении минимальной массы хлорида калия расчетным путем при условии снижения температуры в двух случаях:

1 – снижение до температуры несколько ниже температуры самовоспламенения;

2 – снижение до температуры ниже температуры кипения воды (рис. 2).

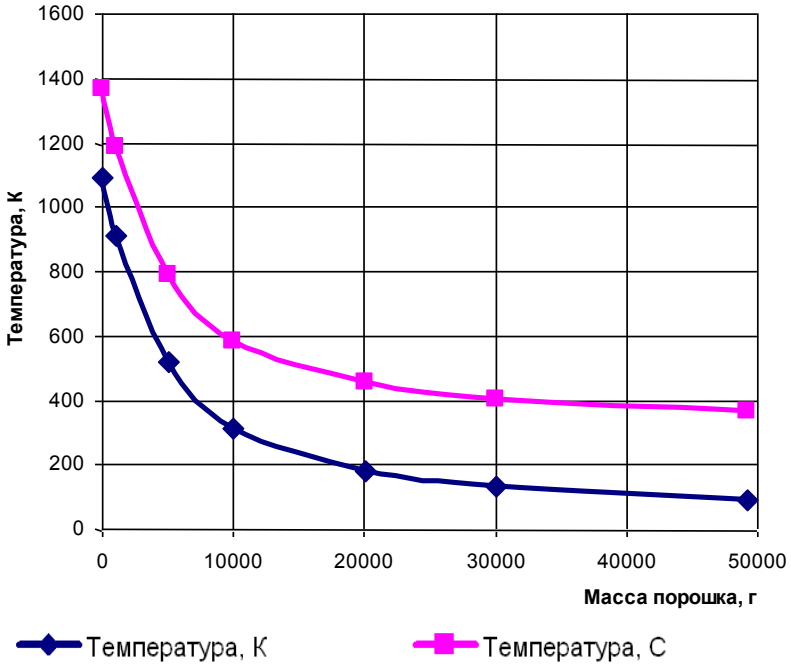


Рис. 2. Зависимость температуры от массы порошка специального назначения

Во втором случае появляется возможность применения воды для тушения очага пожара по прибытию подразделений пожарной охраны.

Учитывая то, что согласно ранее произведенным расчетам, одновременно в закрытом помещении будет обрабатываться (подвергаться модификации) 1,22 кг металлополимерной смеси, то для локализации очага пожара понадобится:

– минимальное количество огнетушащего порошка специального назначения ПХК (на основе хлорида калия) в количестве 12,2 кг, что обеспечит снижение температуры до 688°К (415°С), а это ниже температуры самовоспламенения смеси и приведет к прекращению процесса горения;

– минимальное количество порошка специального назначения ПХК (на основе хлорида калия) в количестве 60,1 кг, что обеспечит снижение температуры смеси до (363°К) 90°С и позволит применять для локализации и ликвидации пожара основной способ тушения водой прибывшим подразделениям пожарной охраны.

Приведенные расчетные данные использованы при разработке проектного решения по обеспечению пожарной безопасности закрытого помещения (использующегося для модификации металлополимерной смеси) площадью 12 м^2 с применением автоматической установки порошкового пожаротушения (в основе которой будет использован порошок специального назначения ПХК, на основе хлорида калия).

Основным средством тушения пожаров для металлополимерных смесей на основе металлов и фторполимера являются огнетушащие порошки специального назначения. Отечественное производство на сегодняшний день предлагает один состав огнетушащего порошка специального назначения – порошок огнетушащий ПХК.

В данной работе определяется необходимое количество модулей порошкового пожаротушения «Гарант-D» для локализации и тушения пожара закрытого помещения площадью 12 м^2 оборудованного одной шаровой мельницей объемом 50 литров и одновременно модифицируемой в нем металлополимерной смеси в количестве 1,22 кг.

Настоящий проект автоматической модульной установки порошкового пожаротушения в закрытом помещении по изготовлению металлополимерной смеси с повышенными эксплуатационными характеристиками, выполнен на основании Техническое задание на проектирование системы порошкового пожаротушения, паспорта помещения предназначенного для модификации смесей и разработано в соответствии с нормативными документами:

– ГОСТ 12.1.004-91 Пожарная безопасность. Общие требования;

– ГОСТ 12.4.009-83* Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание;

– ГОСТ 21.406-88 Проводные средства связи. Обозначения условные графические на схемах и планах;

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

– СП 5.13130.2009 «Свод правил. Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования»;

– РД 25-953-90 Системы автоматического пожаротушения, пожарной, охранной и охранно-пожарной сигнализации. Обозначения условные графические элементов систем;

– Постановление № 87 «Положение о составе разделов проектной документации и требования к их содержанию»;

– Правила устройства электроустановок (ПУЭ)

Для обеспечения эффективной противопожарной защиты помещений, где возможно возгорание металлополимерных смесей, рекомендуется использовать автоматическую модульную установку порошкового пожаротушения, такую как МПП(р)-18-КД1-ГЭ-УХЛ кат. 3.1 (“Гарант-D(кц)”). Эта установка предназначена для тушения пожаров класса D (горение металлов и металлосодержащих соединений) в соответствии с ГОСТ 27331-87, а также для тушения открытых технологических установок и площадок со скоростью набегающего потока воздуха до 5 м/с.

В соответствии с расчетами общее количество модулей порошкового пожаротушения для заданной площади в одну пусковую цепь составит 12 штук.

Исходные данные:

Высота помещения, Н – 4 м.

Длина, А – 4 м.

Ширина, В – 3 м.

Площадь тушения модуля «Гарант D» по паспорту (4854-002-96450512-2010 ПС) $S_н$=1,5 м^2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шидловский А.А. Основы пиротехники / А.А. Шидловский. – М.: Машиностроение, 1973. – 320 с.

2. Бахман Н.Н. Горение гетерогенных конденсированных систем / Н.Н. Бахман, А.Ф.Беляев. – М.: Наука, 1967. – 225 с.

3. Кубашевский О., Гопкинс Б. Окисление металлов и сплавов. – М.: ИЛ, 1955.

4. Кофстад П. Высокотемпературное окисление металлов. – М.: Мир, 1969.

5. Ф.П. Мадякин, Н.А. Силин, Компоненты гетерогенных горючих систем, 1984, ЦНИИНТИ, 299с.

УДК 614.841.415:621.31

И. А. Богданов, С. А. Шабунин, А. А. Кочетова, С. Н. Ульева, А. Л. Никифоров

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ ПВХ-ИЗОЛЯЦИИ КАБЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

В статье проводится оценка деструктивных изменений, происходящих в ПВХ-изоляции кабельной продукции в результате теплового старения, методом ИК-спектроскопии. По результатам исследований выявлено снижение хлоридных групп и повышение количества двойных связей углерода в составе полимера с увеличением интенсивности и продолжительности термического старения. Данные по ПВХ-пластикату и ПВХ коррелируют при прочих равных.

Ключевые слова: термоокислительная деструкция, термическое старение, полимеры, поливинилхлорид, ПВХ-изоляция, пожарная опасность.

© Богданов И. А., Шабунин С. А., Кочетова А. А., Ульева С. Н., Никифоров А. Л., 2023

I. A. Bogdanov, S. A. Shabunin, A. A. Kochetova, S. N. Ul'eva, A. L. Nikiforov

STUDY OF THE MECHANISM OF THERMAL-OXIDATIVE DESTRUCTION OF PVC INSULATION OF CABLE PRODUCTS BY IR SPECTROSCOPY METHOD

The article evaluates the destructive changes occurring in PVC insulation of cable products as a result of thermal aging using IR spectroscopy. According to the research results, a decrease in chloride groups and an increase in the number of double carbon bonds in the polymer composition was revealed with an increase in the intensity and duration of thermal aging. Data on PVC plastic and PVC are correlated, all other things being equal.

Key words: thermal-oxidative destruction, thermal aging, polymers, polyvinyl chloride, PVC insulation, fire hazard.

Пожары, ежегодно возникающие по электротехническим причинам в Российской Федерации, согласно статистике [1] занимают лидирующие позиции среди прочих причин. Как правило, к пожару обычно приводит короткое замыкание, вызванное пробоем изоляции. Такое положение вещей говорит о явных недостатках в системе нормативного регулирования производства и сбыта кабельной продукции. Как показали исследования [2], на рынке присутствует значительное количество недобросовестной продукции. Сегодня к произведенной кабельной продукции применяется ряд требований [3–5 и пр.], которые можно условно разделить на три группы. Первая – объединяет требования к эксплуатационным характеристикам на момент выпуска кабельной продукции. Вторая группа объединяет требования, которые нормируют вопрос устойчивости к механическим воздействиям в результате старения кабельной продукции. И третья группа, выделяемая нами как специалистами в области пожарной безопасности, регулирует вопросы пожарной безопасности, но исключительно на момент выпуска кабельной продукции.

Проблема заключается в отсутствии требований, регламентирующих допустимые пределы повышения пожарной опасности кабельной продукции в течение эксплуатации. Восполнение данного пробела нормативно-технического регулирования производства кабельной продукции, создание подхода к прогнозированию пожаробезопасного срока ее эксплуатации, а также создание подхода к оценке изменения пожарной опасности кабельной продукции в течение эксплуатации и обуславливает актуальность проводимых нами исследований.

Пожарная опасность кабельной продукции повышается в процессе эксплуатации, в том числе в связи с тем, что происходит старение изоляции, вызванное комплексом негативных факторов, таких как: повышенная или пониженная температура (а также ее перепады), пребывание в окислительной среде, ультрафиолетовое излучение, повышенная влажность и прочее [6]. На данном этапе наши исследования посвящены термическому старению.

Цель работы заключалась в определении механизма термоокислительной деструкции ПВХ-изоляции кабельной продукции.

Практическая значимость работы состоит в том, что полученные данные предлагается использовать при создании новых подходов к прогнозированию срока пожаробезопасного использования кабельных изделий и методов контроля изменения пожароопасных свойств изоляции в процессе эксплуатации.

В качестве объекта исследования был выбран кабель общепромышленного назначения ВВГ-Пнг 2х1,5 плоский (производства ООО «Калужский кабельный завод»). В процессе исследования было проведено ускоренное термическое старение образцов при температуре 220 °С различной продолжительности (300 минут и 600 минут). Для сравнения было проведено ускоренное старение ПВХ при температуре 220 °С (300 минут и 600 минут), а также 150 °С 2400 минут. Метод исследования – ИК-спектроскопия позволяет оценить изменения в физико-химической структуре ПВХ-изоляции, происходящие в результате термического старения.

Ниже приведены графики, на которых отражены спектральные характеристики образцов ПВХ-изоляции (исходная изоляция, изоляция старенная 300 минут, изоляция старенная 600 минут) (рис. 1) и чистого ПВХ (исходный, старенный при температуре 220 °С 300 минут и 600 минут, а также старенный при температуре 150 °С 2400 минут) (рис. 2).

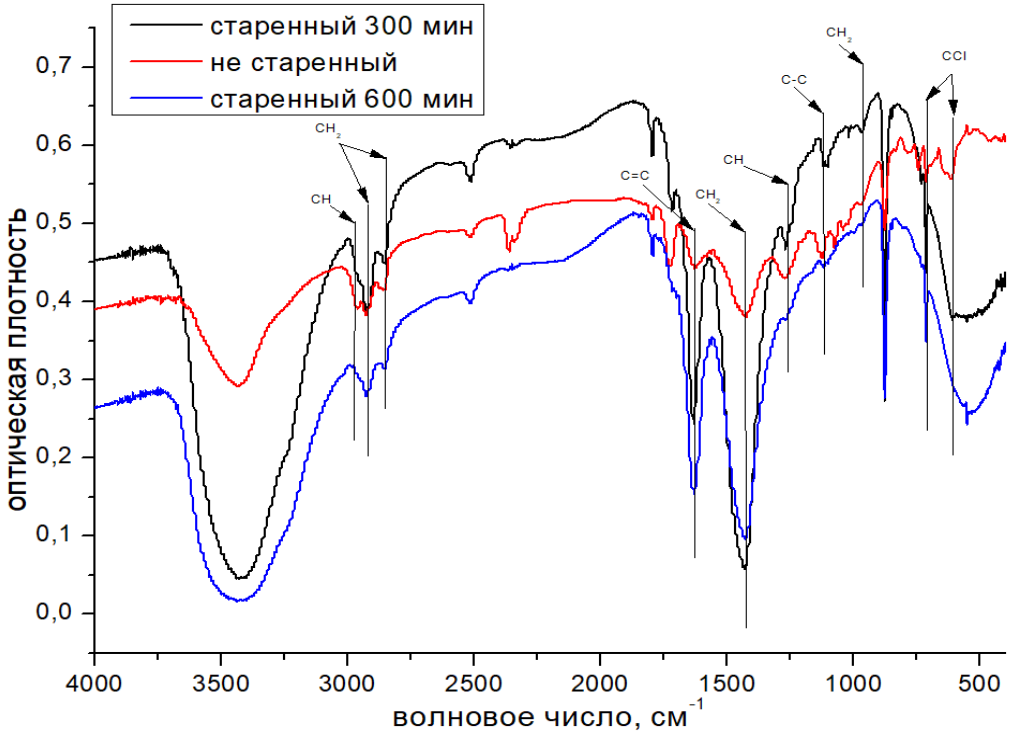


Рис. 1. Спектральные характеристики ПВХ-изоляции

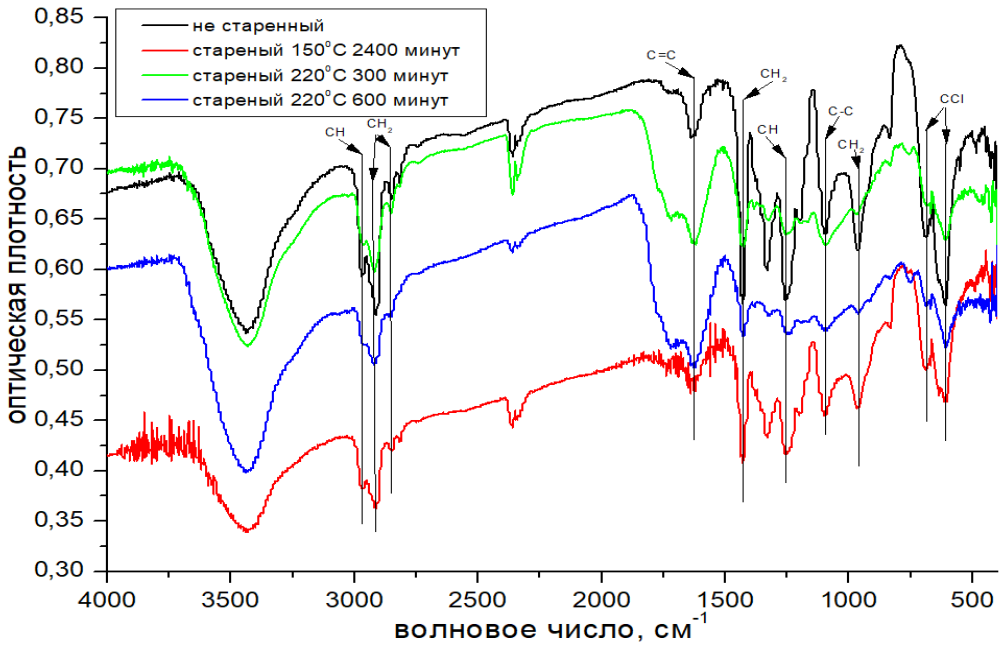


Рис. 2. Спектральные характеристики чистого ПВХ

Согласно закону Бугера-Ламберта-Бера доля поглощённого излучения прямо пропорциональна числу частиц поглощающего вещества в слое, через который проходит поток света. Следовательно, вышеприведенные экспериментальные данные можно использовать для количественной оценки изменений в структуре полимера, для чего было проанализировано соотношение оптических плотностей (D) характеристических полос спектра, которое принято называть спектральным критерием (К). Результаты анализа приведены в табл. 1 (для ПВХ-изоляции) и табл. 2 (для чистого ПВХ).

Таблица 1. **Соотношение оптических плотностей (D) характеристических полос спектра ПВХ-изоляции**

Время ускоренного старения, мин/ температура, °C	**К, характерная связь в данном интервале**		
	D(551)/D(607), C-Cl	**D(675)/D(688), C-Cl**	**D(1570)/D(1635), C=C**
0	1,12	1,02	1,05
300/220	1,02	0,96	1,87
600/220	0,92	0,96	2,29

Таблица 2. **Соотношение оптических плотностей (D) характеристических полос спектра ПВХ**

Время ускоренного старения, мин/ температура, °С	К, характерная связь в данном интервале		
	D(551)/D(607), C-Cl	D(675)/D(688), C-Cl	D(1570)/D(1635), C=C
0	1,26	1,03	1,07
300/220	1,06	1,02	1,09
600/220	1,09	1,01	1,11
2400/150	1,20	1,02	1,09

Следует отметить, что для связи C-Cl спектральный критерий снижается с продолжительностью термического воздействия, что позволяет говорить о снижении количества хлоридных групп в составе ПВХ-пластиката. Данные изменения приводят к повышению пожароопасности ПВХ-изоляции кабельной продукции, так как именно наличие хлоридных групп в составе ПВХ обуславливает его самозатухающие свойства.

В то же время спектральный критерий для двойной связи углерода по мере увеличения продолжительности термического воздействия имеет тенденцию к повышению, что говорит о том, что в результате реакции дегидрохлорирования ПВХ в процессе термического старения химическая структура ПВХ перестраивается с образованием полиеновых последовательностей C=C, что приводит к снижению электроизолирующих свойств ПВХ-изоляции и возрастанию вероятности короткого замыкания в результате пробоя.

Спектральные критерии ПВХ-изоляции и чистого ПВХ коррелируют между собой, показывая, что деструктивные изменения происходят непосредственно в структуре поливинилхлорида. Следует отметить, что схожие изменения происходят и при температуре 150 °С.

Таким образом, на основании проведенных исследований, можно говорить о том, что гипотезы, выдвинутые при обсуждении полученных результатов [7–9], согласуются с экспериментальными данными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ. - аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. – 80 с.

2. Обзор кабельно-проводниковой промышленности государств – членов Евразийского экономического союза за 2014 – 2020 гг. Режим доступа: http: // www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_prom/.

3. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

4. ГОСТ 31565-2012 «Кабельные изделия. Требования пожарной безопасности».

5. ГОСТ 25018-81 «Кабели, провода и шнуры. Методы определения механических показателей изоляции и оболочек».

6. Структурные изменения в смесях линейных полимеров в процессе их физического старения / Бабкина Н.В., Косянчук Л.Ф., Тодосийчук Т.Т., Козак Н.В., Менжерес Г.Я., Нестеренко Г.М. // Высокомолекулярные соединения. Серия А. – 2012. – Т. 54. – № 2. – С. 256.

7. Богданов, И.А. Оценка влияния температурных воздействий на пожарную опасность изоляции на основе ПВХ-диэлектриков / И.А. Богданов, С.А. Шабунин, С.Н. Ульева, А.Л. Никифоров, И.Ю. Шарабанова // Современные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 4 (45). – С. 64-70.

8. Богданов, И.А. Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности изоляции и оболочек электрокабельной продукции, изготовленной из ПВХ / И.А. Богданов, С.А. Шабунин, С.Н. Ульева, А.Л. Никифоров // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-й годовщине образования гражданской обороны, 24 ноября 2022 г. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – С. 31-35.

9. Богданов, И.А. К вопросу о разработке нового подхода к оценке влияния термического старения на пожарную опасность ПВХ-изоляции электрокабельных изделий на основе показателя кислородного индекса / И.А. Богданов, С.А. Шабунин, С.Н. Ульева, А.Л. Никифоров // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 2 (47). – С. 54-60.

УДК 614.849

А. И. Булат, А. А. Лазарев, О. С. Романова, В. Ю. Емелин, А. М. Мочалов, А. А. Липинская
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ ОТ РАЗБОРКИ ЗДАНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ЛАНДШАФТНЫХ ПОЖАРОВ

В статье рассматривается актуальный вопрос по защите деревянных сооружений, домов, зданий от ландшафтных пожаров, которые особенно распространены весной, когда сухая трава и имеют место порывистые ветра.

Ключевые слова: защита, ландшафтные пожары, материалы от разборки зданий

© Булат А. И., Лазарев А. А., Романова О. С., Емелин В. Ю., Мочалов А. М., Липинская А. А., 2023

A. I. Bulat, A. A. Lazarev, O. S. Romanova, V. Y. Emelin, A. M. Mochalov, A. A. Lipinskaya

THE USE OF MATERIALS FROM THE DISASSEMBLY OF BUILDINGS TO PROTECT AGAINST LANDSCAPE FIRES

The article deals with the topical issue of protecting wooden structures, houses, buildings from landscape fires. These fires are especially common in spring, when the grass is dry and there are gusty winds.

Keywords: protection, landscape fires, materials from disassembly of buildings

В весенне-летний период, когда устанавливается сухая жаркая погода возможно быстрое распространение ландшафтных пожаров. Анализ деятельности муниципалитетов показывает, что не всегда представляется возможным проведение опашки территорий. Данное обстоятельство обуславливает необходимость поиска альтернативных решений проблемы обеспечения пожарной безопасности зданий и построек в сельской местности. Основы понижения пожарной опасности населенных пунктов описаны специалистами ВНИИ ПО МЧС России [1]. Основные подходы к проведению профилактики пожаров на территориях с широким распространением зданий из древесины рассмотрены ранее в ряде исследований [2, 3]. Вопросы подготовки к данной деятельности изучались Солдатовым Р. А., Шуваловым О. В. и другими [4, 5]. Особенности расследования пожаров на территориях с широким распространением деревянных строений описаны Карасевым Е. В., Таратановым Н. А. и другими [6, 7]. Однако практически отсутствует анализ возможности использования материалов от разборки зданий для защиты от ландшафтных пожаров. Учитывая актуальность заявленной проблематики было проведено исследование.

Целью данного исследования стало создание противопожарной преграды на основе материалов от разборки зданий для защиты от ландшафтных пожаров (при горении сухой травы).

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

– выбрать материалы от разборки зданий для защиты от ландшафтных пожаров (при горении сухой травы);

– создать опытный образец противопожарной преграды на основе материалов от разборки зданий;

– провести огневые испытания созданного опытного образца и проанализировать их результаты.

Описание эксперимента

Основой для создаваемой преграды стал щит, изготовленный из деревянных досок размером 1х1,20см. Для придания устойчивости конструкции в поперечном направлении у основания зафиксированы удерживающие ножки из

дерева. Во время проведения эксперимента ножки находились под землей, защитный материал первого слоя состоит из каменной ваты толщиной в 5 см, у этого материала низкая теплопроводность. Материал является негорючим. Второй слой выполнен из ГВЛ (гипсоволокнистый лист) толщиной 10 мм, материал огнестойкий, влагостойкий [8]. Третий слой выполнен из фрагментов керамической плитки, приклеенной на ЦПС (цементно-песчаную смесь), которая является не только материалом отделки, но и служит для защиты опытного образца от теплового воздействия.

Исходя из данного исследования прилагаю схематическое (компьютерное) изображение данного эксперимента, отображающийся на рис. 1.

Схема проведения огневых испытаний опытного образца

схематическое обозначения на изображении ниже

1) Огнетушитель порошковый ОП-2 (з)
2) Емкость с водой ВП
3) Испытуемый стенд
4) Направление очага
5) Начало очага (возгорание)
6) Направление ветра
7) Географическая роза ветров

Рис. 1. Схема проведения огневых испытаний опытного образца

Для огневых испытаний использовалась в качестве горючего материала сухая трава в количестве 3 кг, которая размещалась непосредственно перед опытным образцом. Результаты огневых испытаний занесены в таблицу.

Таблица. **Результаты оценки, полученные при эксперименте**

№ п/п	Различные степени горения	Т °С
1.	Температура окружающей среды	20 °С
2.	Температура в начальной части очага на начальной стадии	350 °С
3.	Пиковое значение температуры очага перед стендом	420 °С
4.	Пиковое значение температуры за стендом	38 °С
5.	Температура угасания очага	335 °С
6.	Температура нагрева притки, спустя 10 минут после огневых испытаний	71 °С

Результаты исследований позволили определить возможность использования данной конструкции для защиты от ландшафтного пожара (при горении травы), материалы показали себя хорошо при температурах до 500 °С.

а

б

Рис. 2. Фото с места проведения огневых испытаний опытного образца: а – до начала эксперимента; б – после проведения эксперимента

Вывод

В рамках проведенного исследования получен следующий результат:

– подобраны материалы от разборки зданий для защиты от ландшафтных пожаров (при горении сухой травы);

– создан опытный образец противопожарной преграды на основе материалов от разборки зданий;

– проведены огневые испытания созданного опытного образца, которые показали, что нагрев с тыльной стороны преграды не приведет к возгоранию сухой травы и т.п.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожарная безопасность: энциклопедия / Всеросс. науч.-исследоват. ин-т противопожарной обороны. – 6-е изд., испр. и доп. – Москва: ВНИИПО, 2019. – 603 с.

2. Лазарев А.А., Лапшин С.С., Мочалов А.М., Емелин В.Ю., Троицкая Д.Д. Сравнительный анализ восприятия школьниками противопожарных памяток и видеороликов // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 4 (74). С. 81-88.

3. Лазарев А.А., Казаков А.Х., Сторонкина О.Е., Мочалов А.М. Ведомственный контроль как средство предупреждения пожаров в садоводческом некоммерческом товариществе Черекского района Кабардино-балкарской республики. Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 1 (46). С. 103-110.

4. Шувалов О. В., Лазарев А. А., Емелин В. Ю., Мочалова Т. А. Применение образовательного квеста на занятиях по дисциплине «Судебная фотография и видеозапись». Пожарная и аварийная безопасность. 2023. № 2 (29). С. 81-88.

5. Солдатов Р.А., Лазарев А.А., Карасев Е.В., Курочкина Е.Ю., Таратанов Н.А. Применение электронных тестов при дистанционном и смешанном обучении с использованием информационно-цифрового инструмента FIRETEST // Пожарная и аварийная безопасность. 2022. № 4 (27). С. 119-128.

6. Бритков А.А., Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Возможные причины разрушения отопительных котлов на твердом топливе // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности. 2018. С. 200-202.

7. Мартынов И.М., Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Расследование дел о пожарах в многоквартирных домах из-за обрыва N (PEN) провода, определение ответчика // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2017. Т. 1. № 8. С. 559-562.

8. Сайт пожарной безопасности / Пожарные МЧС https://fireman.club/

УДК 614.841.332

А. В. Булгаков, А. В. Пехотиков, В. В. Булгаков, М. С. Блинов, М. С. Лебедев
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

К ВОПРОСУ О РАСЧЕТЕ ПРЕДЕЛОВ ОГНЕСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ ПЕРЕКРЕСТНОКЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Проведен анализ экспериментальных исследований и нормативно-технической литературы. Выделены основные пути совершенствования расчетных методик по оценке огнестойкости конструкций на основе перекрестноклееной древесины с учетом воздействий нагрузки, в том числе с помощью программного моделирования.

Ключевые слова: перекрестноклееная древесина, огнестойкость, предел огнестойкости, предельное состояние, огневое испытание, расчет огнестойкости

A. V. Bulgakov, A. V. Pekhotikov, V.V. Bulgakov, M.S. Blinov, M.S. Lebedev

ON THE ISSUE OF CALCULATING THE FIRE RESISTANCE LIMITS OF BUILDING STRUCTURES BASED ON CROSS LAMINATED TIMBER

The analysis of experimental studies and normative and technical literature is carried out. The main ways of improving the calculation methods for assessing the fire resistance of structures based on cross laminated timber, taking into account the effects of the load, including using software modeling, are highlighted.

Key words: cross laminated timber, fire resistance, fire resistance limit, limiting state, fire test, calculation of fire resistance

Президент России Владимир Путин 8 августа 2023 года поручил правительству РФ ускорить издание нормативных правовых актов, регулирующих порядок проектирования и строительства, в том числе высотных, с применением деревянных конструкций [1]. Вместе с тем на рынке деревянного домостроения появляются новые технологии. Одними из наиболее перспективных являются конструкции клееные из пиломатериалов с перекрестным расположением слоев (на основе перекрестноклееной древесины).

Существующая методика оценки предела огнестойкости деревянных конструкций расчетным путем требует усовершенствования, доработки и внедрения программного моделирования, позволяющих учитывать современные технологии производства деревянных конструкций, методы проектирования и строительства зданий с применением новых технологий, экспериментальные

© Булгаков А. В., Пехотиков А. В., Булгаков В. В., Блинов М. С., Лебедев М. С., 2023

данные и результаты исследований по скорости обугливания древесины различных пород, современные средства огнезащиты деревянных конструкций.

Первые многоквартирные дома из конструкций на основе перекрестноклееной древесины в городе Сокол, Вологодской области. РИА Новости

Для расчета пределов огнестойкости деревянных конструкций нормативный документ [2] определяет следующие необходимые закономерности:

- температуру начала обугливания древесины, которая составляет 270 °С;
- достижение этой температуры на поверхности древесины через 4 мин после начала стандартного теплового воздействия пожара;
- условную скорость обугливания (скорость перемещения фронта обугливания), включающую влияние угловых закруглений, которую для древесины хвойных пород следует принимать постоянной, равной 0,7 мм/мин;
- снижение температуры древесины по гиперболическому закону за фронтом обугливания.

Так же [2] допускает устанавливать предел огнестойкости деревянных элементов конструкций расчетным путем на основе закономерностей обугливания и прогрева их сечений в условиях стандартного теплового воздействия, регламентируемого [3], и с учетом предельных состояний по огнестойкости, регламентируемых [4].

Анализ известных расчетных методов показывает, что удовлетворительная сходимость расчетных данных с экспериментом достигается в основном за счёт выбора величины скорости обугливания, получая в дальнейшем приближенную оценку пределов огнестойкости деревянных конструкций.

В нашей стране приняты следующие величины скорости обугливания древесины хвойных пород (сосны или ели влажностью 10-15 %):

- для конструкций (элементов) из цельной или клееной древесины сечением 120х120 мм и более - соответственно 0,8 мм/мин и 0,7 мм/мин;

- для конструкций (элементов) из цельной или клееной древесины сечением менее 120х120 мм - соответственно 1,0 мм/мин и 0,8 мм/мин.

В зарубежных источниках, в частности в Еврокоде [5], для клееного бруса из древесины хвойных пород с характерной плотностью 290 кг/м^3 и выше, скорость обугливания предлагается 0,65 мм/мин.

Проведенные экспериментальные исследования на испытательной базе ФГБУ ВНИИПО МЧС России показали, что фактические пределы огнестойкости деревянных конструкций на основе перекрестноклееной древесины панели перекрытия и несущей стеновой панели удовлетворяют требованиям, предъявляемым к зданиям I и II степеней огнестойкости, при определённой технологии производства и конструктивном исполнении этих конструкций, а также режима эксплуатации (величины механических нагрузок) [6, 7]. Были установлены важные особенности поведения конструкций при огневом воздействии, которые необходимо учитывать при расчете:

- в конструкциях на основе перекрестноклееной древесины, продольные слои (ламели) определяют несущую способность, поперечные продольную жесткость;

- отсутствуют показатели по условной скорости обугливания для перекрестнолееной древесины на различных клеях для конкретных конструкций, а также отсутствует метод их определения;

- необходимо учитывать поведение клея в клеевом шве между ламелями, а в случае отпадания обугленных слоев, необходимо учитывать повышенную скорость обугливания и уменьшение эффективного сечения конструкции.

Опытами установлено, что скорость обугливания древесины сосны влажностью 8–12 % в клееных балках сплошного сечения не является постоянной величиной. С ростом толщины угольного слоя скорость обугливания снижается по зависимостям, близким к линейным. Для получения объективных данных скорость обугливания перекрестноклееной древесины целесообразно уточнить на образцах конструкций массивного сечения, при условиях аналогичных условиям испытаний конструкций на основе перекрестноклееной древесины на огнестойкость.

Проведенный анализ экспериментальных исследований и нормативно-технической литературы выделяет основные пути совершенствования расчетных методик по оценке огнестойкости конструкций на основе перекрестноклееной древесины. В настоящий время специалистами института ведутся исследования по усовершенствованию методик расчета, в том числе с учетом воздействий нагрузки, а также с помощью программного моделирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. http://kremlin.ru/acts/assignments/orders/72285;

2. СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-25-8»;

3. ГОСТ 30247.0-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Общие требования»;

4. ГОСТ 30247.1-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции»;

5. EN 1995-1-2 (Eurocode 5) (2004). Design of timber structures, Part 1-2: General – Structural fire design, CEN, Bruxelles, Belgium;

6. Исследования огнестойкости строительных конструкций на основе перекрёстноклеёной древесины / А. В. Булгаков, В. И. Голованов, А. В. Пехотиков [и др.] // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов : СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ X ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Иваново, 20 апреля 2023 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 97-101. – EDN PYLQOP;

7. Исследования огнестойкости несущих строительных конструкций на основе перекрестноклееной древесины / А. В. Булгаков, В. И. Голованов, А. В. Пехотиков [и др.] // Актуальные проблемы пожарной безопасности : материалы XXXV Международной научно-практической конференции, Москва, 31 мая 2023 года. – Москва: Всероссийский ордена "Знак Почета" научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2023. – С. 506-510. – EDN JZBLUY.

УДК 614.841

Т. А. Гальченко, С. Н. Наконечный
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ И МАТЕРИАЛОВ НА ЕЕ ОСНОВЕ

Целью данной работы является определение показателей пожарной опасности древесины и материалов на ее основе с использованием стандартных методик. В частности, кроме образцов древесины березы исследуются показатели свойств пожарной опасности образцов фанеры на основе березы.

Ключевые слова: древесина березы; фанера; пожарная опасность; антипирены.

© Гальченко Т. А., Наконечный С. Н., 2023

T. A. Galchenko, S. N. Nakonechnyy

DETERMINATION OF FIRE HAZARD INDICATORS OF WOOD AND MATERIALS BASED ON IT

The purpose of this work is to determine the fire hazard indicators of wood and materials based on it using standard methods. In particular, in addition to birch wood samples, the fire hazard properties of birch-based plywood samples are being studied.

Key words: birch wood; plywood; fire hazard; flame retardants.

Древесина наряду с природными каменными материалами является самым древним строительным материалом. В разное время на территориях различных государств, создавались замечательные сооружения из древесины, смелые в плане инженерных решений и великолепные по своей архитектурной выразительности: мосты, крепостные сооружения, храмы, дворцы. Некоторые из них сохранились до наших дней как памятники архитектуры и зодчества.

Древесина – экологически чистый материал, хорошо сопротивляется статическим и динамическим нагрузкам, весьма легкий и в то же время прочный. На сжатие вдоль волокон по прочности древесина не уступает бетону, а при изгибе – значительно превосходит его. Благодаря высокой пористости (30…80%) древесина имеет малую теплопроводность (0,16…0,30 Вт/м · К). Она легко поддается механической обработке, хорошо склеивается, удерживает металлические крепления (гвозди, шурупы, скобы). Современные передовые технологии в сочетании с уникальными природными свойствами древесины позволяют создавать долговечные деревянные конструкции, восхищающие своей красотой и совершенством.

В отличие от других материалов древесина «дышит». В клеточном строении происходит постоянный обмен воздуха, а относительная влажность внутри деревянных зданий поддерживается, как правило, на уровне 45…57 %, что соответствует оптимальному диапазону влажности (40…60 %), при котором суммарное влияние вредных факторов на организм оказывается наименьшим. Древесина обладает также высокой химической стойкостью, декоративностью и постоянно восполняемой сырьевой базой.

В настоящей работе в продолжении исследований [1] в качестве объекта была рассмотрена древесина лиственной породы – березы. Древесина березы характеризуется высокими показателями плотности, вязкости и прочности, но низкой стойкостью против загнивания, что ограничивает ее применение при строительстве деревянных домов. По физико-механическим свойствам береза уступает дубу, но имеет более высокую прочность при ударном изгибе. Поэтому она нашла широкое применение во внутренних отделочных работах, в производстве шпона, для фанеры, паркета, ламината (напольных покрытий), мебели и т.д. Полученные результаты показателей свойств пожарной опасности образцов незащищенной древесины березы намеревались сравнить с аналогичными результатами испытаний образцов древесины, обработанных антипиреном и

образцов материалов на основе древесины – фанеры березовой конструкционной марки ФСФ. Березовая фанера марки ФСФ – это конструкционный материал, обладающий высокой прочностью и повышенной влагостойкостью. Фанера ФСФ изготавливается с применением фенолформальдегидного клея. Благодаря этому важному различию, она обладает большой влагостойкостью. Существуют специальные варианты фанеры ФСФ, дополнительно пропитанные огнестойкими составами. Их обычно применяют в промышленности, строительстве, авиастроении, машиностроении. Отличное качество поверхности является основополагающим критерием при выборе этого материала для производства мебели. Фанера марки ФСФ используется при производстве как внутренних, так и наружных работ. Основа фанеры — березовый шпон.

При проведении экспериментальных исследований использовались современные стандартные методы испытаний горючих строительных материалов [2–5].

В качестве исследуемых образцов материалов были взяты образцы древесины березы до и после огнезащитной обработки. В виде средства огнезащиты применялся водный раствор бишофита (80 % от общ.) сульфата аммония (18,5 % от общ.) и ортофосфорной кислоты (1,5 % от общ.) [1].

Усредненные результаты испытаний образцов материалов с применением стандартных методик определения показателей свойств пожарной опасности строительных материалов [2–5] представлены в табл. 1–6.

Таким образом, образцы фанеры березовой конструкционной марки ФСФ имеют следующие группы свойств пожарной опасности, определенные по показателям в ходе экспериментальных исследований: Г4, В3, РП3, Д3, Т2 [6].

Таблица 1. **Результаты испытаний на горючесть образцов фанеры березовой конструкционной марки ФСФ**

Образец фанеры	Масса образца материала, *г*		Температура в печи, °*С*			Продолжительность устойчивого пламенного горения $\tau_г$, *с*
	до испытания $m_н$	после испытания $m_к$	начальная температура печи	максимальная температура печи	конечная температура печи	
Средние значения	45,3	15,5	750,6	913,4	810,2	1262

Таблица 2. **Результаты определения группы горючести образцов фанеры березовой конструкционной марки ФСФ**

Образец фанеры	Средние данные по 4 образцам при каждом испытании			
	температура дымовых газов, ^0C	продолжительность самостоятельного горения, *с*	степень повреждения, %	
			по длине	по массе
Средние значения	487	468	98	82

Таблица 3. **Результаты определения группы воспламеняемости образцов фанеры березовой конструкционной марки ФСФ**

Образец фанеры	Время воспламенения	Критическая поверхностная плотность теплового потока (КППТП), кВт/м^2
Средние значения	215	15

Таблица 4. **Результаты определения группы распространения пламени по поверхности образцов фанеры березовой конструкционной марки ФСФ**

Образец фанеры	Время воспламенения, с	Время горения образца, минут	Длина поврежденного участка, мм	Критическая поверхностная плотность теплового потока (КППТП), кВт/м^2
Средние значения	105	30	270	7,35

Таблица 5. **Результаты определения группы дымообразующей способности образцов фанеры березовой конструкционной марки ФСФ**

Образец фанеры	Масса образца, кг	Светопропускание, %		Коэффициент дымообразования, м^2 кг$^{-1}$
		начальное	конечное	
Средние значения	0,0132	100	25,4	$Dm._{ср.}$ 671

Таблица 6. **Результаты определения группы токсичности продуктов горения образцов фанеры березовой конструкционной марки ФСФ**

Образец фанеры	Время разложения горения образца, мин	Масса образца, г		Потеря массы, г	Концентрации, %			Продолжительность экспозиции животных, мин	Показатель токсичности, H_{CL50}, г·м$^{-3}$
		начальная	конечная		CO	CO_2	O_2		
Средние значения	15	17	7,1	9,9	0,9	1,3	1,1	30	63

Как видно по полученным экспериментальным результатам определения групп свойств пожарной опасности, материалы на основе древесины, а в ходе исследований применялись образцы фанеры березовой конструкционной марки ФСФ, практически не отличаются по своим показателям от незащищенной древесины, кроме группы распространения пламени по поверхности (РП3) и токсичности продуктов горения (Т2), что может быть связано с применением фенолформальдегидного клея и слоистой структурой образцов (табл. 7).

В ходе наблюдения за изменением состояния поверхности образцов в процессе исследований было обнаружено, что при воздействии высоких температур на образцы происходило интенсивное обугливание поверхности рассматриваемых образцов, образовывались трещины в поверхностном слое и

происходило воспламенение выделяющихся продуктов термического разложения.

Таблица 7. **Характеристики свойств пожарной опасности образцов древесины березы незащищенной, обработанной огнезащитным составом и образцов фанеры березовой конструкционной марки ФСФ**

Характеристики пожарной опасности	Группы для образцов незащищённой древесины березы	Группы для образцов древесины березы, обработанной огнезащитным составом	Группы для образцов фанеры березовой конструкционной марки ФСФ
Горючесть	Г4	**Г3**	Г4
Воспламеняемость	В3	В3	В3
Распространение пламени по горизонтальной поверхности	РП4	**РП3**	**РП3**
Дымообразующая способность	Д3	**Д2**	Д3
Токсичность продуктов горения	Т3	Т3	**Т2**

Как показали проведенные испытания, образцы древесины березы обладают высокой пожарной опасностью ввиду своей органической природы происхождения. Применение растворов огнезащитных составов, нанесенных способом поверхностной обработки, включающие общедоступные недорогие компоненты (бишофит, сульфат аммония и ортофосфорную кислоту) снижают значения показателей групп свойств пожарной опасности образцов древесины березы, переводя из групп Г4, РП4 и Д3 в Г3, РП3 и Д2 соответственно или снижению показателей свойств воспламеняемости (увеличению значений времени воспламенения).

Материалы на основе древесины (образцы фанеры березовой конструкционной марки ФСФ), практически не отличаются по своим показателям от незащищенной древесины, кроме группы распространения пламени по поверхности (РП3) и токсичности продуктов горения (Т2), что связано с применением большого количества компонентов органического происхождения (в том числе связующих), с разными показателями свойств пожарной опасности, нежели у чистой древесины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гальченко Т.А., Наконечный С.Н. Определение показателей пожарной опасности древесины березы. Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов X Всерос-

сийской научно-практической конференции, Иваново, 20 апреля 2023 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – 573 с. – ISBN 978-5-907353-90-9.

2. ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».

3. ГОСТ 30244-94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть».

4. ГОСТ 30402-96 «Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость».

5. ГОСТ Р 51032-97 «Материалы строительные. Метод испытания на распространение пламени».

6. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

УДК 66.047.41

И. В. Гиберт, А. А. Покровский
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

КИНЕТИКА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СУШКИ МАТЕРИАЛОВ ПЕРЕГРЕТЫМ ПАРОМ

Рассмотрена кинетика сушки материалов перегретым водяным паром. Показаны достоинства использования перегретого водяного пара для сушки различных материалов с экологической и пожаробезопасной точки зрения. Представлена зависимость скорости процесса сушки от температуры теплоносителя.

Ключевые слова: перегретый пар сушка, материал, органический растворитель, температура, скорость, давление.

I. V. Gibert, A. A. Pokrovsky

KINETICS OF HIGH TEMPERATURE DRYING OF MATERIALS WITH SUPERHEATED STEAM

The kinetics of drying materials with superheated water vapor is considered. The advantages of using superheated water steam for drying various materials from an environmental and fire safety point of view are shown. The dependence of the speed of the drying process on the temperature of the coolant is presented.

Key words: superheated steam drying, material, organic solvent, temperature, speed, pressure.

Высокотемпературная сушка материалов является одним из наиболее высокоэффективных способов, применяемых в различных отраслях промышленности. В

© Гиберт И. В., Покровский А. А., 2023

качестве теплоносителя при этом чаще всего применяется горячий воздух. Но при производстве ряда нетканых и текстильных материалов в технологическом процессе могут быть использованы различные ограничение растворители, поэтому применение в качестве теплоносителя воздуха с высокой температурой может привести к образованию взрывоопасной смеси. Снижение температуры теплоносителя приведет к увеличению длительности процесса сушки. Ранее проведенные исследования показали, что в технологическом процессе удаления органических растворителей из различных материалов хорошо зарекомендовал себя перегретый водяной пар, как с экологической, так и пожаробезопасной точки зрения.

В химической промышленности использование перегретого водяного пара и перегретых паров растворителей для сушки различных материалов помимо пожаробезопасности процесса позволяет осуществлять возврат дорогостоящего растворителя в технологический цикл, а конденсация паров может использоваться для нагревания других жидкостей. Отсутствие кислорода в перегретом паре исключает окисление и, как следствие, возгорание материала. Удельный расход тепла при сушке перегретым паром сокращается в 2–3 раза. Например, сушка целлюлозы при температуре воздуха 200 °С занимает 3,3 часа, а сушка той же целлюлозы перегретым паром – 2,5 часа. Коэффициент полезного действия сушилок, работающих на перегретом паре на 8 % больше К.П.Д. сушилок, где применяется горячий воздух с аналогичными параметрами теплоносителя. Кроме текстильных материалов могут применяться перегретые пары органических растворителей, например, для сушки стеклоткани, пропитанной различными смолами, растворёнными в этиловом спирте.

В технологии производства искусственных кож, плёночных и нетканых материалов удаляемая среда очень часто отлична от воды, поэтому перегретый пар является единственно возможным теплоносителем.

На кинетику процесса сушки материала в среде перегретого водяного пара влияют три параметра: температура, скорость и давление. В процессе сушки любых материалов выделяют два основных периода – постоянной и падающей скорости. При сушке перегретым паром иногда дополнительно рассматривают период прогрева материала, который в зависимости от его толщины может составлять до 10 % от общего времени сушки. Данный период сопровождается увлажнением материала за счет конденсации пара. Поэтому для сравнительно тонких материалов период прогрева составляет несколько секунд вследствие больших коэффициентов теплообмена. Из-за этого данный период на кинетических кривых сушки часто не наблюдается.

Когда температура поверхности материала достигает температуры испарения воды, то на поверхность пластины тепло поступает конвективно от перегретого пара. Жидкость испаряется с поверхности материала. Данная стадия отражает период постоянной скорости сушки. Данный период отчетливо виден на кинетических кривых. При повышении температуры перегретого пара интенсивность сушки увеличивается, а ее время сокращается. Также на кинетику процесса сушки оказывает влияние повышение давления, так как это приводит к повышению температуры ма-

териала с развитием молярного переноса пара и увеличением коэффициента теплообмена.

Период падающей скорости сушки возникает при углублении локализованного фронта испарения жидкости, когда влагосодержание материала достигает своего критического значения. К поверхности материала тепло поступает конвективно от перегретого водяного пара. Граница испарения влаги отступает вглубь тела. «Просушенный» слой прогревается. На движущуюся границу тепло поступает за счёт теплопроводности. Поле температур внутренних слоёв материала постоянно. Данный период характеризуется удалением из материала влаги с различными видами энергии связи. Влияние температуры, скорости и давления пара на кинетику процесса сушки в данном периоде остается практически неизменным по сравнению с периодом постоянной скорости сушки.

На рисунке представлены кривые изменения массы нетканого материала, пропитанного органическим растворителем в процессе его сушки перегретым водяным паром при различной температуре.

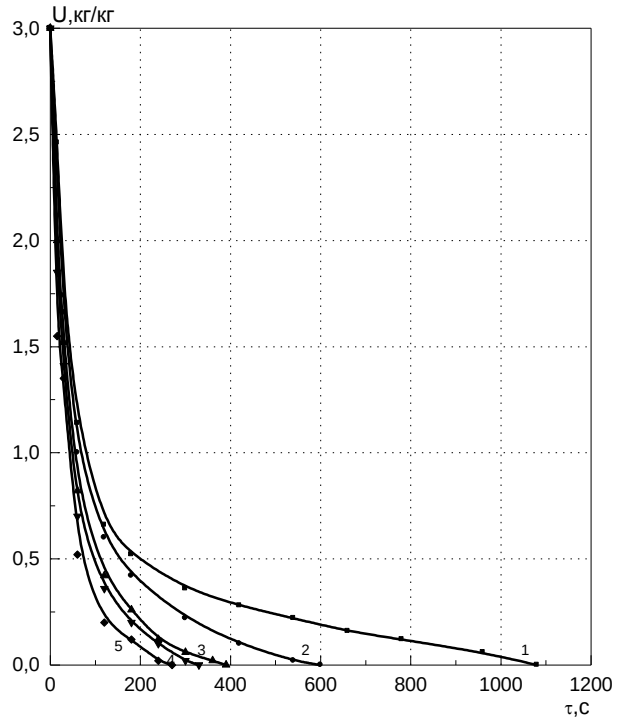


Рисунок. Кинетические кривые изменения массы нетканого материала в процессе их сушки от органического растворителя перегретым водяным паром с различными температурами. 1 – 110 ºС, 2 – 120 ºС, 3 – 130 ºС, 4 – 140 ºС, 5 – 150 ºС

Кривая изменения массы образца является результирующей двух процессов, где в одном случае происходит удаление из пор материала органического растворителя, а в другом – заполнение пор конденсатом водяного пара. На всём протяжении удаления растворителя наблюдается непрерывное уменьшение массы тела, что обусловлено только частичным заполнением пор водяным конденсатом.

Кривые показывают, что при повышении температуры перегретого пара со 110 до 150 ºС значительно сокращается продолжительность удаления растворителя,

сконденсировавшейся влаги, а также общая продолжительность процесса сушки материала более чем в три раза. За период прогрева материала до температуры испарения органики в нём конденсируется максимальное количество воды и удаляется около 30 % растворителя. Например, на момент достижения образцом температуры испарения воды (100 ºС) его влагосодержание составляет порядка 60 % при температуре перегретого пара 110 °С, а при 150 °С – 40 %. Данный факт говорит о том, что с повышением температуры теплоносителя в материале конденсируется, а затем и испаряется значительно меньшее количество воды. Но необходимо отметить, что повышение температуры выше 140 ºС не приводит к существенному сокращению длительности процесса сушки.

Исследования показывают, что общая длительность процесса сушки материалов перегретым паром существенно ниже, чем горячим воздухом с аналогичными параметрами теплоносителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Покровский А.А., Почивалов К.В., Липин А.Г., Мизеровский Л.Н., Блиничев В.Н. Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2001. Т. 44. № 1. С. 138-140.

2. Зуева Г.А., Блиничев В.Н., Покровский А.А. Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2004. Т. 47. № 4. С. 34.

3. Покровский А.А., Топоров А.В., Колобов М.Ю. Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. 2016. № 4 (48). С. 74-77.

4. Михайлов Ю.А. Сушка перегретым паром. – М.: Энергия, ¬¬1967. – 200 с.

УДК 614.84

В. Р. Головенко
Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России имени Героя Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева

БАЗОВЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ БОЕВЫМИ ДЕЙСТВИЯМИ В ПРОЦЕССЕ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА НА ВОЗДУШНОМ СУДНЕ

В данной статье подробно рассмотрен факт того, что одним из важнейших условий успешной ликвидации такой чрезвычайной ситуации, как авиационное происшествие, является качественное управление силами, средствами и действиями всего личного состава при ведении боевых действий по тушению пожара и спасению людей.

© Головенко В. Р., 2023

Ключевые слова: принятие решений; управление силами и средствами на пожаре, загорания внутри фюзеляжа, тушение пожара, розлив авиатоплива, воздушное судно, авиационное происшествие, магниевые сплавы.

V. R. Golovenko

BASIC ASPECTS OF COMBAT OPERATIONS MANAGEMENT IN THE PROCESS OF EXTINGUISHING A FIRE ON AN AIRCRAFT

This article discusses the fact that one of the most important conditions for the successful elimination of such an emergency situation as an aviation accident is the quality management of forces, means and actions of all personnel during combat operations to extinguish a fire and rescue people.

Key words: decision-making; management of forces and means on fire, ignition inside the fuselage, fire extinguishing, jet fuel filling, aircraft, aviation accident, magnesium alloys.

Управленческая деятельность в условиях ведения боевых действий по тушению воздушных судов (далее – ВС) очень сложна, она требует от руководителя тушения пожара (далее – РТП) моментальности принятия тактически верных решений, потому что скорость протекания чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) такого рода крайне велика, трагичным примером подобной ситуации является авария SSJ-100 в аэропорту Шереметьево 05.05.2019 г. – ВС, осуществляющее процедуру приземления, было охвачено огнём ещё до полной остановки.

Тушением пожаров ВС в аэропортах занимается служба противопожарного и аварийно-спасательного обеспечения полетов (далее – СПАСОП) (рис. 1). Эти пожарные подразделения не относятся к Министерству Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее – МЧС России), а являются внутренней службой оператора аэропорта [1].

Рис. 1. Служба противопожарного и аварийно-спасательного обеспечения полетов

С момента получения первой информации о авиационном происшествии (или даже о том, что ВС находится в воздухе, но является аварийным, и будет осуществляться аварийная посадка), руководителю СПАСОП предстоит решить множество задач по организации и осуществлению широкого круга сложных мероприятий, связанных с подготовкой необходимых операций и руководством боевыми действиями пожарно-спасательных подразделений в сложных условиях тушения пожара ВС. Поэтому к совершенствованию операций принятия управленческих решений должностных лиц на пожаре ВС важно подходить с особым вниманием.

Эффективность применения сил и средств (далее – СиС) в процессе управления боевыми действиями зависит от полноты полученных данных РТП касательно имеющейся ситуации, его подготовленности тактической и психологической. Для повышения скорости и качества принятия решений РТП должен обладать знаниями о видах протекания разного рода авиационных происшествий [2], а также порядком управления боевыми действиями подразделений при каждом из них.

В зависимости от ситуации, в которую может попасть ВС и места возникновения огня, виды пожаров делятся на следующие категории:

- пожар розлива авиационного топлива;
- пожар внутри фюзеляжа;
- пожар силовой установки (двигателя ВС);
- пожар органов приземления (шасси ВС) [3].

Фактически, в реальной обстановке, нередко несколько вышеизложенных видов пожаров ВС могут протекать одновременно. Таким образом, горящий под ВС розлив авиатоплива может послужить причиной загоранию двигателя или шасси, более того, от перегрева гидравлические приводы шасси могут даже взорваться. Каждая из категорий пожаров на ВС имеет особенности, которые должны быть учтены РТП в процессе принятия управленческих решений по ликвидации ЧС.

Рассмотрим подробнее пожар розлива авиационного топлива. Эта категория пожара ВС связана с возможностью разгерметизации топливного(-ых) отсека ВС, чаще всего, в случае сильного нештатного удара об землю, что, также, всегда сопровождается искрами, которые и становятся причиной возгорания розлива.

Розлив происходит вокруг аварийного ВС на большой площади. В зависимости от положения ВС относительно самого розлива пожар может быть как односторонним, так и двусторонним (рис. 2).

В ситуации такого пожара, как самым важным, так и самым сложным является минимизация ущерба жизни и здоровью людей, находящихся внутри ВС, так как помимо того, что люди могут быть отрезаны от путей эвакуации пожаром снаружи ВС, так и сам пожар авиатоплива протекает с высокой скоротечностью и большой температурой в зоне горения (более 1000°С), отчего фюзеляж ВС также быстро нагревается. В данной ситуации РТП необходимо од-

новременно предпринять меры по спасению людей, тушению пожара и охлаждению фюзеляжа и гидравлических систем ВС [4] (рис 3).

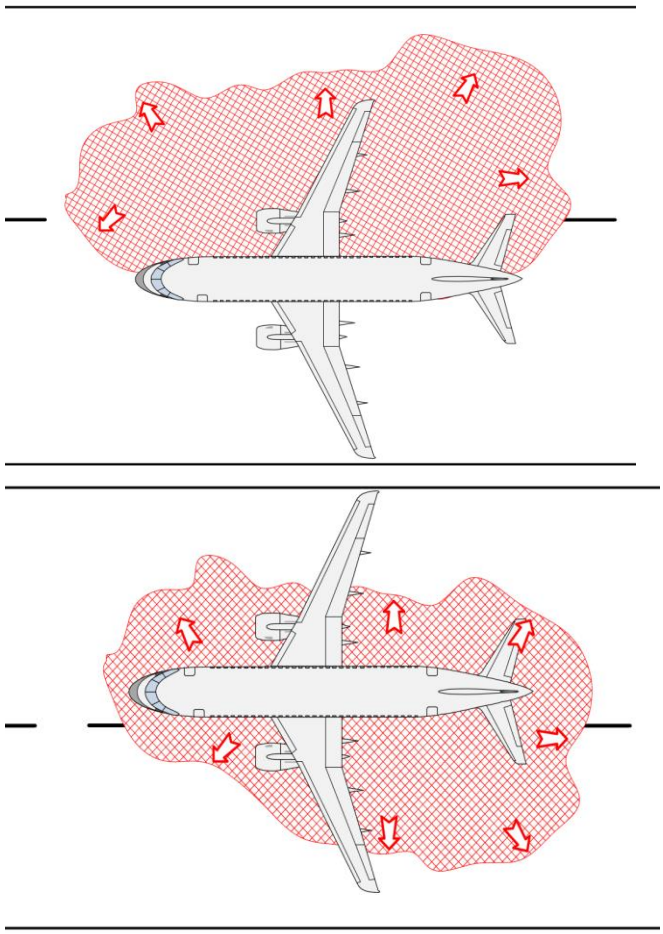


Рис. 2. Односторонний и двусторонний пожары розлива авиатоплива (соответственно)

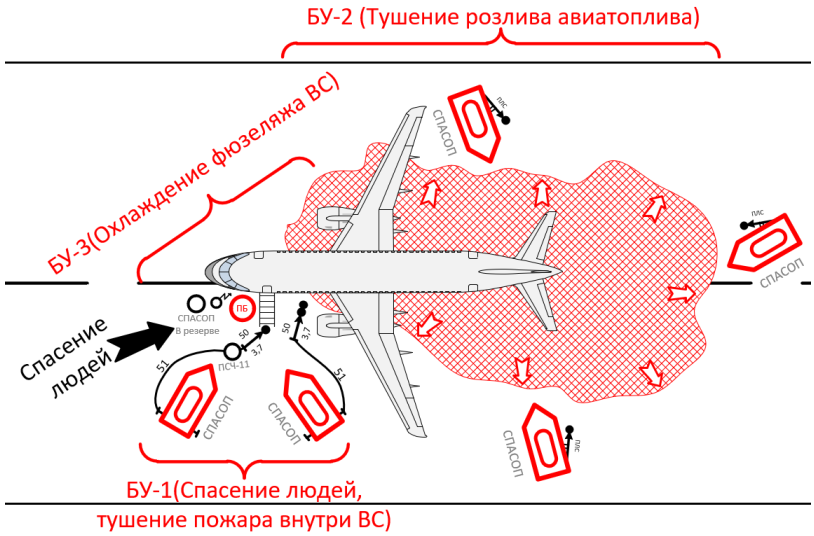


Рис. 3. Оптимальная расстановка СиС подразделения СПАСОП для успешного ведения боевых действий в ситуации горения розлива авиатоплива ВС

Далее, следует разобрать пожары внутри фюзеляжа ВС. Причиной таких пожаров может стать как короткое замыкание в электронике самого ВС, так и, что более вероятно, возгорание электроприбора одного из пассажиров, таких как ноутбук, телефон, планшет или портативное зарядное устройство, такие возгорания приводят к сильному задымлению внутри салона ВС. Основной горючей нагрузкой при таких пожарах являются отделочные материалы салона и пассажирские кресла, а так же багаж (ручные клади) находящиеся в отсеках хранения багажа над пассажирскими креслами, в связи с чем, салон ВС может быстро заполниться едким токсичным дымом. Также, такой пожар может произойти в багажном отделении ВС. В подобной ситуации, пилоты ищут возможность для аварийной посадки, где ВС уже обязано встречать пожарно-спасательное подразделение, готовое немедленно приступить к выполнению боевых задач по спасению людей и тушению пожара (рис. 4). Опасность такого пожара заключается как раз в задымлении фюзеляжа, где пассажиры могут остаться как вследствие потери сознания, надышавшись токсичными продуктами горения, так и став жертвами давки в процессе самостоятельной эвакуации. Сложность ведения боевых действий по тушению такого пожара заключается в трудности определения места нахождения очага пожара и нахождения доступа к нему.

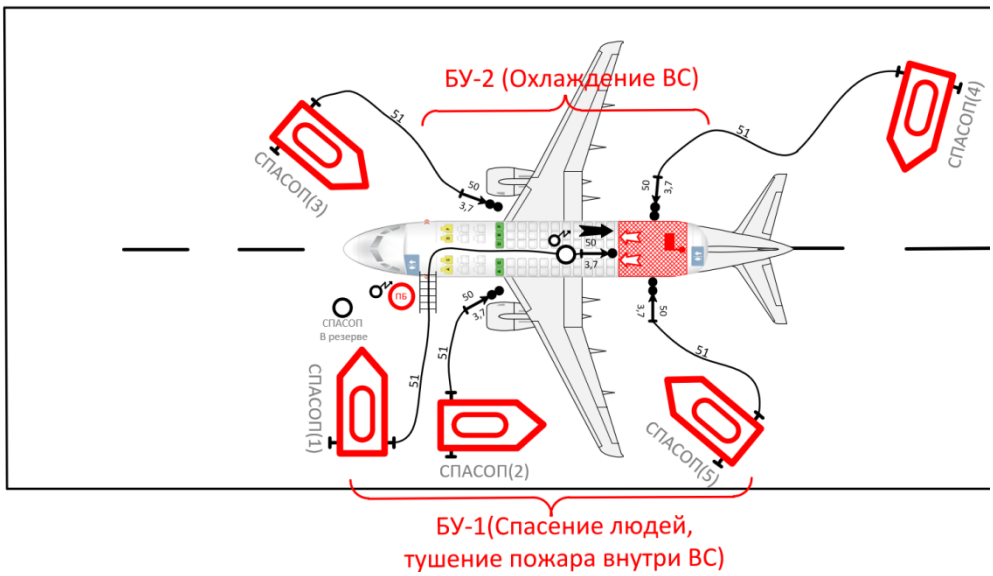


Рис. 4. Графическое отображение боевых действий по тушению пожара внутри фюзеляжа ВС

Следующая категория пожаров ВС – пожары органов приземления (шасси ВС). Пожары органов приземления главным образом связаны с горением трех видов материалов: резины пневматиков, жидкости тормозной гидравлической системы и магниевых сплавов самих тормозов [5]. Такие пожары случаются в следующих ситуациях:

- при посадке ВС с завышенной скоростью или при экстренном торможении;

- горение гидрожидкости при разрушении гидросистемы шасси. При этом развивается высокая температура, приводящая к загоранию резины пневматиков, а затем и Mg сплавов барабанов колес тележки шасси;

- режиме «Прерванного взлёта». Такое название получил режим взлёта, при котором уже в процессе разгона ВС для поднятия его в воздух происходит критическая ошибка или же неисправность ВС. Также, в авиации существует такое понятие как «скорость принятия решения», она изменяется в зависимости от длины и состояния поверхности ВПП и вычисляется исходя из возможности произвести полную остановку ВС, избежав выкатывания за пределы ВПП. В случае, если в процессе разгона летательного аппарата ошибка или же неисправность произошли уже после достижения скорости принятия решения, то ВС в любом случае продолжит взлёт, уже после которого экипаж будет принимать дальнейшие экстренные решения, такие как, например, экстренная посадка по согласованию с диспетчерской службой аэропорта.

Опасность возгорание шасси ВС опасно тем, что в современных пассажирских самолетах оно располагается под крылом и пожар может повлечь как разгерметизацию топливного отсека в крыле, так и, в худшем случае, его взрыв, что повлечет за собой возникновение пожара розлива топлива, а также человеческие жертвы. Таким образом, в процессе управления боевыми действиями РТП необходимо одновременно организовать спасение людей, тушение пожара шасси и охлаждение как гидравлической системы тормозов, так и всего крыла ВС (рис. 5).

Рис. 5. Воспламенение магниевых сплавов тормозов ВС
и процесс тушения пожара шасси

Рассмотрим оставшуюся категорию пожаров – пожары силовых установок (двигателей ВС). В наши дни, пассажирским самолетам присуще наличие не одного двигателя, а сразу 2, 4 или более. Благодаря этому, в случае отказа одного из двигателей, ВС не упадёт моментально на землю, при должном уровне мастерства пилотов, а их всегда готовят к подобным ситуациям, они могут совершить аварийную посадку ВС даже при одном работающем двигателе. Однако, это очень сложно, как с точки зрения планирования, так и осуществления. При планировании посадки аварийного ВС с неисправным двигателем,

СПАСОП аэропорта заранее получают информацию о предстоящей аварийной посадке, и уже должны ожидать ВС на взлётно-посадочной полосе (далее – ВПП), будучи готовыми к ведению боевых действий [6]. РТП в подобной ситуации следует предусмотреть не только тушение самой силовой установки (рис. 6), но и быть готовым к организации тушения розлива топлива, потому что посадка на одном двигателе не будет «мягкой», что может привести к разгерметизации топливных баков и возгоранию топлива.

Рис. 6. Тренировка боевых действий по тушению силовой установки ВС

Управленческая деятельность РТП при организации тушения пожаров ВС базируется на его знаниях в области протекания различных видов пожаров ВС, его личного опыта организации боевых действий и тактической подготовленности как его самого, так и личного состава СПАСОП. РТП обязан быстро анализировать имеющуюся информацию в процессе выбора наилучшего варианта ведения боевых действий в сложной, меняющейся обстановке на пожаре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральные авиационные правила «Аварийно - спасательное обеспечение полетов воздушных судов» № 517.

2. Селезнев А. В. Организация аварийно - спасательных и противопожарных работ: учебное пособие – Ульяновск: УИ ГА, 2017.– 168 с. 25

3. Теребнев В. В. Пожарная тактика. Книга 1. Основы – 3 - е изд., с изм., доп. – Екатеринбург, 2021 г. – 301 с.

4. Головенко В. Р. Организация спасения людей и тушения пожаров при аварии воздушного судна (с розливом авиационного топлива) // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 26 апреля 2022 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя

Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, 2022. – С. 124-127. – EDN LMZDQC.

5. ICAO Doc 9137-AN/898 Airport Services Manual, Part 1 – Rescue and Fire-fighting. Fourth Edition.

6. Головенко В. Р. Управление действиями пожарных подразделений при крушении самолёта // Актуальные вопросы пожаротушения: сборник материалов II Всероссийского круглого стола, Иваново, 26 мая 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – С. 53-61. – EDN JFXXUR.

УДК 654.924.5

А. С. Горбунов
Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАТЧИКА ЦВЕТА В СИСТЕМЕ ОБНАРУЖЕНИЯ БОЛЬШИХ ПЕРЕХОДНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РОЗЕТКАХ

Предложено использовать датчик определения цвета и термоиндикаторные наклейки в системе обнаружения больших переходных сопротивлений. Предложена схема реализации данной системы для использования в бытовых электрических розетках.

Ключевые слова: большие переходные сопротивления, система обнаружения, датчик цвета.

A. S. Gorbunov

USING A COLOR SENSOR IN A SYSTEM FOR DETECTING LARGE TRANSIENT RESISTANCES IN ELECTRICAL OUTLETS

It is proposed to use a color detection sensor and thermal indicator stickers in a system for detecting large transient resistances. The scheme of implementation of this system for use in household electrical outlets is proposed.

Key words: large transient resistances, detection system, color sensor.

За последние 4 года количество пожаров от выключателей, электрических розеток, разветвителей, (удлинителей) выросло почти в 2 раза и составляет около 10 % от общего числа пожаров по причине нарушений правил устройства и эксплуатации электрооборудования (рис. 1) [1].

© Горбунов А. С., 2023

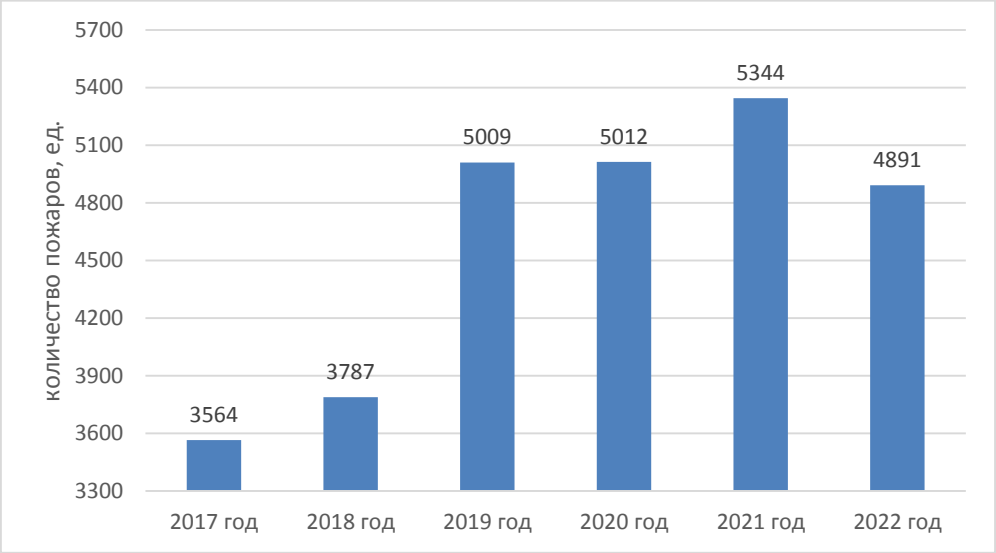


Рис. 1. Пожары от электрических выключателей, вилок, розеток, разветвителей за 2017–2022 гг.

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

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

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

Для решения технической задачи был выбран датчик цвета TCS3472 и микроконтроллер на базе Arduino.

Устройство TCS3472 обеспечивает определение значений восприятия красного, зеленого, синего (RGB) и отражённого света. Фильтр, блокирующий ИК-излучение, встроенный в микросхему и локализованный на светочувствительных фотодиодах, сводит к минимуму спектральную составляющую ИК-излучения входящего света и позволяет проводить точные измерения цвета. Высокая чувствительность, широкий динамический диапазон и фильтр, блокирующий ИК-излучение, делают TCS3472 идеальным решением для цветового датчика при использовании в различных условиях освещения.

Датчик цвета TCS3472 имеет широкий спектр применений, включая управление светодиодной подсветкой RGB, освещение, приборы, управление производственными процессами.

Датчик цвета определяет цвет или фиксирует его изменение и состоит из светодиода и матрицы фотодиодов [5]. Компактные размеры позволяют разместить и термоиндикаторную наклейку на контактной пластине (рис. 2).

Рис. 2. Размещение термоиндикаторной наклейки на контактной пластине

Примеры размещения процессора и датчика цвета представлены на рис. 3 и рис. 4.

Схема устройства представлена на рис. 5.

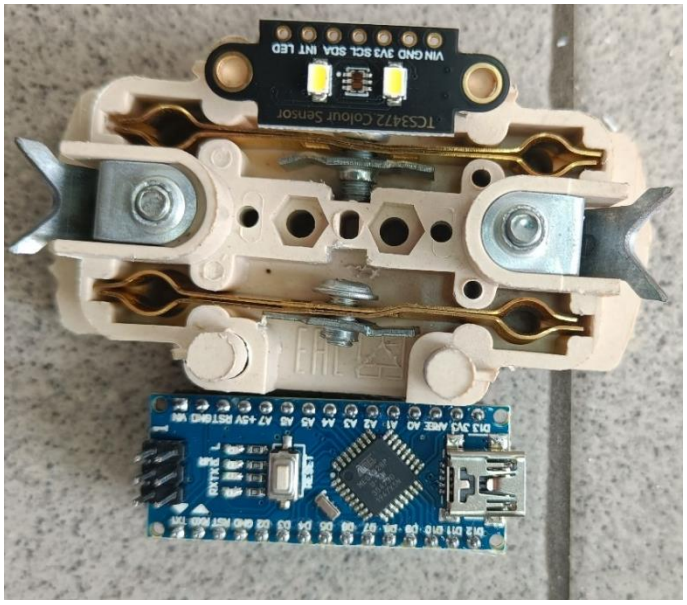


Рис. 3. Размещение микроконтроллера и датчика цвета в корпусе розетки

Рис. 4. Размещение микроконтроллера и датчика в удлинителе разветвителе

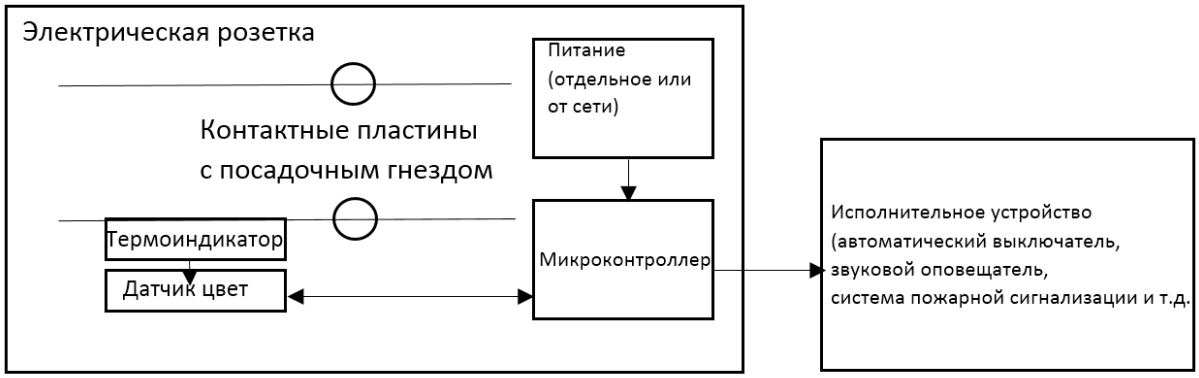


Рис. 5. Схема устройства защиты от больших переходных сопротивлений в электрической розетке

С помощью микропроцессора возможно задать различные действия, такие как оповещение, отключение электроэнергии и другое, при необходимости, в том числе взаимодействие с пожарной системой сигнализации. Наличие микропроцессора позволяет минимизировать ложные срабатывания, в связи с программированием на сработку только на определённый цвет термоиндикатора в системе RGB.

Таким образом, преимуществом в сравнении с аналогами данного способа и устройства заключается в низкой стоимости, высокой чувствительности, в исключении ложных срабатываний, быстродействии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.- аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.

2. Методические рекомендации по организации профилактики пожаров от электрооборудования в жилых и общественных зданиях с применением технических средств. – 2-е изд. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 80 с.

3. Харламенков А. С. Пожарная опасность больших переходных сопротивлений. От теории к практике. Часть 2 //Пожаровзрывобезопасность. – 2022. – Т. 31. – № 1. – С. 99-104.

4. Харламенков А. С. Пожарная опасность больших переходных сопротивлений. От теории к практике. Часть 1 //Пожаровзрывобезопасность. – 2021. – Т. 30. – № 6. – С. 108-113.

5. Горбунов А. С., Слепов А. Н., Пожаркова И. Н. Возможность применения оптического прибора для определения цвета в экспертизе пожаров //Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций. – 2021. – С. 616-619.

УДК 614.841

В. С. Горшков, В. В. Ильичев, М. С. Лебедев, П. А. Чернышов
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ОПЫТ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ CFD МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА FDS

Рассмотрен пример оценки обеспечения естественного проветривания при пожаре незадымляемой лестничной клетки типа Н1, с учетом допущенных отступлений от требований нормативных документов. Построена математическая модель, с геометрическими параметрами, позволяющими оценить распространение опасных факторов пожара. Представлен анализ данных, полученных при расчете.

Ключевые слова: пожар, продукты горения, естественное проветривание, модель, фасад.

V. S. Gorshkov, V. V. Ilyichev, M. S. Lebedev, P. A. Chernyshov

EXPERIENCE IN PERFORMING APPLIED WORK USING CFD MODELING BASED ON FDS SOFTWARE COMPUTING COMPLEX

An example of assessing the provision of natural ventilation in the event of a fire in a smoke-free stairwell of type H1 is considered, taking into account deviations from the requirements of regulatory documents. A mathematical model has been constructed with geometric parameters that allow assessing the spread of fire hazards. An analysis of the data obtained during the calculation is presented.

Key words: fire, combustion products, natural ventilation, model, facade.

© Горшков В. С., Ильичев В. В., Лебедев М. С., Чернышов П. А., 2023

Основную опасность для жизни людей в условиях пожара представляют продукты горения, распространяющиеся по зданию за время, недостаточное для эвакуации людей. Ухудшение видимости и возникающая, в связи с этим паника, раздражающее и токсическое воздействие на человека продуктов горения, являются главными причинами гибели людей, а также основным препятствием для успешной работы пожарных. Для предотвращения распространения продуктов горения из помещений очага пожара в защищаемые объемы здания (лестничные клетки, шахты лифтов, лифтовые холлы, тамбур-шлюзы и т.д.) применяют специальные конструктивно-планировочные [1] и технические решения [4]. Важно обратить внимание на то, что в соответствии с требованиями нормативно-правовых актов и нормативных документов по пожарной безопасности, противодымная защита зданий должна обеспечивать не только безопасную эвакуацию людей при возникновении пожара, но и создавать необходимые условия пожарным подразделениям для выполнения работ по спасанию людей, обнаружению и локализации очага пожара в здании, что особенно актуально для высотных зданий и зданий повышенной этажности. При этом одним из основных путей доступа личного состава пожарных подразделений на этажи в таких зданиях являются незадымляемые лестничные клетки, на которых более подробно остановимся в данной статье.

В данной статье рассмотрен пример оценки обеспечения естественного проветривания при пожаре поэтажных переходов через наружную воздушную зону, ведущих к незадымляемым лестничным клеткам типа Н1. В ходе проектирования рассматриваемого многоэтажного жилого дома были допущены отступления от положений действующих нормативных документов [4], продиктованные градостроительной ситуацией, габаритами участка, окружающей застройкой и эстетическим видом фасадов здания, что привело к несоблюдению требования о расположении в одной плоскости дверных проемов выходов с этажей на лоджии и дверных проемов входов с этих лоджий на лестничные на всех этажах жилого дома (приложение Г к [4], рис. 1).

Экспертным методом принята область моделирования и построена математическая модель, с геометрическими параметрами, позволяющими оценить распространение опасных факторов пожара (далее – ОФП) в аварийной зоне.

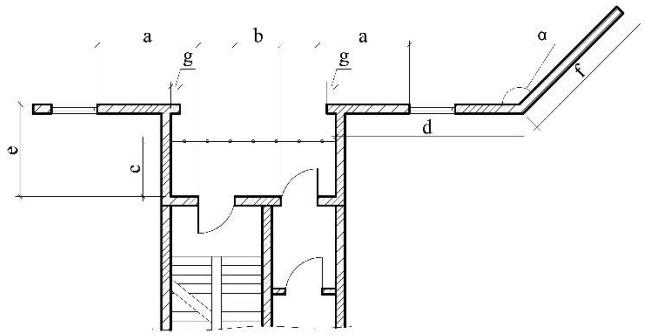


Рис. 1. Типовая схема устройства поэтажного перехода через наружную воздушную зону при незадымляемой лестничной клетке типа Н1 (план по лоджиям)

Расчетное определение обеспечения проветриваемости поэтажных переходов через наружную воздушную зону, ведущих к незадымляемым лестничным клеткам типа Н1 произведено с использованием полевой модели распространения пожара. Для расчета распространения продуктов горения по объему принятой области моделирования была выбрана программа FDS (Fire Dynamic Simulator) 6.8.0, разработанная в научно-исследовательской лаборатории по пожарной безопасности Национального института стандартов и технологий (NIST) США [6]. Алгоритм программы соответствует полевому методу моделирования пожара в здании, представленному в разд. IV прил. 6 «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» [2].

В ходе анализа представленных на рассмотрение материалов была установлена область моделирования, в которую входит общая площадь здания, полная высота, конфигурация типовых этажей, общая площадь помещения с очагом пожара, участок окружающей среды и т.д. Геометрические размеры рассматриваемого здания установлены по архитектурным чертежам, графически область моделирования представлена ниже (рис. 2).

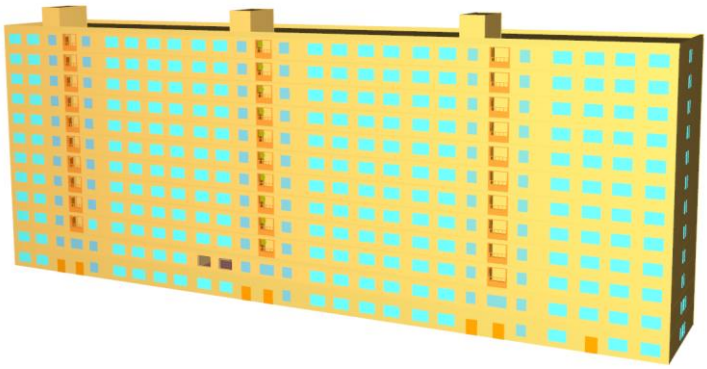


Рис. 2. Общий вид модели

В процессе моделирования замерялись значения ОФП с помощью группы измерительных плоскостей и групп измерительных датчиков в области моделирования на наружных воздушных переходах в составе незадымляемой лестничной клетки типа Н1 (рис. 3). Критерии оценки эффективности естественного проветривания соответствуют нормативно установленным критическим значениям воздействия ОФП на человека [2, 3]. В качестве параметров окружающей среды приняты условия, способствующие быстрому распространению ОФП по фасаду здания (безветренно, температура окружающей среды +25.0 ^{o}C) [5]. Дополнительно, для наглядности, производился расчет с ветровой нагрузкой на фасад здания.

Размер ячеек сетки, принятой области моделирования составил 0.25×0.25×0.25 м в области распространения продуктов горения и расположения воздушных переходов при незадымляемой лестничной клетке типа Н1, в остальной области 0.5×0.5×0.5 м.

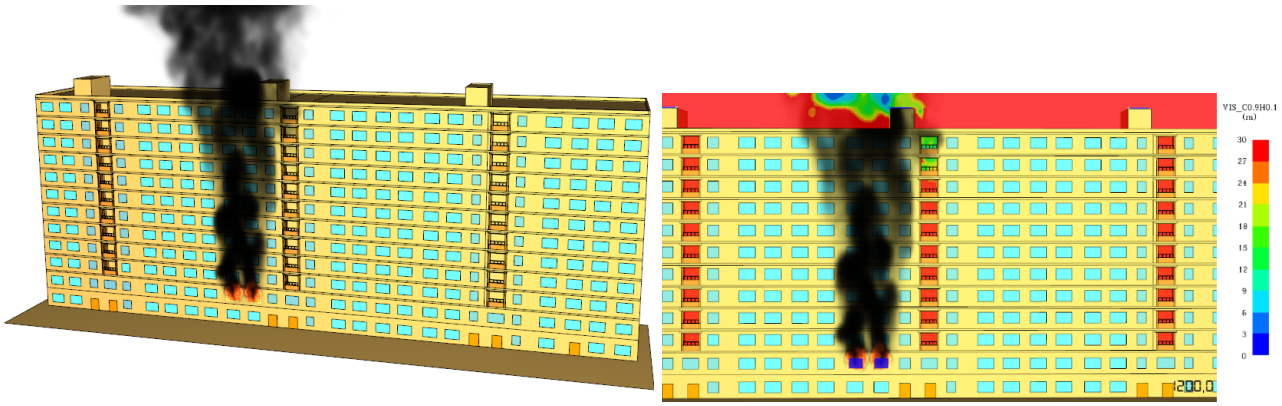


Рис. 3. Динамика распространения продуктов горения по фасаду здания и поле видимости

В результате анализа проведенных расчетов установлено, что при соблюдении минимально необходимых нормативно установленных геометрических параметров по устройству переходов при незадымляемых лестничных клетках типа Н1 обеспечивается незадымляемость таких переходов. Также выявлена прямая зависимость нормируемых параметров условий естественного проветривания при пожаре от климатических факторов, наиболее критические значения опасных факторов пожара достигаются при отсутствии ветрового напора на фасадах зданий (безветрие). При устройстве рассматриваемых воздушных переходов, отличных от типовых, для подтверждения принятых объемно-планировочных решений, допускается выполнить расчетную оценку условий незадымляемости поэтажных переходов через наружную воздушную зону, с помощью полевой расчетной модели.

При этом выводы, полученные в результате проведенных расчетов, не являются типовыми и распространяются только на рассматриваемый в данной статье жилой дом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

2. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности. – М.: ФГУ ВНИИПО, 2009. – 71 с.

3. СП 1.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы».

4. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности».

5. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99*».

6. M. Vanella, K. McGrattan, R. McDermott, G. Forney. Advances in simulation capability for complex geometry. Fire research division, National Institute of Standards and Technology (NIST) & Department of Mechanical and Aerospace Engineering, The George Washington University. Fire Safety Journal. P. 11.

УДК 614.841.332

В. С. Горшков, П. А. Чернышов, С. Т. Лежнев, О. В. Фомина
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ИДЕНТИФИКАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОБЪЕКТАХ СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ НАВЕСНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ С ВОЗДУШНЫМ ЗАЗОРОМ

Систематизированы и приведены процедуры проведения идентификационного контроля. Изложена процедура и виды проведения контроля строительных материалов при монтаже, эксплуатации и ремонте навесных фасадных систем с воздушным зазором. Даны рекомендации по контролю конструкции фасадной системы.

Ключевые слова: требования пожарной безопасности, идентификационный контроль фасадная система, навесная фасадная система с воздушным зазором.

V. S. Gorshkov, P. A. Chernyshov, S. T. Lezhnev, O. V. Fomina
FGBU VNIIPO EMERCOM of Russia

IDENTIFICATION CONTROL OF BUILDING MATERIALS AT CONSTRUCTION SITES WHEN USING HINGED FACADE SYSTEMS WITH AN AIR GAP

Procedures for carrying out identification control are systematized and given. The procedure and types of control of building materials during the installation, operation and repair of hinged facade systems with an air gap are described. Recommendations for the control of the design of the facade system are given.

Key words: fire safety requirements, identification control facade system, hinged facade system with an air gap.

При применении для утепления зданий и сооружен на территории Российской Федерации все чаше используются навесные фасадные системы с воздушным зазором. Используются фасадные системы с применение как горючих, так и не горючих материалов в составе фасадных систем. Проведенный анализ произошедших пожаров в вышеуказанных даниях показал, что не редко происходит подмена материалов в составе фасадных систем при монтаже, эксплуата-

© Горшков В. С., Чернышов П. А., Лежнев С. Т., Фомина О. В., 2023

ции и ремонте от ранее задекларированных при проведении процедуры оценки соответствия НФС требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 31251-2008 [1]. Данные нарушения приводят в результате к нарушению правил пожарной безопасности [2]. Для уменьшения вышеуказанных рисков разработан новый СП 518.1311500.2022 «Навесные фасадные системы с воздушным зазором. Обеспечение пожарной безопасности при монтаже, эксплуатации и ремонте» [3]. В котором изложены следующие требования

При прохождении процедуры оценки соответствия НФС требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 31251 для горючих материалов (по ГОСТ 30244 [4]) должен быть проведен идентификационный контроль в соответствии с приложениями А и Б ГОСТ 31251 или ГОСТ Р 53293 [5] и ГОСТ Р 56025[6].

Для обеспечения контроля применяемых в конструкции НФС горючих материалов при проведении проверок эксплуатируемых объектов строительства необходимо проводить идентификационный контроль в соответствии с приложениями А и Б ГОСТ 31251 или ГОСТ Р 53293 и ГОСТ Р 56025. Идентификационный контроль на эксплуатируемых объектах строительства проводится с обязательным оформлением акта отбора образцов и последующим сравнением с результатами аналогичных исследований, проведенных в соответствии с вышеизложенным пунктом.

Описаны требования при отрицательных результатах сравнения:

- результаты испытаний НФС в соответствии с ГОСТ 31251 не могут быть распространены на смонтированную (эксплуатируемую, ремонтируемую) НФС, в которой применён отличный от заявленного в ТД материал;
- значения показателей пожарной опасности строительных материалов, входящих в состав смонтированной (эксплуатируемой, ремонтируемой) НФС, признаются не отвечающими заявленным.

Указанно о необходимо проводить определение термоаналитических характеристик и теплоты сгорания вышеперечисленных материалов в рамках идентификационного контроля в соответствии с приложениями А и Б ГОСТ 31251 или ГОСТ Р 53293 и ГОСТ Р 56025 с указанием их в технической документации на каждую партию продукции.

Описаны процедуры контроля конструкции системы.

Требования, к конструкции НФС, её основным узлам, деталям и материалам должны быть представлены в технических документах (ТД), устанавливающих порядок монтажа, эксплуатации и ремонта НФС и в Альбоме технических решений (АТР), определяются разработчиком НФС.

Область применения НФС (стен наружных с внешней стороны) определяется нормативными правовыми актами и нормативными документами по пожарной безопасности, в зависимости от установленного класса пожарной опасности системы по ГОСТ 31251 и показателей пожарной опасности применяемых материалов.

Пожарная опасность НФС зависит не только от пожарной опасности применяемых материалов, а также в значительной степени от технических и конструктивных решений, примененных в конструкции системы.

Монтаж, эксплуатация и ремонт НФС должны осуществляться с соблюдением требований, указанных в проектной документации по обустройству фасада на объекте строительства, с учетом технических решений основных узлов системы, ее элементов, креплений и соединений, приведенных в АТР НФС.

Конструкция НФС, как правило, содержит следующие основные компоненты:

- несущий каркас (подоблицовочная конструкция), состоящий из кронштейнов, направляющих, удлинителей, вспомогательных профилей, крепежных и соединительных элементов;
- утеплитель (при необходимости), для звуко- и теплоизоляции строительного основания;
- паропроницаемые ветровлагозащитные мембраны (при необходимости), для защиты утеплителя от негативных атмосферных воздействий, обеспечения требуемой долговечности и уменьшения теплопотерь;
- противопожарные короба (отсечки и обрамления по контуру (периметру)), оконных, дверных, вентиляционных и других проёмов, для предотвращения проникновения пламени во внутренний объём системы;
- защитно-декоративный экран НФС (облицовка основной плоскости фасада), для защиты утеплителя, конструкции несущего каркаса и строительного основания от повреждений и негативных явлений (атмосферных воздействий, пламенного горения при пожаре, высоких температур, тепловых потоков и др.), а также для создания архитектурно-декоративного облика зданий и сооружений.

В системе допускается применение других компонентов, если они аналогичны указанным компонентам по назначению, области применения, техническим свойствам, что должно подтверждаться соответствующей документацией, подтверждающей их пригодность для применения в подобных системах. Решение о возможности и условиях применения в системе таких компонентов принимается разработчиком навесной фасадной системы

Если компоненты не аналогичны и не указаны в ТД на систему, то их применение не допускается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 31251-2008. «Стены наружные с внешней стороны. Метод испытаний на пожарную опасность». – М: Стандартинформ, 2010. – 23 с.

2. Хасанов И.Р. Молчадский И.С., Гольцов К.Н., Пестрицкий А.В. Пожарная опасность навесных фасадных систем // Пожарная безопасность, 2006. - № 5. – С. 36-47.

3. СП 518.1311500.2022 «Навесные фасадные системы с воздушным зазором. Обеспечение пожарной безопасности при монтаже, эксплуатации и ремонте». – М.: МЧС России, 2022. – 6 с.

4. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть. – М.: Минстрой, 2006. – 21 с.

5. ГОСТ Р 53293-2009. Пожарная опасность веществ и материалов. Материалы, вещества и средства огнезащиты. Идентификация методами термического анализа. – М: Стандартинформ, 2009. – 18 с.

6. ГОСТ Р 56025-2014. Материалы строительные. Метод определения теплоты сгорания. М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.

УДК 614.841.41

***Ю. Н. Горшкова*[1]*, А. Г. Горшков*[2]**

[1] Главное управление МЧС России по Воронежской области

[2] Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»

ВЗАИМОСВЯЗЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВСПЫШКИ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ С ИХ ХИМИЧЕСКИМ СТРОЕНИЕМ И ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

Проведен анализ зависимости температуры вспышки и термодинамических свойств органических соединений от химического строения молекул веществ. Установлено, что температура вспышки и термодинамические свойства веществ в гомологических рядах линейно зависят от молекулярной массы. Предложены аппроксимационные уравнения для оценки температуры вспышки и энергии Гельмгольца спиртов нормального строения.

Ключевые слова: пожарная безопасность, молекулярная масса, температура вспышки, энергия Гельмгольца, спирты.

Yu. N. Gorskova, A. G. Gorshkov

RELATIONSHIP OF THE FLASH POINT OF ORGANIC COMPOUNDS WITH CHEMICAL STRUCTURE AND THERMODYNAMIC PROPERTIES

An analysis of the dependence of the flash point and thermodynamic properties of organic compounds on the chemical structure of the molecules of substances was carried out. It has been established that the flash point and thermodynamic properties of substances in homologous series depend linearly on molecular weight. Approximation equations for estimating the flash point and Helmholtz energy of alcohols of normal structure are proposed.

Key words: fire safety, molecular weight, flash point, Helmholtz energy, alcohols.

© Горшкова Ю. Н., Горшков А. Г., 2023

Оценка пожароопасных свойств веществ и материалов лежит в основе разработки мер пожарной безопасности в соответствии с законодательством Российской Федерации. В связи с этим изготовители и поставщики в обязательном порядке указывают в соответствующей документации показатели пожарной опасности веществ и материалов [1].

На основе пожароопасных свойств устанавливаются требования пожарной безопасности при получении веществ и материалов, их применении, хранении, транспортировании, переработке и утилизации, а также производится расчет пожарного риска. Знание пожароопасных свойств веществ, обращающихся в технологическом процессе, дает возможность установить безопасные параметры его проведения. Показатели пожароопасности веществ необходимы для установления требований пожарной безопасности к конструкции зданий, сооружений и системам противопожарной защиты.

Органические жидкости, за небольшим исключением, относятся к горючим, а некоторые из них – к легковоспламеняющимся веществам. Важным параметром пожарной опасности горючей жидкости является температура вспышки ($T_{всп}$). Данный показатель применяется при категорировании помещений по пожарной и взрывопожарной опасности [2]. В связи с многообразием органических соединений актуальной темой современных исследований является разработка теоретических методов расчета температуры вспышки [3–5]. Это также обусловлено наличием обширной базы экспериментальных данных по температурам вспышки веществ.

Показатель $T_{всп}$ – это минимальная температура горючей жидкости, при которой концентрация паров над ее поверхностью достигает величины, достаточной для возникновения вспышки от источника зажигания. Скорость испарения жидкости зависит от интенсивности межмолекулярных взаимодействий, которые определяются химическим составом и строением молекул вещества. Таким образом, между температурой вспышки и химическим строением вещества существует определенная количественная взаимосвязь.

Термодинамические свойства веществ являются основой для установления теоретически достижимых технологических показателей и движущих сил, определяющих направление, скорость и глубину протекания технологических процессов. Знание термодинамических свойств позволяет предсказать характер протекания аварийно опасных технологических процессов и предусмотреть мероприятия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций. В связи с этим вызывает интерес поиск взаимосвязи термодинамических свойств огнеопасных веществ с их пожароопасными свойствами.

Цель настоящей работы заключалась в установлении взаимосвязей между температурой вспышки, химическим строением вещества и его термодинамическими свойствами. В качестве исследуемых веществ были выбраны спирты нормального строения, справочные значения $T_{всп}$ представлены в таблице.

Таблица. **Температуры вспышки н-спиртов**

Название вещества	$T_{всп}$, **К**	
	Справочные [6]	**Расчетные**
Метиловый спирт	279	275
Этиловый спирт	286	287
Пропиловый спирт	296	298
Бутиловый спирт	308	310
Амиловый спирт	321	322
Гексиловый спирт	333	334
Гептиловый спирт	347	346
Октиловый спирт	359	358
Ниниловый спирт	369	370
Дециловый спирт	383	382

Простейшим параметром, характеризующим количественный и качественный состав вещества, является молекулярная масса. В работе [7] установлено, что взаимосвязь температуры вспышки с молекулярной массой в гомологических рядах органических соединений имеет линейный характер. На основе справочных данных (табл. 1) для гомологического ряда *н*-спиртов получено уравнение:

$$T_{всп} = 0{,}58M + 249{,}15,\ R^2 = 0{,}997 \qquad (1)$$

где M - молекулярная масса вещества.

Среднее абсолютное отклонение значений температур вспышки, рассчитанных по уравнению (1), от справочных величин составляет ±1,6 К (табл. 1).

На основе экспериментальных и литературных данных с использованием стандарта идеального газа [7] рассчитаны значения энергии Гельмгольца исследуемых спиртов при температуре вспышки. В результате проведенного анализа установлено, что зависимость энергии Гельмгольца от молекулярной массы так же имеет линейный характер и описывается уравнением:

$$\hat{F}_{всп} = 76{,}67M + 16181,\ R^2 = 0{,}974, \qquad (2)$$

где $\hat{F}_{всп}$ - энергия Гельмгольца при температуре вспышки.

С учетом линейного характера зависимости температуры вспышки и энергии Гельмгольца от молекулярной массы *н*-спиртов в гомологическом ряду представляло интерес установление взаимосвязи энергии Гельмгольца с температурой вспышки вещества. Полученная зависимость также была описана линейным уравнением:

$$\hat{F}_{всп} = 98{,}40T_{всп} + 88{,}181,\ R^2 = 0{,}955. \qquad (3)$$

Таким образом, установлена взаимосвязь между температурой вспышки, молекулярной массой и энергией Гельмгольца для веществ гомологического ряда *н*-спиртов. Установленные закономерности могут распространяться на гомологические ряды других классов органических соединений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О пожарной безопасности [Электронный ресурс]: федер. закон Рос. Федерации от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ : принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 18 ноября 1994 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023 г.) [Электронный ресурс]: федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022 г.) : принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 04 июля 2008 г. : одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 11 июля 2008 г. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Доломатов М. Ю., Коледин О. С., Ахтямова К. Р. Модель QSPR для прогноза температур вспышки алканов по топологическим характеристикам молекул // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2021. Т. 64, № 7. С. 96-103.

4. Вогман Л. П., Габриэлян С. Г., Кондратюк Н. В. Экспериментальные исследования зависимости между температурой кипения и температурой вспышки смесевых углеводородных топлив // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2021. № 2(8). С. 35-40.

5. Flash point prediction: Reviewing empirical models for hydrocarbons, petroleum fraction, biodiesel, and blends / S. M. Santos, D. C. Nascimento, M. C. Costa [et al.] // Fuel. 2020. Vol. 263. P. 116375.

6. Корольченко А. Я., Корольченко Д. А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения : справ. изд. в 2-х кн. М. : Асс. «Пожнаука», 2004. Ч. 1. 713 с.; Ч. 2. 774 с.

7. Взаимосвязь энергии Гельмгольца с температурой вспышки веществ в гомологических рядах н-алкилэтаноатов, н-спиртов и кетонов / Ю. К. Сунцов, Ю. Н. Сорокина, А. М. Чуйков, В. А. Горюнов // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 25, № 3. С. 27-33.

УДК 621.793.74

М. М. Гребенщикова, О. Р. Гребенщиков, М. М. Миронов
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

КОНДЕНСАЦИЯ НАНОЧАСТИЦ ГАФНИЯ В ВАКУУМЕ ИЗ ПАРОПЛАЗМЕННОЙ ФАЗЫ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО РАЗРЯДА

Проведена конденсация из пароплазменной фазы наночастиц гафния с температурой испарения 4876 К в катодном пятне на металлическую пластину. Размер конденсированных частиц находится в диапазоне 10-50 нм.

Ключевые слова: гафний, пароплазменная фаза, конденсат , наночастицы.

M. M. Grebenshchikova, O. R.Grebenshchikov, M. M. Mironov

CONDENSATION OF HAFNIUM NANOPARTICLES IN A VACUUM FROM THE VAPOR-PLASMA PHASE OF AN ELECTRIC ARC DISCHARGE

Condensation of hafnium nanoparticles from the vapor-plasma phase at a temperature of 4876 K in the cathode spot onto a metal plate was carried out. . The size of condensed particles is in the range of 10-50 nm.

Key words: hafnium, vapor-plasma phase, condensate , nanoparticles

Конденсационные методы получения наноразмерных кристаллитов на металлических поверхностях описаны в пионерских работах профессора Г. Гляйтера [1,2]. Процессы термического испарения металлов в вакууме, а затем конденсация паров на охлаждаемой поверхности позволили установить основные закономерности конденсационных процессов синтеза наночастиц.

Экспериментальные исследования по электродуговому испарению в вакууме тугоплавкого металла гафния проводили на базе электродуговой вакуумной печи ННВ 6,6И1. В катодный узел печи устанавливали катод из металлического гафния. Инициирование дугового разряда осуществляли искровым разрядом «поджига» установки. Искровой разряд создавал определенную концентрацию ионизованного металлического пара в промежутке катод-корпус испарителя и при наличии потенциала холостого хода в 60–80 В на катоде, переходил в дуговую форму разряда, которая характеризуется понижением напряжения на катоде до 25–35 вольт и значительным током дугового разряда в пределах от 50 до 100 ампер. Ток вырабатывал сварочный выпрямитель, с крутопадающей вольт-амперной характеристикой и регулировкой тока нагрузки изменением реактивного сопротивления трансформатора. Стабилизация местоположения дугового разряда на торце катода осуществлялось магнитным полем соленоида по току

© Гребенщикова М. М., Гребенщиков О. Р., Миронов М. М., 2023

источника питания. Откачка вакуума происходила агрегатом из роторно-пластинчатого и паромасляного насоса, снабженного запорной арматурой. Измерение и контроль вакуума производили вакуумметром марки ВИТ- 3 с манометрическими преобразователями ПМТ 2 и ПМИ 51. Для улавливания конденсата, образующегося из пароплазменной фазы гафния, в камере устанавливали металлическую пластину параллельно оси дугового испарителя во всю длину камеры с креплением к оси вращателя. Опорное напряжение на пластину не подавали и электрически заземляли вращатель. Наблюдение за процессом производили через смотровое окно испарителя.

Поверхность металлической пластины с конденсатом исследовали с применением средств электронной микроскопии и на анализаторе размера частиц NanoBrook 90Plus Zeta Particle Size Analyzer по выходу частиц с пластины в водную среду.

Металлический гафний относится к тугоплавким металлам четвертой группы, аналог титана и циркония. Его температуры плавления и испарения составляют соответственно 2506 К и 4876 К при энергии ионизации 5,96 эВ [3]. Высокие температуры испарения препятствуют устойчивому «горению» электродугового разряда на поверхности гафниевого катода в условиях вакуума в 0,01 Па и магнитного поля соленоида катушки стабилизатора. Инициирование разряда представлялось возможным при временном отключении магнитного поля и повышенном значении тока дугового разряда в 70–80 А. Разряд при этом поддерживали высоким напряжением в 500–600 В, подаваемым на катод от отдельного источника и с большим внутренним сопротивлением.

В этих условиях реализовалось устойчивое горение вакуумной дуги на торцевой поверхности катода электродугового испарителя в дуговых пятнах. Пятна интенсивно перемещались по торцу катода и формировали плоскость выгорания металла, близкую к геометрическому сечению. Поток продуктов горения разряда, состоящий из пара, плазмы и конденсированной фазы микрокапель металла, истекал в полость вакуумной камеры с большой скоростью под действием разности давлений в испарителе и камере. Поток омывал металлическую пластину, установленную по оси дугового испарителя. При визуальном наблюдении замечено, что микрокапельная составляющая пароплазменного потока была много интенсивней и крупнее аналогичной составляющей от титанового катода, который обычно используют в подобных установках для нанесения покрытий из нитрида титана. Присутствие плазменной фазы металлического гафния в потоке было установлено по наличию ионного тока, текущего через пластину после подключения к ней отрицательной полярности опорного напряжения. Косвенным свидетельством наличия положительно заряженных ионов гафния был разогрев пластины и тонких проволочек в области пластины до красного каления.

По прошествии 10 минут горения электродугового разряда, пластину со следами воздействия пароплазменного потока извлекали из вакуумной камеры

и анализировали содержимое поверхности в нано- и микродиапазоне размеров осадков.

В результате исследований установлено наличие микрокапель металла размером от 1 до 20 мкм в диаметре на расстоянии до 300 мм от среза катода. Микрокапли просматривались на оптическом микроскопе и их размеры и количество увеличивалось при сокращении расстояния до катода. На дистанции более 300–320 мм количество шаровидных структур становилось единичным и на оптике не просматривалось. Предположительно, большая часть микрокапельной фазы осела на этих расстояниях на стенки испарителя под действием силы тяжести и покинула пароплазменный поток. На дистанциях 340–400 мм от среза катода, поверхность исследовали на электронном микроскопе в отраженных электронах. Визуализация поверхности представлена на рисунке. На фото имеется маркер размера, который позволяет вычислить размер шаровидных структур. При длине маркера 100 нм, диаметры структур оцениваются 10–50 нм при увеличении около $2x10^5$ крат. Режим SE (вторичных электронов) и Inlens SE (высокоразрешающий режим вторичных электронов).

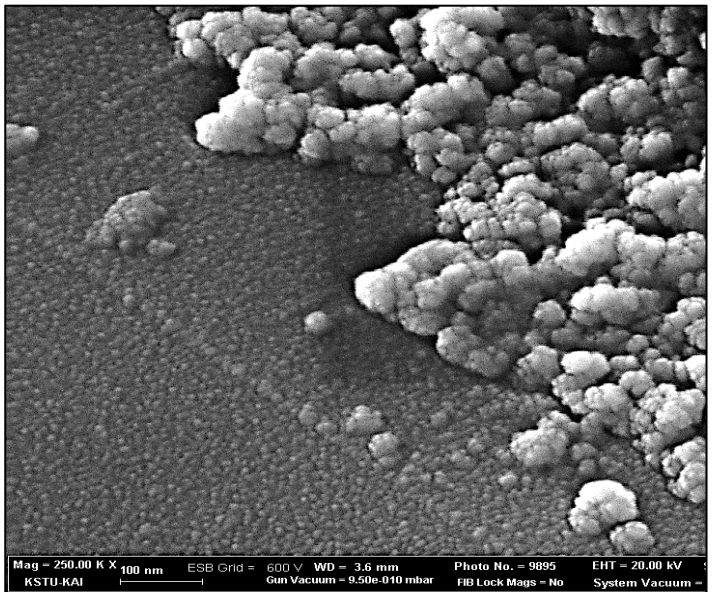


Рисунок. Визуализация осадка при конденсации пароплазменного потока

На рисунке просматриваются как отдельные наноразмерные частицы, так и их агломераты.

Для исследования подвижности и размеров конденсированных нанокапель металла, производилась высадка этих капель в изотонический раствор хлористого натрия, как имитатора плазмы крови для использования такой наносуспензии в экспериментах на микробиологических объектах. Методика включала погружение фрагментов пластины с осадком в раствор, выдержку в течение 20 дней при 20-25ºС с кратковременной интенсификацией процесса ультразвуком. Анализ распределения размера частиц показал, что в суспензии присутствуют наночастицы, величина размера которых лежит в диапазоне 6 – 10 нм, а также крупнее. В дальнейших исследованиях размера частиц необхо-

димо повышать достоверность исследований, поскольку отсутствует эталон для калибровки измерителя по динамическому рассеянию света, а также из-за влияния фактора неопределенности нанообъектов по свойствам и размерам [4, 5].

Выводы:

1) Получен устойчивый электродуговой разряд на гафниевом электроде при среднем значении вакуума в 0,01 Па.

2) Конденсация пароплазменного потока электродугового разряда в вакууме сопровождается образованием микро- и наноразмерной составляющей на дистанции от катода в 300–400мм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г.Глейтер, Б. Челмерс. Большеугловые границы зерен. Москва, Мир, 1975.- 376с.

2. А.А. Елисеев, А.В. Лукашин. Функциональные наноматериалы. /Под ред. Третьякова Ю.Д. - М.: Физматлит, 2010. - 456 с.

3. И. А. Шека, К. Ф. Карлышева. Химия гафния ; АН СССР. Ин-т общей и неорган. химии. - Киев : Наук. думка, 1972. - 455 с. : черт.; 22 см.

4. M M Mironov, M M Grebenshchikova, Confidence of nano-measurements of Hf-Ti-N multilayer PVD condensates from the plasma phase / Journal of Physics: Conference Series. 2022, т.2270, в.012057

5. М.М. Миронов, М.М. Гребенщикова, Е.А. Миронова, Особенности получения слоистой структуры PVD покрытий на основе гафния / Вестник технологического университета. 2020, т.23, в.12, с.60-64

УДК 346.544.4

Е. А. Гришенькина, Н. С. Кулаков, Е. Н. Кадочникова
Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ОБЛАСТИ СЕРТИФИКАЦИИ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ЛАКОКРАСОЧНЫХ СОСТАВОВ

В статье представлена краткая характеристика огнезащитных многослойных покрытий, свойства, применение. Рассматривается вопрос необходимости получения сертификата соответствия для огнезащитных лакокрасочных составов.

Ключевые слова: лакокрасочная продукция, пожарная безопасность, сертификат соответствия

© Гришенькина Е. А., Кулаков Н. С., Кадочникова Е. Н., 2023

E. A. Grishenkina, N. S. Kulakov, E. N. Kadochnikova

MODERN AREAS IN THE FIELD OF CERTIFICATION OF FIRE-RETARDANT PAINTS AND VARNISHES

The article presents a brief description of fire-retardant multilayer coatings, properties, application. The issue of obtaining a certificate of conformity for fire retardant paints and varnishes is considered.

Key words: paints and varnishes, fire safety, certificate of conformity

Развитие современных технологий в области обеспечения пожарной безопасности позволяет постоянно совершенствовать хорошо известные виды продукции. К ним относятся лакокрасочные составы, ранее широко используемые для декорирования поверхностей. За счет изменения состава, введения новых компонентов появилась возможность использовать огнезащитные лакокрасочные составы для предотвращения деформаций при контакте с высокотемпературными потоками, повышения пожаробезопасности.

Состав огнезащитных красок весьма разнообразен, насыщен различными химическими компонентами, такими как:

– антипирены, тугоплавкие металлы;
– водные дисперсии;
– синтетические смолы;
– функциональные добавки;
– органические, неорганические растворители.

Лакокрасочные материалы, применяемые для огнезащитной обработки стальных, деревянных, железобетонных конструкций – это новый вид подобной продукции, пришедший на замену традиционной, например, огнестойкому гипсокартону, а также огнезащитным штукатуркам.

Огнезащитные многослойные покрытия - краски, лаки позволяют при небольшом расходе покрывать несущие строительные конструкции, не портя их внешний вид.

Такие специальные покрытия выполняют двойную функцию - декорируют поверхности и надежно защищают их от воздействия открытого огня, высокотемпературных потоков, контакта с кислородом, не позволяя быстро нагреваться, деформироваться металлическим, железобетонным конструкциям, воспламеняться и гореть деревянным элементам зданий.

Применение отделочных материалов, характеристики которых соответствуют требованиям пожарной безопасности, снижает риск воздействия на человека опасных факторов пожара до допустимого уровня.

Визуально огнезащитные покрытия не отличаются от других лакокрасочных составов. Среди преимуществ выделяют:

- долговечность — срок службы до 20 лет;

- простота нанесения — используют кисти, валики, аппараты безвоздушного распыления;
- универсальность применения — материал подойдет для обработки труднодоступных элементов, неправильных и сложных форм;
- низкий показатель теплопроводности — 0,04–0,1 — обеспечивает надежную защиту несущих конструкций;
- легкий вес — тонкое покрытие не утяжеляет конструкцию;
- устойчивость к УФ — при контакте с прямыми солнечными лучами покрытие не теряет свойства, не выгорает, не отслаивается;

Краски для огнезащиты включают широкую палитру цветов, не выделяют токсичных веществ, не уменьшают жилую площадь и эффективно повышают пожаробезопасность зданий. Огнеупорные панели, штукатурные смеси, облицовки кирпичом не справляются в полной мере с функциями надежного термобарьера.

Кроме того, в настоящее время различные огнезащитные покрытия широко применяются на производственных объектах [1,2] так как, подвергающиеся тепловому воздействию стальные конструкции, теряют несущую способность и разрушаются в течение короткого времени.

Активными опасными и вредными производственными факторами являются термические, характеризующиеся тепловой энергией и аномальной температурой. К ним относятся: температура нагретых предметов и поверхностей; температура открытого огня, а также пожара, химических реакций и других источников; аномальная температура воздуха [3,4].

В этом случае повышают огнестойкость и минимизируют ущерб за счет использования огнезащитных покрытий.

Чтобы на законных основаниях организовывать производство и реализацию производитель или импортер лакокрасочной продукции должен получить сертификат пожарной безопасности - документ, подтверждающий соответствие установленным нормативам, государственным стандартам, техническим регламентам, нормам пожарной безопасности продукции.

Для обеспечения надежной пожарной безопасности производители должны придерживаться предельных показателей стойкости к огню, нормы которых регулирует группа технических стандартов, определяющих огнезащитную эффективность, методы испытаний подобной лакокрасочной продукции для различных видов защищаемых поверхностей, конструкций, изделий: «ГОСТ Р 53292-2009» — огнезащитные составы и вещества для древесины, материалов на ее основе»; «ГОСТ Р 53295-2009» — огнезащитные составы для металлических конструкций»; «ГОСТ Р 53311-2009» — покрытия кабельные огнезащитные» и другие.

Обязательность прохождения пожарной сертификации определяется видом красок и кодом ТН ВЭД. На такие лакокрасочные товары распространяется действие Федерального Закона "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 N 123-ФЗ (последняя редакция).

Сертификат соответствия требованиям пожарной безопасности является обязательным для огнезащитных лакокрасочных материалов и для тех материалов, которыми покрывают стены эвакуационных выходов.

Обычно огнезащитными характеристиками наделяются строительные и отделочные материалы, рассчитанные для работ во внутренних помещениях зданий. Заявленные свойства должны обеспечить снижение рисков возгорания, сокращение вредоносного воздействия дыма, или предотвращения распространения огня. Краски тоже могут обладать повышенными показателями огнезащиты. Огнезащитными свойствами могут обладать любые типы лакокрасочных материалов (акриловые, водоэмульсионные и другие) [5]. Таким образом, если производитель заявляет, что продукция противопожарная, он должен подтвердить это сертификатом пожарной безопасности. При отсутствии сертификата - штрафы, приостановка производства, продаж, конфискация продукции и т.д.

Получить сертификат пожарной безопасности в центрах по сертификации, аккредитованных МЧС, подав заявку, могут как производители, так и поставщики лакокрасочных материалов от различных компаний (в том числе зарубежные) [6]. Это гарантирует достоверность выданных документов, отсутствие проблем при ввозе и реализации лакокрасочных материалов. В заявке указывается перечень сертифицируемой продукции, ее наименование, область применения и номенклатурные коды ТН ВЭД и ОКПД 2. От правильной идентификации лакокрасочных материалов зависит порядок и перечень проверок, схема подтверждения и срок действия разрешительной документации. В пакет документации к заявке входят:

- технические условия или ГОСТ, по которым выпускается лакокрасочные материалы;
- заверенные копии ИНН и ОГРН;
- банковские реквизиты;
- эксплуатационная документация (паспорт безопасности химического вещества, инструкции, руководства по применению);
- свидетельство о государственной регистрации (СГР), так как лакокрасочная продукция в обязательном порядке должна пройти оценку соответствия по санитарно-гигиеническим нормам;
- иное по запросу.

Сертификат пожарной безопасности на лакокрасочную продукцию выдается после комплекса исследований. Он включает изучение документации, проведение цикла тестов и испытания. Оценка пожарной безопасности проходит в следующей последовательности.

- Анализ предоставленных документов;
- Определение вида лакокрасочных материалов, выбор схемы подтверждения (по партии или серии);
- Изучение производственных условий (если предусмотрено схемой);
- Проведение исследований по образцам товара в лабораторных условиях. Для этого отбираются образцы товаров и передаются специалистам. Иссле-

дования включают воспроизведение пожароопасных ситуаций, рассмотрение показателей воспламеняемости, горючести, токсичности продуктов горения и дымообразующей способности. Вследствие специальных свойств, краска должна обеспечить допустимый уровень защиты от огня для стен, дверей, конструкций, иных элементов помещений;

- Оформление протокола испытаний по итогам проверок, являющимся основанием для оформления разрешительного документа;
- Регистрация сертификата в соответствующем реестре [5].

Лишь положительное заключение протокола испытаний позволяет служить основанием для выдачи сертификата пожарной безопасности. Документ оформляют на специальном бланке, защищенном от подделок, со сроком действия до 5 лет. На бланке указываются наименование продукции, коды ОКПД 2и ТН ВЭД, нормативные документы, соответствие которым подтверждается, реквизиты получателя сертификата и производителя, реквизиты органа, выдавшего сертификат и другая информация. По окончании этого срока необходимо повторное проведение процесса сертификации [7]. Отказ в получении пожарных сертификатов выдается при расхождении видов продукции существующим требованиям на краску. В этом случае оформляется обоснованный отказ с подробным описанием несоответствий [6].

Заявитель также может дополнительно оформить добровольный пожарный сертификат с целью роста ее привлекательности для потребителей.
Процедуру добровольной пожарной сертификации можно провести для любого лакокрасочного материала, который не включен в перечень продукции, подлежащей обязательной оценке соответствия требованиям пожарной безопасности.

Добровольный сертификат пожарной безопасности позволяет его обладателю повысить конкурентоспособность товаров на рынке, получить некоторое преимущество при участии в торгах, конкурсах, госзакупках, улучшить деловую репутацию предприятия в целом, увеличить товарооборот. Оформление документа важно для производителей и поставщиков товаров, которые хотят обратить внимание потребителя на наличие у продукции каких-либо конкурентных преимуществ, связанных с пожарной безопасностью и т.д. Процедура проведения добровольной сертификации ничем не отличается от обязательной формы и состоит из тех же самых основных этапов. Основным отличием добровольного сертификата от обязательного является возможность заявителя самостоятельно формировать механизм испытаний. Заявитель имеет возможность самостоятельно указать, какие именно свойства и параметры сертифицируемых товаров будут подлежать проверке, а также выбирает документ, в котором закреплены базовые требования и указаны нормируемые показатели безопасности. Это могут быть ГОСТы, технические условия или внутренние стандарты предприятия [7].

Таким образом, получить сертификат пожарной безопасности следует в обязательном порядке на всю продукцию, вошедшую в перечень содержащийся в Распоряжение Правительства РФ от 29 декабря 2020 г. № 3646-р «Об утвер-

ждении списка продукции, которая для помещения под таможенные процедуры, предусматривающие возможность отчуждения или использования этой продукции в соответствии с ее назначением на территории Российской Федерации, подлежит обязательному подтверждению соответствия требованиям Федерального закона «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрюшкин А.Ю. Оценка огнезащитной эффективности вспучивающихся покрытий стальных конструкций в высокотемпературных газовых потоках / А.Ю. Андрюшкин, А.А. Киршина, Е.Н. Кадочникова // Научно-технический журнал «Пожаровзрывобезопасность / Fire and Explosion Safety» (Pozharovzryvobezopasnost), 2021;30(4):14-26.

2. Машин А.С., Кадочникова Е.Н. Обеспечение пожарной безопасности на объектах производственного назначения // Научно-аналитический журнал «Природные и техногенные риски», 2021. – № 3. – С. 60 - 65.

3. Кадочникова Е.Н. Вопросы обеспечения пожарной безопасности производственных объектов // ОБЖ: Основы безопасности жизни. 2021. № 6. С. 39 - 44.

4. Кадочникова Е.Н. Технические средства и способы предупреждения ЧС на производстве // Сборник материалов III всероссийской научно-практической конференции «Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций», СПСА ГПС МЧС России 2021. – С. 200 – 206.

5. https://ros-test.info/kraska

6. https://eacportal.com/sertifikat-pozharnoj-bezopasnosti-na-krasku/

7. https://moseac.ru/sertificati

УДК 614.841.415:621.31

П. А. Деев, А. А. Огнев, С. Н. Ульева, А. Л. Никифоров
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЭЛЕКТРОКАБЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ОТ ИСТОКОВ К СОВРЕМЕННОСТИ

История исследования электрокабельных изделий и изучения свойств электроизоляционных материалов началась в 19 веке с процессов электрификации. Несмотря на значительные успехи по разработке современных электрокабельных изделий в настоящее время существует множество проблемных вопросов требующих проведения системных исследований пожарной опасности полимерных электроизоляционных материалов.

© Деев П. А., Огнев А. А., Ульева С. Н., Никифоров А. Л., 2023

Ключевые слова: электроизоляция, термодеструкция пожарная безопасность.

P. A. Deev, A. A. Ognev, S. N. Uleva, A. L. Nikiforov

ENSURING FIRE SAFETY OF ELECTRIC CABLE PRODUCTS FROM THE ORIGINS TO THE PRESENT

The history of the study of electrical cable products and the study of the properties of electrical insulation materials began in the 19th century with the processes of electrification. Despite significant progress in the development of modern electric cable products, there are currently many problematic issues that require systematic studies of the fire hazard of polymer electrical insulation materials.

Key words: electrical insulation, thermal destruction, fire safety.

Пожарная безопасность объектов различного назначения, в том числе жилых и общественных зданий в значительной степени определяется состоянием эксплуатируемого электрооборудования и электроустановок. Знание технических причин пожаров от электроустановок позволяет организовать эффективную систему пожарно-профилактических мероприятий.

К основным причинам пожаров электротехнического характера относятся: короткие замыкания, перегрузки электрических сетей, большие переходные сопротивления. Одни аварийные режимы, могут переходить в другие более опасные относительно возможности возникновения пожаров, общими чертами этих процессов являются выделение большого количества тепла способного воспламенить изоляционные материалы.

История развития исследований, связанных с разработкой и изучением свойств изоляционных материалов, насчитывает не одно десятилетие, но и по сей день это направление остается актуальным.

Началась история исследования и изобретения электрокабельных изделий с известного изобретателя и предпринимателя Томаса Эдиссона, который предложил в 1882 году в Нью-Йорке для передачи и распределения электроэнергии, использовать медные стержни, обернутые джутом и помещенные в жесткие трубы, заполненные битумным (асфальтовым) составом.

Изобретение первого силового кабеля связано с именем другого предприимчивого изобретателя, Франсуа Бореля (Швейцария 1842–1924 г),
который, изучая электроизоляционную способность асфальта попытался изготовить с его помощью изолированный электрический проводник. К изобретениям Франсуа Бореля относиться так же технология изготовления кабелей, предназначенных для прокладки под землей.

К новому витку в развитии силовых кабелей привело открытие сверхпроводимости в начале 20-го века. Это открытие позволило создавать кабели, способные передавать электрическую энергию без потерь на большие расстояния.

Современные силовые кабели, которые используются в электрических сетях, изготавливаются из различных материалов, таких как медь, алюминий и сталь. Эти кабели обладают высокой эффективностью передачи электрической энергии и могут быть использованы для передачи как постоянного, так и переменного тока на большие расстояния.

Проблема пожарной безопасности электрических кабелей остро обозначилась в 70-х годах прошлого столетия, в связи с ростом числа пожаров на тепловых электростанциях, атомных станциях и других крупных энергетических объектах. В значительной мере рост числа пожаров в кабельных коммуникациях был обусловлен увеличением количества кабелей, используемых в целях питания, контроля и управления электрооборудования на современных производствах, а также использованием при грунтовых прокладках кабелей общепромышленного исполнения без дополнительных мер по их огнезащите. Разветвленные кабельные коммуникации являются не только носителями пожарной нагрузки, но и направляющими системами, по которым огонь может распространяться по зданиям и сооружениям, поэтому в современных условиях повышение параметров пожарной безопасности кабелей является одной из актуальных задач как в отечественной кабельной промышленности, так и в мировой практике.

При деструкции и горении полимерных композиций изоляции и оболочек кабеля выделяются газообразные вещества, которые могут образовываться удушающие и токсичные вещества, такие как оксид углерода, оксид азота, сероводород, хлористый водород, формальдегиды и ряд других, которые при вдыхании могут вызвать повреждение дыхательных путей или привести к гибели. Кроме того, в результате термических воздействий на изоляцию могут образовывать соединения, которые соединяясь с парами воды образуют кислоты или щелочи, способные вызывать коррозию металлоконструкций и коррозионное повреждение электронного оборудования. Хотя коррозионная активность продуктов горения непосредственно не влияет на развитие пожара, тем не менее, необходимо учитывать этот фактор при конструировании кабелей, так как коррозионное разрушение металлоконструкций и оборудования вызывает дополнительный ущерб от пожара, который значительно превышает в ряде случаев стоимость сгоревших кабелей.

Несмотря на значительные успехи в решении задач по повышению пожарной безопасности кабельной продукции в настоящее время также существует множество проблемных вопросов, на решение которых направлены и исследования, проводимые нашим коллективом.

Целью нашей работы является проведение исследований пожарной опасности полимерных электроизоляционных материалов для разработки научно-обоснованных подходов к оценке их пожарной опасности повышение уровня пожарной безопасности на объектах защиты.

Материалы, которые используются в электрических проводах и кабелях, в качестве изоляции это диэлектрики. Это означает, что они обладают высоким

сопротивлением электрическому току. Эта способность заключается в том, чтобы не допустить выхода электричества за пределы изоляции. Электроизоляционные материалы разработаны таким образом, что они отделяют жилы проводов друг от друга и защищают их от воздействия внешней среды.

Существует большое количество причин, из-за которых происходит разрушение изоляции, а вследствие значительно уменьшается срок службы электроизоляционного материала и развития процессов увеличивающих вероятность развития пожара вот эксплуатируемых электропроводок. Большинство из этих процессов связаны с тепловыми процессами, протекающими в контактах и приводящие к преждевременному старению изоляции. Физический смысл этого процесса обусловлен развитием необратимых процессов деструкции полимерного материала вызванном развитием аварийных режимов работы электроустановок.

Всем хорошо «старение изоляции» – это процесс потери изоляцией своих качеств, при длительном ее использовании. В результате какие-либо места провода могут стать оголенными, что уже чревато возгоранием. Чтобы не допустить такого развития событий изоляцию подвергают испытаниям. Существует огромное количество методов оценки состояния изоляции, однако диагностика оборудования с использованием большинства из этих методов требуют применения специальных дорогостоящих приборов, навыков и умений пользования ими, знаний в той или иной области науки, специальных условий проведения измерений, временных затрат на анализ полученных результатов и проведение контроля.

К тому же, практически все методы диагностики позволяют повысить качество и надежность работы электросистем, продлить долговечность, но к сожаленью не позволяют выявить развитие пожароопасных предаварийных режимов работы электрооборудования.

Таким образом, становиться очевидным необходимость проведения мониторинга изменения пожароопасных характеристик наиболее широко применяемых электроизоляционных материалов в зависимости от условий и сроков их эксплуатации. Кроме того, большой интерес представляет работа по анализу существующих методов диагностики электрооборудования для оценки пожароопасных свойств веществ материалов, целью которого будет являться научно-обоснованный выбор новых методов, пригодных для прогнозирования их пожарной опасности.

В рамках этого направления кафедрой пожарной безопасности объектов защиты был проведен ряд исследований по оценке деструктивных изменений, происходящих в ПВХ-изоляции кабельной продукции в результате теплового старения. Полученные данные планируется использовать при создании новых подходов к прогнозированию срока пожаробезопасного использования кабельных изделий и методов контроля изменения пожароопасных свойств изоляции в процессе эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Из истории электрических кабелей. Образовательный проект школа электрика. http electricalschool info spravochnik electroteh

2. Физикохимия полимеров / Кочнев А.М., Заикин А.Е., Галибеев С.С., Архиреев В.П. // Казань: Изд-во «Фэн», 2003. – 512 с.

3. ГОСТ 25018-81 «Кабели, провода и шнуры. Методы определения механических показателей изоляции и оболочек».

4. Структурные изменения в смесях линейных полимеров в процессе их физического старения / Бабкина Н.В., Косянчук Л.Ф., Тодосийчук Т.Т., Козак Н.В., Менжерес Г.Я., Нестеренко Г.М. // Высокомолекулярные соединения. Серия А. 2012. Т. 54. № 2. С. 256.

5. Богданов, И.А. Оценка влияния температурных воздействий на пожарную опасность изоляции на основе ПВХ-диэлектриков / И.А. Богданов, С.А. Шабунин, С.Н. Ульева, А.Л. Никифоров, И.Ю. Шарабанова // Современные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 4 (45). – С. 64-70.

6. Богданов, И.А. Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности изоляции и оболочек электрокабельной продукции, изготовленной из ПВХ / И.А. Богданов, С.А. Шабунин, С.Н. Ульева, А.Л. Никифоров // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-й годовщине образования гражданской обороны, 24 ноября 2022 г. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – С. 31-35.

7. Матросов А. М., Лазарев И. А, Ульева С. Н., Никифоров А. Л. Оценка влияния термоокислительной деструкции на пожароопасные характеристики изоляции электропроводок // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-й годовщине образования гражданской обороны, Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – 114-117

8. Матросов А.М., Ульева С.Н., Никифоров А.Л. Обеспечение безопасной эксплуатации электропроводок на объектах индивидуального жилищного строительств. // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию образования гражданской обороны, Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. С. 352-356.

9. Богданов, И.А. К вопросу о разработке нового подхода к оценке влияния термического старения на пожарную опасность ПВХ-изоляции электрокабельных изделий на основе показателя кислородного индекса / И.А. Богданов, С.А. Шабунин, С.Н. Ульева, А.Л. Никифоров // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 2 (47). – С. 54-60.

УДК 662.61

Р. Р. Димухаметов, А. П. Шарова, А. А. Кнутов, О. И. Белобородова
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

ТОНКОСЛОЙНЫЕ АЭРОЗОЛЕОБРАЗУЮЩИЕ ОГНЕТУШАЩИЕ ПИРОЭЛЕМЕНТЫ

Разработан тонкослойный пироэлемент и рецептура термопластичного пиротехнического состава огнетушащего аэрозоля с низкой температурой и чистыми продуктами сгорания на основе отечественных компонентов. В составы введены добавки, позволившие осуществить беспламенное горение, уменьшить температуру и повысить пожаротушащую способность получаемого аэрозоля.

Ключевые слова: пожаротушащие пиротехнические изделия, пироэлемент, торф, полисахариды, температура горения, пожар, аэрозоль

R. R. Dimukhametov, A. P. Sharova, A. A. Knutov , O. I. Beloborodova

THIN-LAYER AEROSOL-FORMING FIRE EXTINGUISHING PYROELEMENTS

A thin-layer pyroelectric element and a formulation of a thermoplastic pyrotechnic composition of a fire extinguishing aerosol with low temperature and pure combustion products based on domestic components have been developed. Additives were introduced into the compositions, which made it possible to carry out flameless burning, reduce the temperature and increase the fire extinguishing ability of the resulting aerosol.

Key words: fire extinguishing pyrotechnic products, pyroelement, peat, polysaccharides, burning temperature, fire, aerosol

В последнее время из-за повышения средней температуры на планете борьба с пожарами, особенно с лесными пожарами является трудной и жизненно необходимой проблемой. По мнению президента России В.В. Путина особенно пострадает из-за глобального потепления наша страна, на наш взгляд из-за больших территорий, ранее обводненных территорий, в которых возникают большие риски возникновения цепных химических реакций в форме горения. Горение на большой площади легко переносится на близлежащие поселения, уничтожая промышленные и гражданские объекты.

Весьма перспективным является направление исследований по разработке огнетушащих аэрозолей, образующиеся при горении пиротехнических аэрозолеобразующих составов (АОС). Основной специальный эффект АОС является получения ингибирующего дисперсного аэрозоля в ходе цепной саморазвивающейся окислительно-восстановительная реакции в форме горения химиче-

© Димухаметов Р. Р., Шарова А. П., Кнутов А. А., Белобородова О. И., 2023

ски стабильных в исходном состоянии конденсированных веществ. Механизм тушения горения при помощи аэрозолеобразующих огнетушащих составов до настоящего времени детально не изучен. Основным эффектом замедления цепной химической реакции горения в очаге пожара является процесс химического ингибирования частицами дисперсного аэрозоля. Мелкодисперсные, высокоактивные за счет свежеобразованной поверхности частицы с размером от 1 до 5 мкм дисперсного аэрозоля тяжело подвержены седиментации и за счет движения воздуха очень длительное время могут находиться во взвешенном состоянии.

Высокая огнетушащая способность и механизм действия аэрозолей АОС определяются комбинированным действием ряда взаимосвязанных процессов образования аэрозолей и их взаимодействием с пламенем.

В данное время в России имеется достаточный опыт создания АОС и использования их в средствах аэрозольного тушения в замкнутых объемах. Однако при тушении с использованием АОС в открытых объёмах, особенно в полевых условиях опытные данные отсутствуют.

Разработка новых АОС на основе компонентов – термопластов, которые имеют широкую отечественную сырьевую базу, позволит снизить расширить технологическую базу приготовления АОС и области их применения.

Горение твердых веществ подкласса А1, сопровождаемое тлением [1], имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при выборе способов и приемов прекращения горения (тушения очага):

1)необходимость длительного времени воздействия на очаг горения (тления);

2)трудность проникновения аэрозоля к очагу горения вследствие наличия пор в массе вещества;

3)низкая температура аэрозоля.

Анализ литературных данных [2] показал, что на традиционных органических горючих нельзя получить АОС, удовлетворяющие требованиям тушения горения твердых веществ подкласса А1, сопровождаемое тлением (уголь, древесина, текстиль и другие волокнистые материалы).

В наибольшей степени предъявляемым требованиям удовлетворяют низкотемпературные медленногорящие огнетушащие составы на основе органических горючих, например полисахаридов и торфа, температура горения которых составляет 250–300 °С.

Торф, в свободном состоянии горит в беспламенном режиме. При температуре более 100 °С в торфе происходит процесс пиролиза. Интенсивный распад торфа начинается при температуре 250–300 °С с выделением большого количества газа, и в присутствии кислорода торф начинает гореть.

Скорость горения торфа с неорганическим окислителем (соли калия) не велика (0,1–0,5 мм/с). Для увеличения скорости горения и, следовательно, скорости образования аэрозоля можно использовать дополнительное количество другого органического горючего, вводить соответствующие добавки.

В ходе анализа процесса горения и аэрозолеобразования исследуемых АОС с торфом позволил выбрать составы с беспламенным горением, которые были испытаны на огнетушащую способность. Эксперимент проводили в камере пожаротушения объемом Vк=2,52 м^3, в качестве модельных очагов пожара использовали локальные очаги возгорания – емкости с бензином марки АИ-92 (ГОСТ 2084).

Время горения исследуемых пироэлементов определялось с помощью секундомера с точностью 0,01 с. Секундомером засекается период между вспышкой при воспламенении состава и погасанием состава.

Линейная скорость горения определяется по формуле:

$$U = \frac{h}{\tau}, \qquad (1)$$

где U – скорость горения, мм/с;

h – высота образца, мм;

τ – время горения образца, с.

Время тушения определяется с помощью секундомера с точностью 0,01 с. Секундомером засекается период между вспышкой при воспламенении состава и погасанием очагов пожара (на верхнем уровне камеры и нижнем уровне камеры – дне камеры).

В ходе проведенных в работе исследований предложены рецептуры аэрозолеобразующих огнетушащих пиротехнических составов состоящие из измельченного верхового торфа, окислителей – нитрата калия и аммония и термоплавкого полисахарида. Наиболее хорошие результаты показали составы со следующими рецептурами:

ТП-50: торф (50 %), смесь нитратов калия и аммония (45 %), полисахарид (5 %);

ТП-63: торф (48 %), смесь нитратов калия и аммония (45%), полисахарид (5 %), иодид аммония (2 %).

Составы на смеси нитратов калия и аммония горят без пламени и обладают высокой пожаротушащей способностью.

Предложена конструкция тонкослойного пироэлемента и технология его формования на основе разработанных аэрозолеобразующих огнетушащих составов. Проанализирована устойчивость горения АОС, оценен специальный эффект разработанных пироэлементов на процесс тушения целлюлозных материалов [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Символы классов пожаров. ГОСТ 27331-87. Пожарная техника. Классификация пожаров, от 23 июня 1987 г.

2. Гришин А.Н., Голованов А.Н., Суков Я.В. Экспериментальное определение технофизических, термокинетических и фильтрационных характеристик торфа // Инженерно-физический журнал. 2006. Т. 79. № 3. С.131-136.

3. Аэрозольное пожаротушение [Текст]: монография / В. Н. Емельянов, И. А. Абдуллин, Н. Е. Тимофеев [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО КНИТУ. - Казань: Бриг, 2016. - 227 с.

УДК 621.793:621.794:539.232

Ю. С. Духова[1,2], Ж. Ф. Гессе[3], Е. П. Гришина[2,3]
[1]Ивановский государственный политехнический университет
[2]Институт химии растворов им. Г. А. Крестова РАН (г. Иваново)
[3]Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ НА МЕТАЛЛЫ

Рассмотрены перспективы применения коррозионностойких золь-гель покрытий на основе наночастиц диоксида титана, оксида алюминия и диоксида кремния в целях повышения эксплуатационной надежности и долговечности металлических конструкций.

Ключевые слова: коррозия металлов, керамические золь-гель покрытия, наночастицы TiO_2, наночастицы Al_2O_3, наночастицы SiO_2.

Y. S. Duhova, Zh. F. Gesse, E. P. Grishina

PROSPECTS FOR APPLYING SOL-GEL TECHNOLOGY FOR APPLYING CORROSION-RESISTANT COATINGS ON METALS

Prospects of application of corrosion-resistant sol-gel coatings based on nanoparticles of titanium dioxide, aluminum oxide and silicon dioxide are considered in order to increase reliability and durability of operation of equipment and various structural metals.

Key words: metal corrosion, ceramic sol-gel coatings, TiO_2 nanoparticles, Al_2O_3 nanoparticles, SiO_2 nanoparticles.

Коррозия металлов является одной из значимых причин снижения прочностных характеристик металлических конструкций при воздействии электропроводных сред и повышенных температур. Для снижения интенсивности воздействия коррозионных факторов применяются различные методы защиты металлических изделий, в частности, нанесение покрытий (лакокрасочных, керамических, металлических), которые способны создать физический барьер для

© Духова Ю. С., Гессе Ж. Ф., Гришина Е. П., 2023

проникновения компонентов коррозионной среды к границе раздела фаз металл/пленка.

Керамические оксидные покрытия, обладая высокой химической и термической стойкостью, способствуют повышению надежности и долговечности защищаемых металлических изделий (с сохранением их начальных свойств) в различных коррозионных средах [1]. Интенсивно развиваемый в настоящее время золь-гель метод получения оксидных покрытий на основе наночастиц оксидов титана (TiO_2), алюминия (Al_2O_3) и кремния (SiO_2) имеет ряд достоинств, таких, как экономичность, простота, экологичность и возможности контролировать структуру и свойства покрытий, и является весьма перспективным методом синтеза плотных тонких пленок оксидов металлов [2]. Метод основан на контролируемой гидролитической поликонденсации органических или неорганических соединений металлов и/или кремния с образованием функциональных покрытий на различных подложках.

В данной работе кратко рассмотрены перспективы применения коррозионностойких золь-гель покрытий на основе наночастиц TiO_2, Al_2O_3 и SiO_2, наносимых на различные металлы и сплавы, в целях повышения надежности и долговечности при эксплуатации оборудования и различных конструкционных металлов.

Золь-гель TiO_2 покрытия [3–5 и др.]. Применение золь-гель технологии позволяет получить равномерные, однородные, гладкие, оптически прозрачные, без трещин покрытия диоксида титана, обладающие хорошей механической прочностью, сниженной восприимчивостью к коррозии в течение длительного времени. Для приготовления золь-гель систем, содержащих наночастицы TiO_2, в качестве прекурсора наиболее часто применяют изопропоксид титана, либо тетра-н-бутил ортотитанат. Исследования показали, что углеродистые стали, титан, алюминий с покрытием из наночастиц TiO_2 обладают повышенной устойчивостью к коррозии в электролитических средах благодаря резкому возрастанию поляризационного сопротивления R_p. Так, например, с помощью поляризационных измерений было установлено, что на углеродистой стали покрытие из наночастиц TiO_2 способствует существенному увеличению R_p, что, в свою очередь, приводит к снижению плотности коррозионного тока j_{corr} более чем на два порядка (с 18,62 до 0,17 мкА·см$^{-2}$).

Золь-гель Al_2O_3 покрытия [6–8 и др.]. Керамические золь-гель покрытия на основе оксида алюминия также показывают превосходные противокоррозионные и теплоизоляционные свойства и могут быть использованы в качестве защитных покрытий на различных металлах и сплавах. В качестве прекурсора при приготовлении золь-гель систем обычно используют изопропоксид алюминия. Покрытие из наночастиц Al_2O_3, наиболее часто применяют для защиты от коррозии незкоуглеродистых сталей. При нанесении такого покрытия достигается существенное облагораживание потенциала коррозии (более чем на 0,7 В), возрастание поляризационного сопротивления и снижение плотности коррозионного тока на 2–3 порядка.

Золь-гель SiO_2 покрытия [8–11 и др.]. Покрытия на основе нанодисперсного диоксида кремния, обладая высокой термической устойчивостью и химической инертностью, также способны защищать металлы от различных видов коррозии. Золь-гель метод получения нанодисперсного кремнезема предполагает использование в качестве прекурсора тетраэтоксисилана. Различные металлы (нержавеющая сталь, цинк, алюминий) с SiO_2 покрытием в кислых и нейтральных хлорид-содержащих растворах показывают возрастание поляризационного сопротивления и снижение плотности тока коррозии более чем на порядок.

Получение коррозионностойких керамических покрытий на основе наночастиц TiO_2, Al_2O_3 и SiO_2 с помощью золь-гель технологии имеет единственный недостаток – наличие трещин в покрытии и их пористость. Однако это можно изменить путём нанесения нескольких слоёв на металлическую поверхность, при этом толщина покрытия может достигать порядка 450–700 нм. При получении качественных защитных покрытий важную роль играют подготовка металлической поверхности, отличающаяся для определенного вида металла или сплава, а также способ нанесения покрытия на подложку. Одним из наиболее часто используемых способов нанесения золь-гель покрытий является метод окунания, позволяющий получать равномерные и гладкие защитные покрытия на изделиях сложной формы.

Рассмотрение результатов исследований по получению противокоррозионных наноструктурированных TiO_2, Al_2O_3 и SiO_2 золь-гель покрытий на различных металлах показало перспективность их применения в целях повышения эксплуатационной надежности и долговечности металлических конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zang D., Xun X. Ceramics coated metallic materials: methods, properties and applications // Advanced Ceramic Materials. 2020. P. 1-15.

2. Corrosion behaviour of sol-gel derived nano-alumina film / G. Alan [et al.] // Scientific & Engineering Research. 2016. V. 7(3). P. 130-139.

3. Corrosion protection of mild steel by applying TiO_2 nanoparticle coating via sol-gel method / A. Shanaghi [et al.] // Prot. Met. 2009. V. 45 (3). P. 305–311.

4. Liu T. Structure stability and corrosion resistance of nano-TiO_2 coatings on aluminum in seawater by a vacuum dip-coating method // Surf. Coat. Technol. 2010. V. 205, № 7. P. 2335–2339.

5. Sol-gel synthesis, characterization and properties of TiO_2 and Ag-TiO_2 coatings on titanium substrat / Cotolan N. [et al.] // Surface & Coatings Technolog. 2016. V. 307. P. 790–799.

6. Alumina nanostructured coating for corrosion protection of 316L stainless steel / P. Doodman [et al.] // Int. J. Nano Dimens. 2014. V. 5 (1). P. 27 -33.

7. Sol–gel alumina coating on quartz substrate for environmental protection / M. Bouzbib [et al.] // Journal of Sol-Gel Science and Technology. 2019. V. 93(2). P. 262–272.

8. Grishina E.P., Kudryakova N.O., Ramenskaya L.M. Thin-film Al_2O_3 coating on low carbon steel obtained by the sol–gel method with different peptizing acids: Corrosion investigation // Thin Solid Films. 2022. V. 746. 139125. 10 p.

9. Mechanical Properties of SiO_2 Coatings for Corrosion Protection of 304 Stainless Steel / J.R. Miranda [et al.] // Characterization of Metals and Alloys. 2016. P. 109–116.

10. Silica sol – gel protective coatings against corrosion of zinc substrates / E. Volentiru [et al.] // Periodica Polytechnica Chemical Engineering. 2014. V. 58. P. 61-66.

11. Fan Y., Cao Y., Zhang J. The Relation between Structure and Corrosion Protection Performance of Hybrid Nanonanofibrous silica/Sol-Gel Film // Int. J. Electrochem. Sci. 2019. V. 14. P. 6108 – 6122.

УДК 614.844.1-6

Т. Б. Емельянова, Е. В. Баринова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПОЖАРОТУШЕНИЯ АО «РКЦ» ПРОГРЕСС» Г. САМАРА

Рассмотрены основные виды деятельности предприятия, а так же проанализированы системы автоматического пожаротушения, работающие на предприятии.

Ключевые слова: деятельность, система автоматического пожаротушения, хладон, техногенная катастрофа.

T. B. Yemelyanova, E. V. Barinova

ANALYSIS OF OPERATED STRUCTURES OF TECHNICAL DEVICES OF AUTOMATIC FIRE FIGHTING SYSTEMS OF JSC "RCC" PROGRESS" SAMARA

The main activities of the enterprise are considered, and the automatic fire extinguishing systems operating at the enterprise are also analyzed.

Key words: activity, automatic fire extinguishing system, freon, man-made disaster.

Ракетная промышленность — наиболее сложная и наукоемкая из отраслей машиностроения. К ней относятся производственные предприятия, научные институты, исследовательские и испытательные центры. На сегодняшний день зарегистрировано свыше 100 фирм, на которых занято около 250 тысяч человек. Несмотря на наличие существенных проблем, ракетно-космическая промышленность в последние годы активно развивается, благодаря чему осуществляется поэтапное введение в эксплуатацию новой техники, и реализуются програм-

© Емельянова Т. Б., Баринова Е. В., 2023

мы освоения космоса. В реалиях современного мира, актуальна и остра проблема возникновения пожаров в зданиях с массовым пребыванием людей, в том числе и на ведущем предприятии Самарской области в области ракетостроения. По данным ДНД и ПР МЧС России основными причинами возникновения пожаров на ракетно-космических предприятиях чаще всего являются - неосторожное обращение с огнем; несоблюдение правил эксплуатации производственного оборудования; самовозгорание веществ и материалов; разряды статического электричества; грозовые разряды; некачественное строительство зданий и сооружений; пренебрежение правилами техники безопасности.

В сложной системе пожаротушения своевременность обнаружения пожара и эффективность тушения является залогом сохранения материальных ценностей и человеческих жизней. Обеспечение пожарной безопасности предприятий в области ракетостроения и других подобных предприятий космической отрасли всегда являлось важной и значимой задачей для МЧС России. Урон, который может быть нанесен пожаром на объектах, такого типа, восполнить практически невозможно. Предприятиям подобного вида по-прежнему принадлежит весомая роль в развитии российской космонавтики. В настоящее время более трети всех запусков в мире выполняются космическими ракетами, которые изготовлены в ракетно-космическом центре «Прогресс» в г. Самара. АО «РКЦ «Прогресс» — это ведущее российское предприятие и один из лидеров мировой космической отрасли по разработке, производству и эксплуатации ракет-носителей среднего класса. Ракеты-носители, созданные на предприятии, используются для запуска пилотируемых и транспортных кораблей на Международную космическую станцию, а также запусков зарубежных полезных нагрузок. Благодаря высокому уровню надежности самарские ракеты-носители получили признание на мировом уровне. Аэрокосмический кластер Самарской области это высокотехнологичный и наукоемкий сектор региональной промышленности, в котором сконцентрированы значительные материальные и интеллектуальные ресурсы.

Известно, что пожаротушения в первую очередь предназначены, для того, чтобы ограничить развитие и изначально предотвратить развитие пожара, защитить от разрушающего воздействия огня материальные ценности и самое главное жизни людей. Грамотно организованная противопожарная защита должна предусматриваться еще на стадии проектирования и строительства любого объекта. Ее стоимость в среднем составляет 5–15 % от общей сметной стоимости объекта, однако в случае возникновения пожара она способна обеспечить практически 100 % защиту не только от пожара, но и от воздействия опасных факторов пожара [1].

На АО «РКЦ» Прогресс» сосредоточены все известные виды и подвиды систем автоматического пожаротушения, которые работают в автономном режиме, т.е. участие человека для приведения системы в рабочее состояние не требуется, система сама определяет пожарную опасность при наличии таковой и запускается. Различают пенную, водяную, аэрозольную, порошковую,

а также газовую системы пожаротушения [2, 3, 4]. Автоматическая установка пожаротушения автоматически срабатывает при превышении контролируемым фактором (факторами) пожара установленных пороговых значений в защищаемой зоне [2, 3]. Автоматические установки пожаротушения, как правило, проектируются с учетом СП 485.1311500.2020, СП 486.1311500.2020, ГОСТ 53325-2012 и других нормативных документов, действующих в этой области, а также строительных особенностей защищаемых зданий, помещений и сооружений, возможности и условий применения огнетушащих веществ исходя из характера технологического процесса производства. Необходимо добавить, что данный тип оборудования может выполнять и функции автоматической пожарной сигнализации [2, 3, 5].

С учетом пожарной опасности и физико-химических свойств производимых, хранимых и применяемых веществ и материалов необходимо выбирать тип установки и огнетушащее вещество. Классификацию автоматических систем пожаротушения производят по типу огнетушащего вещества: газовое пожаротушение. В системах применяют аргон, хладон (23, 114В2, 125, 218, 227е, 318ц), азот, CO_2, шестифосфорную серу, NOVEC 1230, двуокись углерода, аргон, инерген; водяная система пожаротушения (вода, водяной пар), пенное и водно-пенное автоматическое пожаротушение, системы тонкодисперсного распыления воды; системы порошкового пожаротушения (ОПАН-100, 150; Буран-2,5,5,8); аэрозольные автоматические системы пожаротушения; комбинированные автоматические системы пожаротушения.

На «РКЦ «Прогресс» около 62 % установок автоматического пожаротушения базируются на хладоне, а именно хладон 114В2. Не смотря на высокую огнетушащую способность в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 19.11.2021 № 3258-р «О мерах государственного регулирования потребления и обращения веществ, разрушающих озоновый слой» хладон 114В2 был выведен из эксплуатации [6]. Теперь основная задача руководства предприятия, в кратчайшие сроки и с минимальными вложениями реконструировать или заменить советские установки, работающие на хладоне, на более оптимизированные установки пожаротушения.

Проведя анализ известных конструкций технологических устройств автоматических систем пожаротушения на ведущем ракетостроительном предприятии г. Самары, можно сказать, что весь комплекс мер по предотвращению техногенной катастрофы предпринимается успешно. Также ведутся активные работы по замене устаревших систем автоматического пожаротушения, базирующихся на хладоне 114В2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А. В. Аксеновский, Д. А. Аксеновская, И. А. Терехов, А. А. Топильский, Анализ и классификация автоматических систем пожаротушения. № 12 - 2019.

2. Свод правил СП 485.1311500.2020. «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования»

[Электронный ресурс] URL: https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rossii-ot-31082020-n-628/sp-485.1311500.2020/.

3. Свод правил СП 486.1311500.2020. «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации. Требования пожарной безопасности», [Электронный ресурс] URL: https://sudact.ru/law/prikaz-mchs-rossii-ot-20072020-n-539/sp-486.1311500.2020/.

ресурс]URL:http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70101578/.

4. ГОСТ Р 50680-97 «Установки водяного пожаротушения автоматические. Общие технические требования. Методы испытаний». - М.: Издательство стандартов, 1997.

5. ГОСТ Р 53325-2012 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний». - М.: Издательство стандартов, 2012.

6. Распоряжение Правительства РФ от 19 ноября 2021 г. N 3258-р Об утверждении количества конкретных озоноразрушающих веществ в допустимом объеме потребления озоноразрушающих веществ в РФ и допустимого объема производства озоноразрушающих веществ в РФ на 2022 г. [Электронный ресурс] URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403001408/.

УДК 699.81

В. Е. Жуков, В. П. Зарубин
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВЫБОР СПОСОБА ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Материал статьи посвящен вопросам защиты металлических конструкций от негативного воздействия огня и теплового излучения при пожаре. Особое внимание уделяется технологии подготовки поверхности для нанесения огнезащитных составов и красок. Выбран оптимальный способ механического удаления продуктов коррозии и других загрязнений с поверхности металлических строительных конструкций обеспечивающий лучшую адгезию наносимого защитного материала.

Ключевые слова: огнестойкость, огнезащита металлоконструкций, огнезащитные краски, удаление ржавчины, пескоструйная обработка.

V. E. Zhukov, V. P. Zarubin

THE CHOICE OF A METHOD FOR PREPARING THE SURFACE OF METAL STRUCTURES FOR THE APPLICATION OF FLAME RETARDANT MATERIALS

© Жуков В. Е., Зарубин В. П., 2023

The material of the article is devoted to the protection of metal structures from the negative effects of fire and thermal radiation in case of fire. Special attention is paid to the technology of surface preparation for the application of flame retardants and paints. The optimal method of mechanical removal of corrosion products and other contaminants from the surface of metal building structures has been selected, providing better adhesion of the applied protective material.

Key words: fire resistance, fire protection of metal structures, flame retardant paints, rust removal, sandblasting.

Разнообразие современных строительных материалов позволяет возводить надежные здания и сооружения. Однако в случае возникновения пожара и перегрева материала стен и колонн возможно разрушение зданий с трагическими последствиями. Поведение строительных материалов при воздействии на них огня и высоких температур характеризуется их пожаробезопасностью и огнестойкостью. Огнестойкость – характеризует способность строительных конструкций без потери прочности и несущей способности сопротивляться воздействию пожара [1].

Согласно статье 13 «Технического регламента» все строительные материалы классифицируют на две группы: горючие и негорючие. Категория горючих материалов в настоящее время очень обширна. Не горючих материалов значительно меньше. К ним относятся природный камень, металл, кирпич, бетон, керамика, стекло и асбоцемент [1].

Как следует из определения, негорючими называют материалы не способные к самостоятельному горению на воздухе. Однако стоит понимать, что под воздействием огня или высокой температуры даже в негорючих материалах происходят изменения негативно влияющие на их прочностные характеристики. Поэтому строительные конструкции выполненные из негорючих материалов необходимо защищать от действия огня в случае возникновения пожара [2, 3].

Для этих целей в настоящее время промышленностью выпускается большое количество различных защитных составов. Основная задача которых заключается в предотвращении резкого нагрева несущего каркаса зданий. Существуют составы разработанные специально для несущих конструкций выполненных из кирпича, бетона и металла. Особое внимание уделяется металлическим несущим конструкциям. Это связано с тем, что при нагреве и жесткой заделке на опорах конструкция лишена возможности свободно деформироваться, вследствие чего в ней возникают дополнительный изгибающие моменты и силы, вызывающие значительные напряжения. Поэтому вопрос увеличения огнестойкости металлических несущих конструкций является актуальным.

Повышение огнестойкости металлических конструкций заключается в их теплоизоляции различными способами и материалами. В настоящее время появляются новые средства, благодаря которым огнезащита металлоконструкций становится всё более эффективной. Особого внимания в данном случае заслу-

живают специальные огнезащитные краски, обладающие целым рядом преимуществ, по сравнению с иными методиками. Они не утяжеляют конструкции, легко восстанавливаются после повреждения, имеют длительный срок эксплуатации и выполняют декоративно-эстетические функции. Лакокрасочная продукция для металлоконструкций используются с целью огнезащитного покрытия несущего каркаса – ферм, пролетов, в том числе сложной геометрической формы; балок, колонн, опор. Зачастую защита металла от огня необходима для стальных конструкций, не только образующих несущий каркас внутри его строительного объема, но и расположенных снаружи. В этом случае в зависимости от проектных решений, необходима атмосферостойкая огнезащитная краска или лак, способные без растрескивания, шелушения, осыпания длительное время эксплуатироваться на открытом воздухе. Появление стойких к огню, а также не подверженных атмосферному воздействию огнезащитных красок и лаков, позволило эффективно покрывать несущие стальные конструкции зданий, в тех случаях, когда использовать другие огнезащитные материалы невозможно или нецелесообразно по разным объективным причинам. Количество краски требуемой на обработку элементов конструкций, даже при многослойном покрытии необходимо затратить значительно меньше по сравнению с другими огнестойкими материалами. Это снижает не только финансовые затраты но и уменьшает нагрузку на фермы и балки. Кроме этого краска надежно изолирует металл конструкций от негативного влияния влаги, что снижает окисление и образование ржавчины [4].

Стоит отметить, что надежная защита металлических конструкций от действия огня или высоких температур возможна лиш в том случае если покрытие нанесено равномерно и имеет хорошую адгезию к основному материалу . По этому перед нанесеним защитной краски металлические повехности необходимо тщательно подготовить. Основным принципом обеспечивающим необходимую надежность нанесенного покрытия является обеспечение полной чистоты поверхности от продуктов окисления и других загрязнений. Существует несколько способов удаления оксидной пленки и, ржавчины с металлических деталей. Эти способы условно можно разделить на химический и механический. Каждый из способов имеет ряд преимуществ и ряд недостатков. Проведя предварительные исследования и сравнив подготовку поверхности с помощью преобразователей ржавчины и с помощью механической обработки был сделан вывод, что обработка «химией» требует большого внимания, соблюдения технологии и требований охраны труда. А в случае с обработкой металлоконструкций больших размеров не целесообразна. Механические способы обработки поверхностей значительно проще с точки зрения соблюдения технологии и более доступны. Целью механической обработки является максимальное удаление ржавчины с основного металла. Изучив различные способы механической обработки можно сделать заключение, что для обработки металлических ферм и колон необходимо использовать специальный инструмент большой производительности. Кроме этого сложность работы с металлическими ферма-

ми обуславливается их геометрией и труднодоступности некоторых элементов. Решить ряд проблемных вопрособ по очищению металлоконструкций от ржавчины и других типов загрязнений поможет пескоструйная обработка. Такой тип обработки занимает особое положение в группе механических обработок имеет высокую производительность и широкие возможности работы с различными материалами [5].

Основным рабочим инструментов при пескоструйной обработки является пескоструйный аппарат (рис. 1).

Рис. 1. Пескоструйный аппарат

В настоящее время существует большое количество различных пескоструйных аппаратов различной мощности, производительности и направления в работе. Принцип работы такого аппарата заключается в том, что абразивный материал находящийся в баллоне под действием сжатого воздуха, подаваемого в магистраль от компрессора, выбрасывается из сопла рабочего пистолета с большой скоростью и попадая на металлическую поверхность отбивает с нее ржавчину и другие загрязнения. При этом повреждения обрабатываемой детали минимальны по сравнению с другими видами механической обработки.

Преимущества пескоструйной обработки перед другими видами механического удаления продуктов коррозии можно проследить по результатам проведенных исследований. Корродированные металлические пластины обрабатывались тремя разными способами. Пластина № 1 – ручная обработка металлической щеткой, пластина № 2 – обработка абразивным кругом угловой шлифовальной машинкой, пластина № 3 – обработана пескоструйным аппаратом. Дальнейшая обработка и покрытие грунтом и краской у всех пластин выполнялась по одной технологии. Для оценки надежности защитного покрытия образцы помещались в агрессивную среду, соляной раствор. Результат представлен на рис. 2.

Визуальный осмотр образцов дает возможность сделать заключение, что не зависимо от обработки все образцы поражены коррозией. Однако наглядно видно, что на образце № 3 очагов коррозии значительно меньше, покрытие менее нарушено, отслоение краски не наблюдается. На основании этого можно сделать заключение, что пескоструйная обработка максимально удаляет очаги

коррозии на металлической поверхности, адгезия грунта и краски к поверхности увеличивается и равномерно покрывает всю окрашенную область.

1 2 3

Рис. 2. Вид образцов после проведения исследований:
1 – образец, обработанный металлической щеткой;
2 – образец, обработанный абразивным лепестковым диском;
3 – образец подвергнутый пескоструйной обработке.

Таким образом, использование пескоструйной обработки в качестве подготовительной операции перед нанесением защитных покрытий, повышающих огнестойкость металлических конструкций, в виде красок и лаков обеспечит образование прочного покрытия, уменьшит вероятность его отслоения защитного покрытия и растрескивание, а так же защитит от повторного возникновения очагов коррозии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гинзберг, Л. А. Пожарная безопасность конструктивных решений проектируемых и реконструируемых зданий : [учеб. пособие] / Л. А. Гинзберг, П. И. Барсукова ; [науч. ред. Н. Н . К аганович]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. - Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. — 54 с.

2. Квасов, М. В. Пути повышения уровня огнестойкости сооружения / М. В. Квасов, И. А. Легкова // Современные пожаробезопасные материалы и технологии : Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Иваново, 14 октября 2021 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2021. – С. 271-275.

3. Масленников, Р. А. Снижение надежности крепежных резьб вследствие воздействия на них негативных факторов пожара / Р. А. Масленников, П. В. Пучков, В. В. Киселев // Надежность и долговечность машин и механизмов : Сборник материа-

лов IX Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 12 апреля 2018 года. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2018. – С. 151-155.

4. Разработка способов защиты резьбовых соединений пожарной техники от коррозии / А. В. Топоров, П. В. Пучков, В. Е. Иванов, С. С. Кузин // Пожарная и аварийная безопасность. – 2019. – № 1(12). – С. 59-65.

5. Петров, В. С. Выбор способа подготовки поверхностей деталей пожарной техники под нанесение защитных составов от коррозии / В. С. Петров, В. П. Зарубин // Надежность и долговечность машин и механизмов: Сборник материалов XIV Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2023 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2023. – С. 137-141.

УДК 614.71

А. В. Замятин, М. В. Торопова, М. В. Вальвакова
ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОГНЕСТОЙКОСТИ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ДВЕРЕЙ

Обеспечение пожарной безопасности зданий и сооружений различного функционального является неотъемлемой часть противопожарной защиты объектов. При пожаре в здании или помещении одним из барьеров, сдерживающих распространение огня и дыма, выступает противопожарная дверь. Проведенный сравнительный анализ огнестойкости противопожарных дверей, позволил установить значение температуры на необогреваемой поверхности полотна.

Ключевые слова: пожарная безопасность, огнестойкость, противопожарные двери.

A. V. Zamyatin, M. V. Toropova, M. V. Valvakova

COMPARATIVE ANALYSIS OF FIRE RESISTANCE DOORS

Ensuring fire safety of buildings and structures of various functional is an integral part of the fire protection of objects. In case of a fire in a building or room, a fire door acts as one of the barriers that restrain the spread of fire and smoke. The comparative analysis of the fire resistance of fire doors made it possible to establish the temperature value on the unheated surface of the canvas.

Key words: fire safety, fire resistance, fire doors.

© Замятин А. В., Торопова М. В., Вальвакова М. В., 2023

В 2022 году на территории России зарегистрировано 352602 пожара, при этом размер материального ущерба превысил 18 млрд. р. Обеспечение пожарной безопасности зданий и сооружений различного функционального является неотъемлемой часть противопожарной защиты объектов. При пожаре в здании или помещении одним из барьеров, сдерживающих распространение огня и дыма, выступает противопожарная дверь.

Противопожарная дверь – это конструктивный элемент в сборе, состоящий из подвижных и неподвижных элементов (коробки, полотна, направляющих, включая элементы крепления к ограждениям и т. п.), служащий для заполнения проемов в противопожарных преградах и препятствующий распространению пожара в примыкающие помещения в течение нормируемого времени [1, 2]. Противопожарные двери устанавливаются на путях эвакуации и в помещениях с повышенным уровнем потенциальной опасности, таких как торгово-развлекательные центры, объекты социальной инфраструктуры, общежития, гостиницы, крупные промышленные предприятия. Большое внимание при выборе данного типа устройств, уделяется внешнему виду и эстетике, весу, огнестойкости, а также возгораемости [3].

В зависимости от конструкционного исполнения двери подразделяют на следующие виды:

- глухие:
- с остеклением;
- левого и правого открывания:
- однопольные и двупольные:
- двупольные — равнопольные и с полотнами разной ширины;
- с фрамугой;
- с замкнутой коробкой с порогом с притвором,
- с замкнутой коробкой с порогом без притвора;
- с замкнутой коробкой с порогами без притвора и приставным;
- с замкнутой коробкой и порогом без притвора и выдвижным порогом;
- с П-образной коробкой без порога;
- с П-образной коробкой и приставным порогом;
- с П-образной коробкой и выдвижным порогом;
- с одним контуром уплотнения в притворе:
- с двумя и более контурами уплотнения в притворе.

а

б

Рис. 1. Испытание противопожарной двери на огнестойкость
а – в начале испытания, б – через 60 минут

Проведем сравнительный анализ огнестойкости противопожарных дверей. В качестве объекта исследования выбраны двери противопожарные металлические, предел огнестойкости 60 мин по потере несущей способности. Дверное полотно коробчатого типа, неразборное, выполнено из холоднокатаных стальных листов толщиной не менее 1,2 мм; короб выполнен из металлического гнутого профиля толщиной не менее 1,2 мм, либо уголка, либо профилированной трубы. Заполнение дверного полотна и короба состоит из негорючего материала. Имеется резиновый уплотнитель по периметру полотна.

ГОСТ Р 53307-2009 устанавливает метод испытания на огнестойкость различных типов дверей, ворот и люков, предназначенных для заполнения проемов в противопожарных преградах. В соответствии с данной методикой отобраны образцы, которые помещены в установку для определения огнестойкости дверей, люков, ворот, несущих перегородок, вертикальных строительных конструкций, конструкций наружных стен здания с внешней стороны «Вертикальная печь» (рис. 1). Значения температуры в печи на протяжении испытаний не превышали допустимых отклонений.

Результаты измерений образца 1 температуры на необогреваемой поверхности полотна представлены на рис. 2.

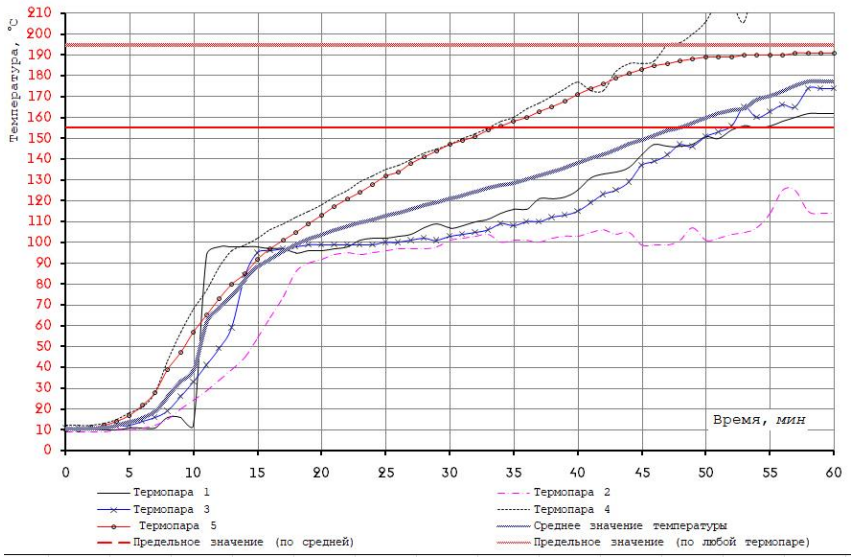


Рис. 2. Измерение температуры образца 1 на необогреваемой поверхности полотна

Данные, представленные на рис. 2, позволили установить, что:

1. через 10 минут после повышения температуры в установке, значение температуры на необогреваемой поверхности полотна достигает 100ºС;
2. повышение температуры на не обогреваемой поверхности полотна опытного образца в среднем более чем на 140 °С не зафиксировано;
3. предельное значение температуры составляет 195ºС;
4. повышение температуры в любой контролируемой точке на не обогреваемой поверхности на 180 °С в сравнении с температурой конструкции до испытания не зафиксировано.

Сравним полученные результаты с имеющимися литературными источниками [4, 5] для образца 2, рис. 3.

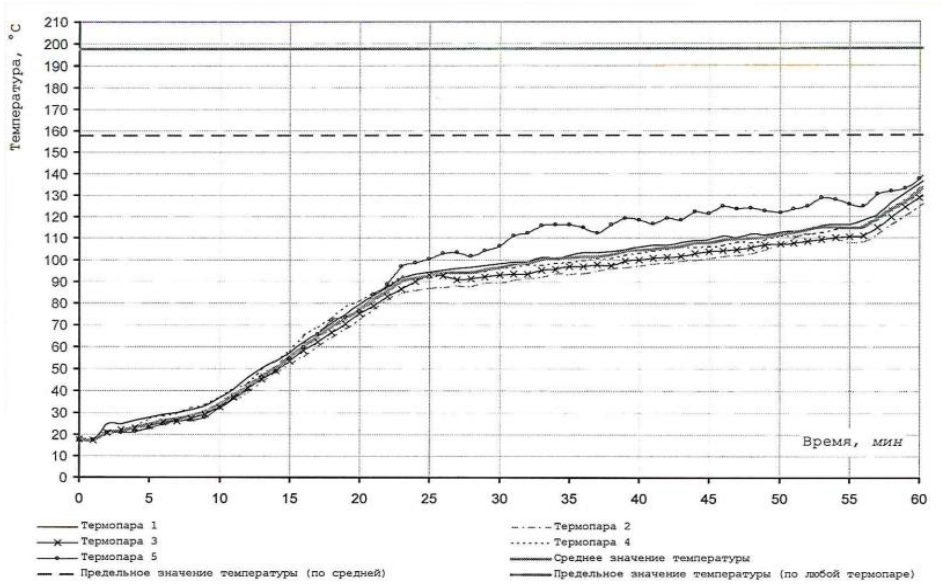


Рис. 3. Измерение температуры образца 2 на необогреваемой поверхности полотна

Данные, представленные на рис. 3, позволяют сделать выводы:

1. через 24 минуты после повышения температуры в установке, значение температуры на необогреваемой поверхности полотна достигает 100 ºС;

2. повышение температуры на не обогреваемой поверхности полотна опытного образца в среднем более чем на 140 °С не зафиксировано;

3. предельное значение температуры составляет 197 ºС;

4. повышение температуры в любой контролируемой точке на не обогреваемой поверхности на 180 °С в сравнении с температурой конструкции до испытания не зафиксировано.

В заключение отметим, что оба образца характеризуются пределом огнестойкости 60 минут. Одним из важных путей снижения ущерба от пожара является разработка и внедрение комплекса противопожарных мероприятий, направленных на совершенствование конструктивных и объемно-планировочных решений зданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности2 (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023).

2. С.В. Собурь. Заполнение проемов в противопожарных преградах: Справочник. — М.: Спецтехника, 2003. — 192 с.

3. А.А. Лазарев, В.Е. Румянцева, М.В. Торопова, А.В. Шенберева. О проблеме противопожарного обследования зданий в условиях действия механизмов «регуляторной гильотины» // Современные проблемы материаловедения. Сборник научных трудов IV Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Липецк, 2023. С. 287-293.

4. С.В. Федосов, Н.И. Ватин, А.А. Лазарев, М.В. Торопова, В.Г. Маличенко. Противопожарный контроль соседних зданий при помощи сенсоров «умного дома» // Современные проблемы гражданской защиты. 2020. № 3 (36). С. 125-135.

5. Протокол испытаний № ПИПР0343/11-2016 // Электронный ресурс. — URL: https://dveri-le-gran.ru/bank/protokol.pdf (дата обращения: 01.10.2023).

УДК 544.032.5

С. Г. Ивахнюк
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ПРОИЗВОДСТВ ЭНЕРГОНАСЫЩЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

© Ивахнюк С. Г., 2023

Рассмотрены разряды статического электричества как причина аварий на производствах взрывчатых веществ. Проанализированы возможные виды электризации, сопутствующие различным стадиям производства энергонасыщенных материалов. Предложен способ нейтрализации статического электричества при помощи переменного частотно-модулированного потенциала.

Ключевые слова: статическое электричество, энергонасыщенные материалы, взрывы, нейтрализация статического электричества, двойной электрический слой.

S. G. Ivakhnyuk

SCIENTIFIC PERSPECTIVES OF ELECTROPHYSICAL CONTROL OF SELECTIVE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF EXPLOSIVE MATERIAL PRODUCTION

Discharges of static electricity as a cause of accidents at the production of explosives are considered. Possible types of electrification accompanying various stages of production of explosive materials are analyzed. The method of static electricity neutralization by means of alternating frequency-modulated potential is proposed.

Key words: static electricity, explosive materials, explosions, neutralization of static electricity, electric double layer.

Одной из причин аварий на производствах энергонасыщенных материалов является возникновение и накопление зарядов статического электричества на поверхности или в объеме обрабатываемого продукта, которые могут реализоваться в виде разрядов того или иного типа. Разряд статического электричества способен вызвать воспламенение самих составов, их пылей, а также компонентов за счет совокупного воздействия теплового и механического (ударная волна) импульсов, сопровождающих электрический разряд в воздухе.

Накопление значительного количества зарядов и возможность разрядов связаны с диэлектрическими свойствами составов и их компонентов, а также с такими интенсивными технологическими операциями как транспортировка (особенно пневмотранспорт), течение, пересыпание, размол, смешение, механическая обработка изделий и др., в процессе которых увеличивается число контактов и последующих разделений контактирующих поверхностей [4].

Последствия аварий, связанных с проявлениями разрядов статического электричества на технологических участках производств энергонасыщенных материалов, масштабны по своему возможному материальному ущербу и потенциальной опасности причинения ущерба жизни и здоровью персоналу предприятия.

В преобладающем числе случаев причиной образования инициирующего импульса – искрового разряда статического электричества являются: ошибки персонала, несоблюдение технологических режимов эксплуатации оборудования, его износы и т.п. [1].

Из возможных видов электризации при производстве энергонасыщенных материалов могут иметь место следующие:

– электролитическая электризация – образование зарядов на поверхности контакта жидкой среды с твердым материалом;

– электризация адсорбцией ионов из воздуха мельчайшими частицами порошков, пыли в циклонах, пыль при механической обработке;

– контактная электризация, связанная с переходом электронов с поверхности одного материала на поверхность другого из-за разницы энергетических уровней поверхностей.

В основе всех перечисленных видов электризации лежит механизм образования двойного электрического слоя. В числе основных способов защиты от пагубного воздействия этого явления активно применяются нейтрализаторы зарядов статического электричества различных принципов действия.

Предлагаемый автором электрофизический метод снижения электрического заряда при помощи переменного частотно-модулированного потенциала (ПЧМП) [3] создает дополнительную емкостную проводимость через диэлектрический пограничный слой, препятствующий стеканию заряда от частиц материала, что способствует снижению его общего сопротивления, а, следовательно, и величины электрического заряда технологического продукта, что подтверждено целым рядом экспериментальных исследований [2].

В целях выявления конкретных производственных операций, перспективных с точки зрения проведения апробации генератора ПЧМП, в части нейтрализации статического электричества, автором проводился анализ нескольких технологических схем производства одного из отечественных предприятий оборонно-промышленного комплекса, а именно:

– участок изготовления энергонасыщенных материалов;

– технологическая схема снаряжения средств инициирования;

– участок изготовления суспензионных (влажных) энергонасыщенных материалов;

– технологическая схема производства пастообразных составов.

В результате исследования технологических предполагается, что наибольший эффект по нейтрализации статического электричества генератором ПЧМП может быть получен при его использовании в операциях:

– ссыпка и взвешивание энергонасыщенного материала в транспортировочную тару;

– дозирование энергонасыщенного материала в колпачки;

– чистка изделий на станке от пыли энергонасыщенного материала;

– смешение окислителей и горючих в турбосмесителе.

Основными ожидаемыми эффектами от применения генератора ПЧМП являются:

– более эффективное по сравнению с заземлением снижение величины напряженности электрического поля;

– уменьшение вероятности искрообразования при манипуляциях со взрывопожароопасными материалами;

– повышение текучести и гравиметрической плотности порошков энергонасыщенных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ опасности статической электризации в производствах по получению и переработке пожаровзрывоопасных материалов / Т.К. Шарафутдинова, А.С. Мазур, И.Г. Янковский [и др.] // Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2016. – № 35(61). – С. 74-78.

2. Ивахнюк, С.Г. Определение показателей и минимизация пожаровзрывоопасности химических производств новых фармпрепаратов нейтрализацией статического электричества : специальность 05.26.03 "Пожарная и промышленная безопасность (по отраслям)" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Ивахнюк Сергей Григорьевич. – Санкт-Петербург, 2007. – 150 с.

3. Патент № 2479005 C2 Российская Федерация, МПК G05B 24/02, H03B 28/00. Способ и устройство управления физико-химическими процессами в веществе и на границе раздела фаз : № 2011118347/08 : заявл. 21.01.2010 : опубл. 10.04.2013 / Г.К. Ивахнюк, В.Н. Матюхин, В.А. Клачков [и др.].

4. Рогов, Н.Г. Физико-химические свойства порохов и твердых ракетных топлив / Н.Г. Рогов, Ю.А. Груздев // учебное пособие. – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2005. – 200 с.

УДК 614.84

Е. Н. Кадочникова
Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева

РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ ПОЖАРНЫХ И АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ СУДОВ

В статье представлена краткая характеристика различных судовых спасательных средств; описаны требования к ремонту, виды повреждений. Рассмотрены различные способы ремонта в экстремальных условиях.

Ключевые слова: суда, пожарная безопасность, ремонт

E. N. Kadochnikova

REPAIRABILITY OF FIRE AND RESCUE VESSELS

© Кадочникова Е. Н., 2023

The article presents a brief description of various ship rescue equipment; repair requirements and types of damage are described. Various methods of repair in extreme conditions are considered.

Key words: vessels, fire safety, repair

В настоящее время одним из приоритетных направлений развития транспорта является перевозка наливных грузов с использованием морских или речных судов. Однако, одним из последствий интенсивного развития транспортной инфраструктуры, становится рост аварий на морских и речных транспортных объектах и пожаров разливов легковоспламеняющихся и горючих жидкостей и нефтепродуктов транспортной инфраструктуры [1].

Вследствие какой-либо чрезвычайной ситуации, возникшей на водных грузовых наливных судах, может возникнуть утечка груза и, как результат, попадание легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, а также нефтепродуктов в воду, что может повлечь за собой возгорание веществ на всей площади разлива [2]. В целях выполнения поставленных задач по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ пожарная охрана Вооруженных Сил Российской Федерации взаимодействует с ФПС ГПС, противопожарной службой субъектов Российской Федерации и другими видами пожарной охраны в области обеспечения пожарной безопасности. В таких случаях подразделения МЧС России для обеспечения безопасности людей на водных объектах и организации спасательных операций на воде используют различные судовые спасательные средства, в том числе и пожарные и спасательные катера.

Также могут быть использованы плавательные средства с мягкими бортами и судна на воздушной подушке.

Они могут применяться для ликвидации возгораний как вблизи суши – на береговой линии, так и на объектах, расположенных на водной поверхности – кораблях, установках, маяках.

Суда МЧС могут быть мореходными, речными и базовыми. Помимо кораблей в состав водной техники МЧС входит и катер. Из-за небольшого размера он обладает хорошей маневренностью и способностью набирать большую скорость, нежели стандартные типы судов.

Подобные судовые спасательные средства предназначены для работы в экстремальных условиях. В связи с этим им предъявляются особенные требования: повышенная прочность, износостойкость, надёжность.

Требование прочности включает в себя способность материала конструкций судна выдерживать различные механические, физические и химические воздействия. То есть, корпус судна должен быть изготовлен из ударопрочного и термостойкого материала, имеющего хорошее сопротивление ударному импульсу, разрыву, воздействию как низких, так и высоких температур и достаточную атмосферную и коррозионную стойкость.

Кроме того, суда МЧС России могут быть задействованы и при ликвидации горения непосредственно самой водной поверхности водоема (реки, озера, моря и океаны).

Помимо современных навигационных качеств, специальный водный транспорт должен иметь следующие характеристики: автономность, остойчивость, ходность, управляемость, непотопляемость.

Под автономностью понимается возможность корабля осуществлять свои прямые функции в течение обозначенного времени без дополнительного пополнения продуктами, материалами и оборудованием. Для участия в ликвидации чрезвычайных ситуаций на воде остойчивость имеет первостепенное значение. Проявляется в умении корпуса корабля возвращаться в первоначальное положение при прекращении возмущающего воздействия. Пожарные судна при воздействии на них внешних непреодолимых сил (погодные условия, огонь, морские волны) должны им противостоять и сохранять равновесие. Способность судна на минимальной мощности развивать необходимую скорость, используя главный двигатель характеризуется такой характеристикой как ходность. Управляемость отвечает за возможность судна своевременно реагировать на любые изменения в положении основных приборов и органов управления. Благодаря непотопляемости судно, при заполнении водой нескольких отсеков, способно оставаться на плаву.

Корпус также имеет свои особенности. Если посмотреть пожарные корабли на фото, то видно, что зачастую он гладкопалубный. Состоит корпус из прочной стали, а носовая часть имеет плавную форму.

Чтобы корабли были маневренными, они имеют двухвальные ходовые машины. Иногда на них устанавливают специальную установку с водометами и подруливающие устройства.

К ремонту судовых средств МЧС России выдвигаются особые требования, в числе которых главную роль занимает оперативность, в том числе способность провести ремонтные работы непосредственно в экстремальных условиях. К основным видам повреждений корпусных конструкций относятся остаточные деформации, усталостные и хрупкие трещины, сильная коррозия, аварийные повреждения (посадка на мель, навалы на причал, взрывы, пожары).

Ремонт производится различными способами в зависимости от размера повреждения и места его расположения. Способы устранения повреждений, полученных по различным причинам, а также применяемое при этом имущество, приспособления и устройства описаны подробно в специальной литературе и нормативных документах.

Одним из методов экстренного ремонта различных повреждений судна являются так называемые мягкие пластыри, которые служат для восстановления утраченных мореходных качеств судна, таких, например, как плавучесть. Они предназначены для заделки пробоин и изоляции поврежденного отсека от забортной воды, что, в свою очередь, позволяет выполнить операции по откачке воды, и временно поддержать плавучесть поврежденного судна для завершения спасательной операции. Однако существенным минусом данного метода является то, что на ходу пластырь не способен удерживаться на месте.

Заделка пробоин и трещин с помощью клиньев начинается с наиболее широкой части, куда забивается полный клин. По мере сужения трещины уменьшают и размеры клиньев, которые предварительно обматывают просмоленной паклей и забивают на ⅔ длины. При малом напоре воды забивать клинья может один человек. При большом напоре для устранения повреждения необходимо не менее двух человек, один из которых направляет клин в трещину, а второй забивает его кувалдой. Для предотвращения ее распространения концы трещины по возможности засверливают. Если вода проникает через тонкие трещины или швы, их можно заполнить мастикой, приготовленной из гарпиуса, разведенного на 5–10 % машинном масле с добавлением в разогретую массу 20 % мела. Смесь подогревают до тестообразного состояния.

Для заделки небольшой пробоины без рваных краев, разошедшегося шва или трещины используют подушку с паклей, которая надвигается вдоль обшивки на поврежденное место, прижимается доской и закрепляется распорным брусом. Небольшие пробоины заделывают деревянными щитами с подушкой по краям или жесткими пластырями. Щиты закрепляют на пробоине крючковыми болтами, для чего в них просверливают отверстия.

Мелкие пробоины круглой или близкой к ней форме заделывают сосновыми пробками, если возможно — применяют болты с резиновыми прокладками и шайбой.

Пробоины резаного характера, т.е. трещины, можно заделывать сосновыми клиньями. Трещины в корпусе при заделке представляют наибольшую сложность в связи с возможностью их дальнейшего распространения. При работе с ними рекомендуется, зачистив место повреждения и определив концы трещины, засверливать оконечности сверлом диаметром 10–15 мм (если невозможно использовать электрическую дрель из-за опасности короткого замыкания, необходимо применить пневмодрель).

Трещины заделывают, начиная с наиболее широкой части, с помощью сосновых клиньев с применением кудели. Окончательная заделка и устранение фильтрации достигаются забивкой более мелких клиньев и пробок.

Обворачивать клинья или пробки ветошью, смазанной суриком или техническим жиром, рекомендуется только при заделке пробоин на глубине менее 4 м, так как есть опасность, что гидростатический напор воды выбьет их из пробоины. Для надежности заделки рекомендуется, выровняв концы клиньев и пробок, зафиксировать их на месте с помощью деревянного щита с упором.

Многочисленные небольшие трещины или пробоины круглой формы, находящиеся близко одна от другой и не имеющие загнутых кромок внутрь отсека, заделывают подушкой с куделью и деревянными досками, подкрепленные брусьями или раздвижным упором.

Помимо описанного выше способа могут использоваться различные ремонтные комплекты на основе различных веществ и материалов. При производстве и ремонте спасательных судов применяются горючие полимерные материалы – эпоксидные клеящие составы, мастики и другие материалы на их ос-

нове, которые имеют значительную горючесть. Как следствие, существует угроза повреждения спасательных судов при авариях и пожарах разлива жидкостей, способных гореть на поверхности воды.

Самым распространенным материалом при ремонте и производстве судов являются эпоксидные композиции, которые могут использоваться в виде: грунтовок, шпатлевок, мастик, пропиточных компаундов, клеев, ремонтных составов.

Для целей ремонта эпоксидная смола может использоваться в качестве клеящего или лакокрасочного материала, а также в качестве связующего полимерного композитного материала. Эпоксидная смола является наиболее распространенным классом термореактивной смолы, используемой в различных отраслях из-за их высокой прочности и модульности в десять футов, низкой усадки при отверждении, хорошей химической и коррозионной стойкости, высокой адгезии и стабильности размеров. Однако полимерные композитные материалы на основе термореактивных связующих, к числу которых относится и эпоксидная смола, обладают рядом существенных характеристик, сдерживающих их активное применение. Так, они становятся более хрупкими при воздействии повышенных температур, обладают низкой термостойкостью, ударной вязкостью, плохой перерабатываемостью [4].

Одним из способов снижения пожарной опасности применяемых для проведения спасательных работ судовых спасательных средств является улучшение показателей термостойкости и прочности их корпусов за счет модификации материалов, применяющихся в процессе производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта морских и речных спасательных судов.

Эпоксидная смола может менять свои характеристики за счет введения в нее различных модификаторов. Такими материалами могут послужить различные пластификаторы (для добавления смоле упругости после застывания) или порошки различных материалов (например, алюминия для повышения прочности, или графита для придания теплопроводности) [5].

Решение проблемы термической стабильности можно добиться за счет армирования эпоксидной матрицы материала при помощи различного рода модификаторов [5].

В работе перечислена лишь малая часть существующих методик по восстановлению работоспособного состояния после повреждений судов привлекаемых в целях выполнения поставленных задач по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисова В.А. Развитие транспортной инфраструктуры России и анализ угроз возникновения пожаров при эксплуатации транспортных средств / В.А.Борисова, Д.Е. Строганов, Е.Н. Кадочникова // Сборник научных трудов «Научные исследования: итоги и перспективы 2022». Дагестанский государственный технический университет г. Махачкала., Т. 3., С. 64-72.

2. Дулатов А.Б., Кадочникова Е.Н. Обеспечение пожарной безопасности процессов транспортирования и хранения нефтепродуктов // Сборник материалов XII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы пожарной безопасности, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» 15 октября 2020г. Кокшетауский технический институт комитета по ЧС МВД республики Казахстан, 2020г. – С 61 - 65.

3. ГОСТ Р 57692-2017 Система технического обслуживания и ремонта судов. Термины и определения.

4. Ушков В.А., Григорьева Л.С., Абрамов В.В. Горючесть эпоксидных полимеров, Вестник МГСУ. 2011. № 1-2. С. 352-356.

5. Гафарова В.А., Материалы и способ заделки трещин в нефтегазовом оборудовании в межремонтный период эксплуатации: дисс. на соискание ученой степени канд. тех. наук, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа, 2019.

УДК 677.017.56

О. А .Казаков, Э. Ф. Вознесенский
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ И ТЕПЛОЕМКОСТИ БЕЗОПАСНЫХ АНТИПИРЕНОВ

Исследована возможность применения в качестве безопасных антипиренов танинсодержащих систем, алюмосиликатов и силикатов. Определены воспламеняемость и теплоемкость материалов.

Ключевые слова: теплоемкость, воспламенямость, алюмосиликаты, антипирены

O. A. Kazakov, E. F. Voznesensky

DETERMINATION OF FLAMMABILITY AND HEAT CAPACITY OF SAFE FIRE RETARDANTS

The possibility of using tannin-containing systems, aluminosilicates and silicates as safe flame retardants has been studied. The flammability and heat capacity of materials are determined.

Key words: heat capacity, flammability, aluminosilicates, flame retardants

Развитие пожарной безопасности является одним из приоритетных аспектов развития общества. Значительное количество современных исследова-

© Казаков О. А., Вознесенский Э. Ф., 2023

ний в данной области связано с возникновением крупномасштабных пожаров на специальных и гражданских объектах [1]. В связи с этим особую актуальность приобретает тематика огнезащитной отделки специальной и гражданской одежды. Для придания ткани пожаробезопасных характеристик применяются различные отделочные материалы – антипирены. Антипирены – это многокомпонентные составы, добавляемые в материалы для придания им огнезащитных свойств, содержащие замедлители горения и стабилизаторы. Поскольку традиционные антипирены способны в процессе эксплуатации, при нагревании и контакте с открытым пламенем выделять токсичные компоненты, интерес вызывают экологически безопасные антипирены или так называемые безопасные антипирены [2].

Танин представляет собой природное вещество – коричневый аморфный легкий порошок, обладающий слабым своеобразным запахом. Легко растворяется в воде и ацетоне, на воздухе окисляется, образуя темноокрашенные продукты. Танины содержатся в коре, древесине, листьях плодах многих растений (дуба, каштана, акации, ели, чая, какао и др.) [3]. Квебрахо – это экстракт дерева квебрахо с содержанием 65 % танина. Танин и продукты на его основе относятся к классу коксующихся антипиренов [4]. Алюмосиликаты – группа природных и синтетических силикатов, комплексные анионы которых содержат кремний и алюминий [5]. Алюмосиликаты и силикатный клей могут рассматриваются как негорючий инертный компонент антипирена.

Исследована возможность применения в качестве безопасных антипиренов танинсодержащих систем, алюмосиликатов и силикатов.

Льняные ткани массово используются для производства изделий костюмно-платьевого ассортимента и спецодежды [6], поэтому в исследованиях в качестве текстильной основы выбрана 100 % льняная ткань арт. 37667 (Италия). В качестве безопасных антипиренов выбрали танин (ГОСТ ISO 9648-2013); танинсодержащий экстракт квебрахо (ГОСТ 28508-90); силикатный клей (Brauberg Brands GmbH, Германия); алюмосиликаты марки Монамет 1Н (АО «МЕТАКЛЭЙ», г. Москва). Для сравнения применяли коммерчески выпускаемый антипирен марки Neomid (компания «Неомид», г. Санкт-Петербург) на алкидной основе, обеспечивающий I группу огнезащитной эффективности по ГОСТ Р 53292 [7].

Перед нанесением составов для удаления аппретов образцы льняной ткани обрабатывали воде при 60°С в течение 30 мин при интенсивном механическом перемешивании (частота оборотов лабораторной мешалки 160 мин$^{-1}$).

В качестве метода нанесения антипиренов на ткань использовали пропитку в растворе. Было приготовлено 4 водных состава:

- 1 % раствор танина;
- 1 % раствор квебрахо;
- 20 % суспензия Neomid;
- 1 % суспензия алюмосиликатов.

Компоненты добавляли в воду при температуре 60 °С, затем интенсивно механически перемешивали в течение 10 мин при частоте оборотов лабораторной мешалки 10 000 мин$^{-1}$ до однородности. Затем растворы остужали до комнатной температуры.

Образцы льняной ткани помещали в раствор и обрабатывали при постоянном перемешивании (частота оборотов лабораторной мешалки 160 мин$^{-1}$) в течение 30 мин при комнатной температуре с модулем ванны – 100 [8]. Затем образцы извлекали высушивали в течении 24 ч на воздухе в расправленном состоянии.

Силикатный клей использовали в качестве связующего для закрепления алюмосиликатов. Наносили на образцы, предварительно пропитанные суспензией алюмосиликатов после их сушки. Нанесение проводили кисточкой с расходом 10 г/м^2.

Термостойкость и воспламеняемость образцов материалов оценивали согласно ГОСТ 29104.14-91 и ГОСТ Р 50810-85. Для испытаний подготовлено по 5 параллельных образцов. Для каждого метода готовились образцы рекомендованного размера: для определения термостойкости – 170×20 мм; для воспламеняемости – 220×170 мм.

Для определения термостойкости образцы ткани помещали в сушильный шкаф на 2 ч при температуре 170°С (для льна). После термического воздействия образцы подвергали испытанию на разрыв на испытательной машине Ags-X Schimadzu (Япония) [9].

Для определения воспламеняемости в лабораторных условиях собрана установка, представленная на рис. 1, состоящая из рамки для фиксации материала и газовой горелки. Горелка размещалась на расстоянии 20 мм от центра образца до среза сопла горелки. Воздействие открытого пламени на образец осуществляли в течение 3 с. Определяли время начала поверхностной вспышки и остаточного воспламенения [10].

Внешний вид образцов после пропитки выбранными составами представлен на рис. 2.

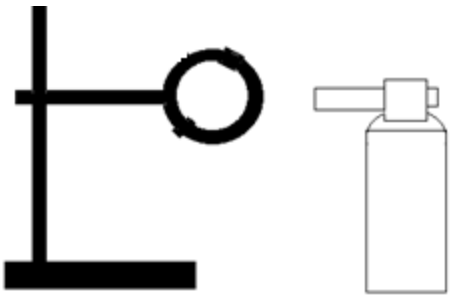


Рис. 1. Лабораторная установка для определения воспламеняемости

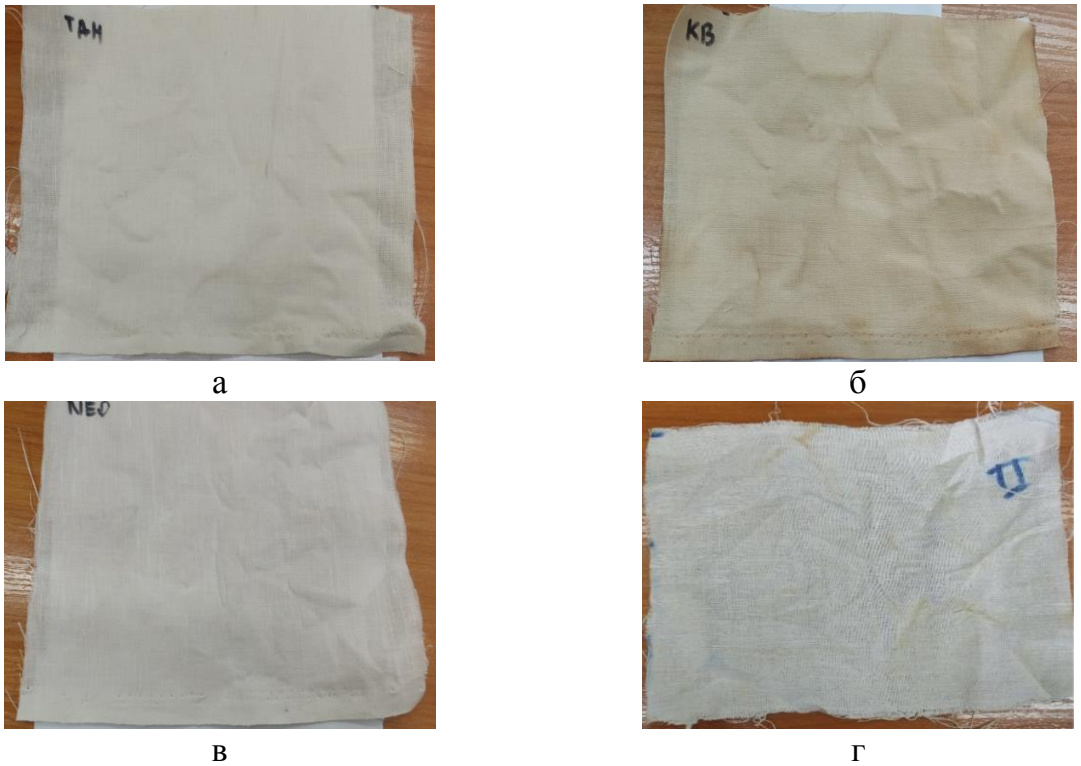


Рис. 2. Внешний вид образцов льняной ткани после пропитки:
а – раствором танина; б – раствором квебрахо;
в – суспензией Neomid; г – суспензией алюмосиликатов и силикатного клея

Результаты изменения массы образцов после пропитки лабораторными составами и сушки представлены на рис. 3. Как видно из результатов, наибольший прирост массы образцов после пропитки наблюдается для танинсодержащих составов, что обусловлено высоким сродством танина к целлюлозе.

Результаты испытаний образцов на термостойкость представлены на рис. 4 и 5.

На основе данных, представленных на рис. 4 и 5, можно сделать вывод, что после нанесения таннина, квебрахо и Neomid термостойкость ткани значительно снижается, что проявляется в значительном снижении разрывной нагрузки и относительного удлинения образцов. Из чего можно сделать вывод, что при воздействии тепла данные антипирены, сохраняя целостный вид образца, приводят к разрушению целлюлозы. Алюмосиликаты и силикаты инертны при нагревании до 170°С и поглощают часть тепла, благодаря чему структура целлюлозных волокон значительно не повреждается.

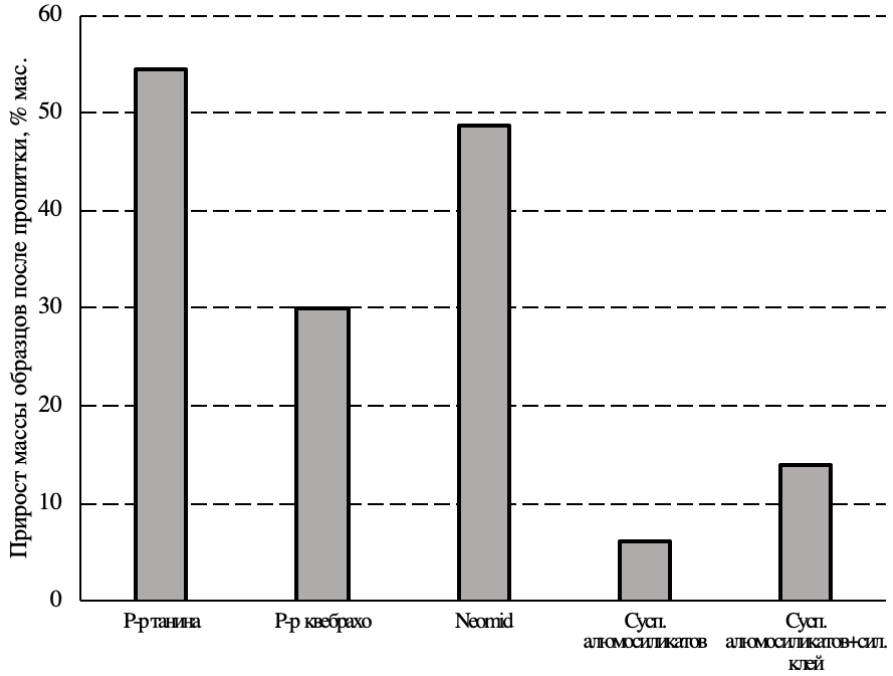


Рис. 3. Прирост массы образцов после обработки экспериментальными составами

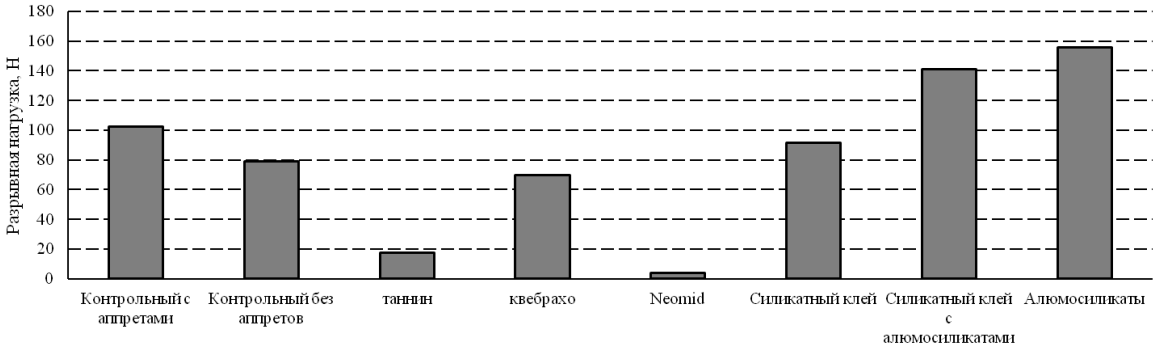


Рис. 4. Разрывная нагрузка образцов после термического воздействия

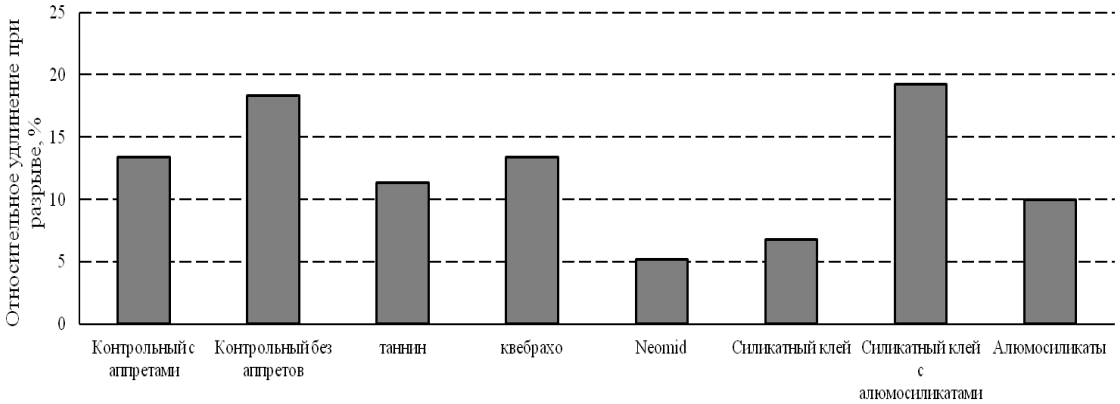
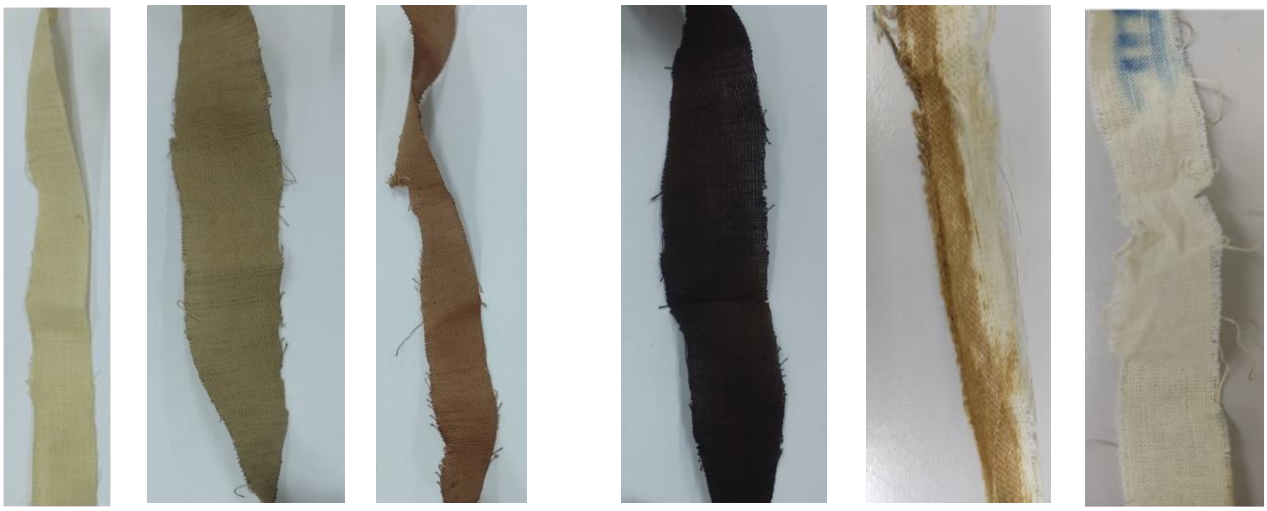


Рис. 5. Относительное удлинение образцов при разрыве

В ходе испытаний на термостойкость отмечено изменение цвета образцов (рис. 6).



а б в г д е

Рис. 6. Изменение цвета образцов после термообработки:
а – контрольный образец; б – образец, обработанный танином;
в – образец, обработанный квебрахо; г – образец, обработанный Neomid;
д – образец, обработанный силикатным клеем;
е – образец, обработанный алюмосиликатами

Результаты измерения времени зажигания с поверхности и остаточного горения образцов представлены на рис. 7 и 8.

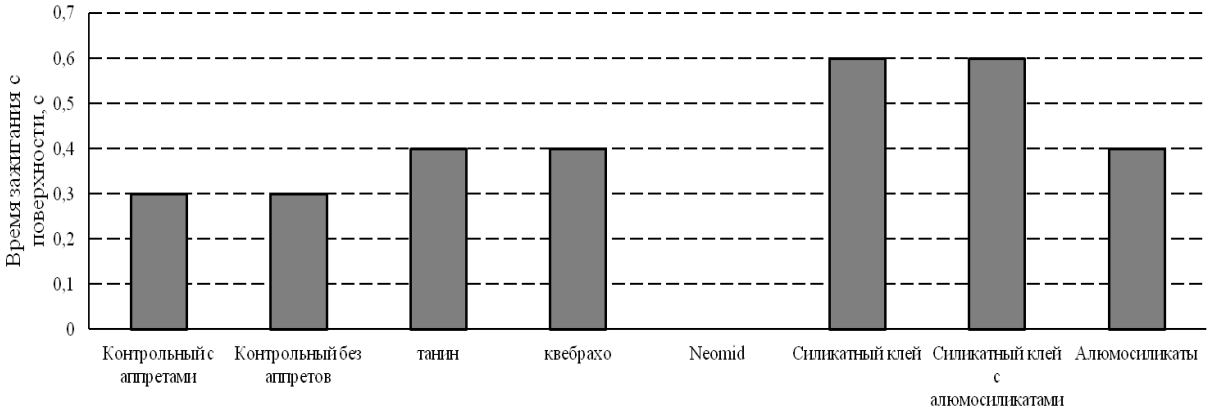


Рис. 7. Время зажигания образцов льняных тканей с поверхности

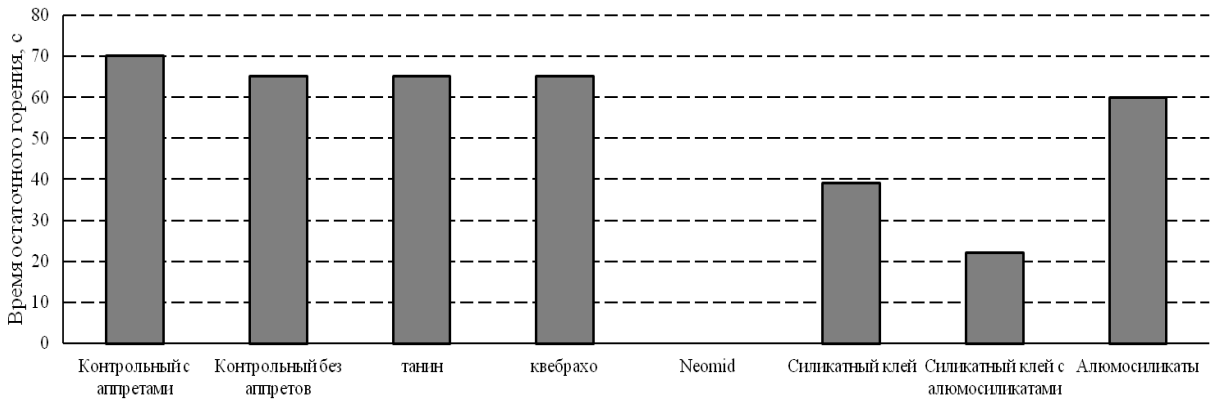


Рис. 8. Время остаточного горения образцов льняных тканей

Как видно из данных, представленных на рис. 7 и 8, время зажигания и остаточного у льняных тканей после нанесения антипиренов увеличилось, что говорит о снижении степени воспламеняемости. Результаты воздействия пламени на ткань с Neomid неоднозначны, так как горение поддерживается только при непосредственно воздействии источника открытого огня. После удаления источника горение образца прекращается, и образец начинает медленно тлеть, в отличие от других образцов. Силикатный клей во время горения начинает плавиться, что приводит к увеличению времени зажигания поверхности, и сокращению остаточного горения.

Экспериментально показано, что танин и экстракт квебрахо, увеличивают время зажигания с поверхности на 30 %, одновременно с этим снижая прочность материала после термического воздействия. Ткань, пропитанная составом Neomid, горит только при прямом воздействии источника открытого пламени, горение не поддерживает, однако при воздействии тепла структура образца становится очень хрупкой, предположительно вследствие гидролиза целлюлозы продуктами термического распада антипирена. Алюмосиликаты и силикатный клей по отдельности и при последовательном нанесении увеличивают время зажигания на 30 % и 100 %, соответственно, при этом время остаточного горения снижается на 8–66%. После термического воздействия образцы не утрачивают механическую прочность, но наблюдается загрубление материала. При нагреве дисперсные частицы алюмосиликатов спекаются, а отвержденный силикатный клей – плавится, что является примерами эндотермических процессов.

Таким образом, интерес представляет разработка составов безопасных антипиренов на основе искусственных и природных силикатов с добавлением активных компонентов, выделяющих негорючие и не токсичные газообразные продукты, в том числе в интеркалированной форме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спиридонова, В.Г. Исследование пожароопасных свойств текстильных материалов из целлюлозных волокон и совершенствование методов их оценки: автореф… дис. кан. техн. наук. – Иваново: 2022. – 16 с.

2. Варфоломеев, С. Антипирены: Российский период / С. Варфоломеев, С. Ломакин, П. Сахаров // The Chemical Journal. –2010. –№ 1. – С. 42–45.

3. Коноплева, М.М. Фармакогнозия: природные биологически активные вещества. – Витебск: Витебский государственный медицинский университет, 2013.–234 с.

4. Квебрахо: сайт. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Квебрахо (Дата обращения 03.10.2023). – Текст: электронный.

5. Алюмосиликаты: сайт. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Алюмосиликаты (Дата обращения 03.10.2023). – Текст: электронный.

6. Замышляева, В.В. Применение информационных технологий для прогнозирования эксплуатационных свойств дублированных пакетов одежды из льняных Тканей / В.В. Замышляева, В.В. Лапшин, Н.А. Смирнова, В.Н. Ершов // Технология текстильной промышленности. – 2019. – № 3.– С. 146–149.

7. Neomid: сайт.– URL: https://neomid.ru/catalog/ognezashchitnye-sostavy/sukhoy-vodorastvorimyy-kontsentrat-dlya-ognebiozashchity-drevesiny/(Дата обращения 03.10.2023).– Текст: электронный.

8. Бутман, М.Ф. Композиционные материалы на основе волокнистых полимеров и бентонита, модифицированного оксидом титана / М.Ф. Бутман, Н.Л. Овчинников, Е.Л. Владимирцева, Ф.А. Быков // Технология текстильной промышленности. –2021. – № 6 (396). – С. 167–173.

9. ГОСТ 29104.14-91. Ткани технические. Метод определения термостойкости: Утвержден и Введен В Действие Постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 27.09.91 N 1549: Дата введения 1993-01-01.– URL: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294825/4294825572.pdf(Дата обращения 20.02.2023).– Текст: электронный.

10. ГОСТ Р 50810-95. Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация: Утвержден и введен в действие постановлением Госстандарта России от 29.08.95 № 454: Дата введения 1996-01-01. – URL: https://files.stroyinf.ru/Data/96/9614.pdf (Дата обращения 20.02.2023).– Текст: электронный.

УДК 614.84

Е. В. Карасев, Н. А. Таратанов, Е. Ю. Курочкина, А. Д. Кашеварова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПОЖАРА НА ДЕЙСТВИЯ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ПРИ ТУШЕНИИ ПОЖАРА

В данной статье осуществлен экспертный анализ действий пожарно-спасательных подразделений Нижегородской области, осуществлявших тушение пожара в п. Стеклянный, который позволил исключить возникновение неблагоприятных последствий для ГУ МЧС России по Нижегородской области.

Ключевые слова: экспертиза, экспертный анализ, пожарно-спасательное подразделение.

E. V. Karasev, N. A. Taratanov, E. Yu. Kurochkina, A. D. Kashevarova

THE IMPACT OF FIRE CONDITIONS ON THE ACTIONS OF FIRE AND RESCUE UNITS IN EXTINGUISHING A FIRE

In this article, an expert analysis of the actions of the fire and rescue units of the Nizhny Novgorod region that extinguished the fire in the village of Glass was carried out, which made it possible to exclude the occurrence of adverse consequences for the EMERCOM of Russia in the Nizhny Novgorod region.

Key words: expertise, expert analysis, fire and rescue unit.

В весенне-летний период 2021 года на территории Нижегородской области сложились аномальные погодные условия, характеризующиеся недобором атмосферных осадков и повышенным фоном температуры воздуха (апрель на 1 °С выше средних многолетних значений, май — на 2–3 °С, июнь — на 3–4 °С, июль — на 1–3 °С, август — на 4–6 °С). Пожароопасный период 2021 года по продолжительности и по максимальной величине показателя горимости леса можно сравнить с рекордным 2010 годом. Чрезвычайная пожароопасность лесов в Нижегородской области наблюдалась в течение 69 дней с 5 июля по 10 сентября (в 2010 году 63 дня). В этот период Нижегородский территориальный пожарно-спасательный гарнизон осуществлял защиту населенных пунктов Первомайского района Нижегородской области в целях нераспространения на них огня с действующего природного пожара на территории Мордовского государственного природного заповедника «Заповедная Мордовия» им. П. Г. Смидовича.

© Карасев Е. В., Таратанов Н. А., Курочкина Е. Ю., Кашеварова А. Д., 2023

Несмотря на принятые меры Нижегородским территориальным пожарно-спасательным гарнизоном произошел переход огня на строения населенного пункта пос. Стеклянный, при этом распространение пожара происходило хаотично по всей протяженности населенного пункта. Схема перехода лесного пожара на населенный пункт представлена на рисунке.

Рисунок. Схема перехода лесного пожара на населенный пункт

По факту происшествия Следственным управлением следственного комитета России по Нижегородской области было возбуждено уголовное дело, в рамках расследования которого специалистам нашей академии была поставлена задача провести анализ действий пожарно-спасательных подразделений Нижегородской области, осуществлявших тушение пожара в пос. Стеклянный Первомайского района Нижегородской области.

Анализ – это процедура мысленного или материального разделения целостного объекта (предмета, явления, процесса) на составляющие части (признаки, свойства, отношения) с целью их изучения [1–6].

Анализ действий пожарно-спасательных подразделений Нижегородской области, осуществлявших тушение пожара в пос. Стеклянный Нижегородской области был разделен на следующие этапы: изучение пожара по представленным документам; изучение документов об аналогичных пожарах, происшедших в Российской Федерации в последние годы, анализ пожарно-профилактической работы в пос. Стеклянный; формулировка выводов о соответствии действий должностных лиц органов управления силами и средствами на пожаре требованиям нормативных документов.

Вопросы организации борьбы с крупными пожарами очень актуальны, и недооценка их часто приводит к тяжелым последствиям [7, 8]. На тушение крупных пожаров привлекаются тысячи людей и десятки технических средств, без четкой организации их деятельности невозможно достичь желаемых результатов.

Анализ тушения крупных пожаров показал, что эта проблема не столько техническая, сколько организационная. При тушении таких пожаров возникает потребность за несколько часов создать организацию, способную контролировать деятельность большого числа тушильщиков в условиях, когда на тушение пожара привлекают людей, которые никогда не работали вместе и не имеют навыка работы в лесу, и тем более на тушении пожара. В процессе тушения изменяется объем работ, условия тушения, и в зависимости от реальной обстановки, сокращаются или наращиваются силы и средства пожаротушения.

Из представленных документов известно, что данный пожар принял размеры и характер, что прибывших сил для быстрой его ликвидации явно недоставало. РТП немедленно поставил об этом в известность органы управления и сил функциональных и территориальных подсистем РСЧС и приступил к разведке пожара. Также силами гарнизона была осуществлена эвакуация проживающих в пос. Стеклянный жителей.

Первоначальные исследования показали, что в поселке отсутствовали минерализованная полоса вокруг поселка и необходимые противопожарные разрывы от лесных насаждений, в совокупности со свалкой отходов и высокой травой в границах улиц поселка, могли создать условия для возникновения многочисленных очагов горения не только от переносящихся по воздуху ЛГМ, но и распространяющегося низового лесного пожара.

Анализ управленческих решений при тушении пожара показал, что действия первого и последующих РТП по определению ими решающего направления оказались верными.

Исходя из обстановки на пожаре, численности личного состава первых прибывших пожарных подразделений и выполняемых ими оперативно-тактических действий, установлено, что необходимый расход огнетушащего вещества на тушение пожара был обеспечен.

Использование ими имеющихся водоисточников, а также принятых схем подачи огнетушащих веществ целесообразны. Требуемый расход воды на тушение пожара был обеспечен. Схемы подачи воды от водоисточников к месту пожара и использование пожарной техники оптимальны.

Расстановка сил и средств как при локализации пожара, так и после нее в конкретных условиях возникновения многочисленных очагов горения из-за сильного верхового лесного пожара оказалась эффективной.

Время введения огнетушащих веществ, непрерывность их подачи, количество используемых технических средств, их тип, занятость личного состава по тушению пожара позволяют признать работу штаба пожаротушения на по-

жаре и работу тыла как соответствующую рекомендациям и требованиям нормативных правовых документов пожарной охраны.

Анализ действий должностных лиц органов управления силами и средствами на пожаре показал высокий уровень боеготовности подразделений и гарнизона пожарной охраны Нижегородской области в целом.

Анализ оперативно-тактических действий подразделений не выявил причинно-следственной связи в организации службы, подготовки и пожаротушении в пожарно-спасательных подразделениях Нижегородской области с наступившим ущербом от пожара случившегося в поселке Стеклянный Нижегородской области.

Проведенные экспертный анализ действий пожарно-спасательных подразделений Нижегородской области, осуществлявших тушение пожара в п. Стеклянный исключил возникновение неблагоприятных последствий для ГУ МЧС России по Нижегородской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таратанов Н.А., Карасев ЕВ., Таратанова А.В. Основы пожарно-технической экспертизы // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 136-140. – EDN FEVGMC.

2. Локтик Е.И., Мочалова Т.А., Сторонкина О.Е. К вопросу об основных направлениях развития взаимодействия органов федерального государственного пожарного надзора с органами государственной власти, органами местного самоуправления, другими надзорными органами и организациями по вопросам обеспечения пожарной безопасности // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 14 апреля 2020 года / Составители Т.В. Мусиенко, В.А. Онов, Н.В. Федорова. Том 1. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2020. – С. 73-75. – EDN NJONBW.

3. Карасев Е.В., Таратанов Н.А., Бирюкова И.А. Оценка эффективности деятельности сотрудников и работников судебно-экспертного учреждения / Е. В. Карасев, // Современные проблемы гражданской защиты. – 2020. – № 1(34). – С. 84-93. – EDN ZFVHQT.

4.Мочалова, Т. А. О проблеме создания модели формирования программ профилактики пожаров / Т. А. Мочалова, Н. В. Миронова // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Железногорск, 26 мая 2023 года. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 146-147. – EDN IIUWYC.

5. Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Оценка эффективности деятельности органов дознания государственного пожарного надзора федеральной противопожарной службы // Современные проблемы гражданской защиты. – 2019. – № 3(32). – С. 61-71. – EDN RAHIZU.

6. Калашников Д.В., Таратанов Н.А. Экспертный эксперимент как инструмент в определении механизма возникновения горения // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности: Сборник трудов секции № 9 XXXIII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2023 года. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 106-110. – EDN WSBABK.

7. Таратанов Н.А., Карасев Е.В., Таратанова А.В. О важности проведения осмотра места происшествия // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год : Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 133-136. – EDN EOQOHU.

8. Ермакова К.Н., Гунажоков М.М., Таратанов Н.А. Исследование возможности использования нетипичных средств поджога / К. Н. Ермакова // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 20 апреля 2021 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академии, 2021. – С. 103-107. – EDN WZIRDG.

УДК 629

К. А. Катаев, В. В. Киселев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОЗДАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ПЛАТФОРМ НА ГУСЕНИЧНОМ ШАССИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ СО ВЗРЫВЧАТЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Доклад посвящен обзору существующих разработок в области создания и применения робототехнических транспортных платформ, оснащенных необходимым оборудованием для защиты объектов со взрывчатыми материалами. Приводятся примеры автоматизированных устройств как зарубежных, так и отечественных производителей. Описаны разработки выполненные сотрудниками академии. Обосновывается выбор гусеничного шасси для транспортных автоматизированных платформ.

Ключевые слова: гусеничное шасси, роботизированное устройство, взрывчатые материалы, защита, безопасность.

K. A. Kataev, V. V. Kiselev

CREATION OF AUTOMATED TRANSPORT PLATFORMS ON A TRACKED CHASSIS FOR THE PROTECTION OF OBJECTS WITH EXPLOSIVE MATERIALS

© Катаев К. А., Киселев В. В., 2023

The report is devoted to an overview of existing developments in the field of creation and application of robotic transport platforms equipped with the necessary equipment to protect objects with explosive materials. Examples of automated devices from both foreign and domestic manufacturers are given. The developments carried out by the staff of the Academy are described. The choice of tracked chassis for automated transport platforms is justified.

Key words: tracked chassis, robotic device, explosive materials, protection, safety.

В современном мире сложно представить сферы жизни человека, где не нашли бы свое применение технологии основанные на использовании искусственного интеллекта или автоматизации производственных процессов. Не исключение и сферы обеспечения безопасности опасных промышленных объектов, к которым несомненно можно отнести объекты со взрывчатыми материалами. Деятельность таких объектов регламентируется рядом нормативных и правовых документов, на них регулярно проводится мониторинг соответствия установленным требованиям, осуществляется федеральный государственный лицензионный контроль. Тем не менее в условиях жесткого регулирования и контроля деятельности таких объектов на них случаются нештатные ситуации и аварии. В качестве примеры хотелось привести несколько трагических случаев:

- 2019 год: на предприятии «Кристалл» в Нижегородской области в цехе по производству тротила прогремели несколько мощных взрывов. Результат — 27 пострадавших, значительные разрушения конструкций;
- 2014 год: взрыв веществ и снарядов на Новосибирском заводе искусственного волокна. Результат – 3 человека погибли, 9 травмировано. Полностью разрушен цех;
- 2018 год: взрыв на оборонном заводе в Нижегородской области. Результат – 5 человек погибли, несколько получили ранения, пожар на площади 100 $м^2$.

К сожалению этих примеров достаточно много. Они подробно освещены в различных сводках чрезвычайных происшествий. Такая же картина и за рубежом. Там также можно найти множество примеров аварий на производствах со взрывчатыми веществами. Таким образом, одного только нормативного регулирования на подобных производствах не достаточно. Нужно и техническое оснащение подобных объектов, причем техника предпочтительно должна работать автоматизировано.

К такому типу техники безусловно можно отнести робототехнические комплексы как стационарные, так и транспортные [1]. Такие системы способны своевременно предупредить аварийные ситуации или максимально безопасно для спасателей оперативно приступить к ликвидации их последствий [2].

Применение роботизированных установок на объектах со взрывчатыми веществами распространено как за рубежом, так и в нашей стране. Их начали применять достаточно давно. В качестве яркого примера хотелось бы привести отечественный робототехнический комплекс Ель – 4 (рис. 1).

Данная роботизированная установка применяется для проведения аварийно-спасательных работ на открытых участках местности, опасных производственных объектах – предприятия по изготовлению взрывчатых веществ, химические предприятия и так далее. При помощи установки возможно осуществлять доставку огнетушащих веществ к месту пожара, проводить проведение специальных работ в зоне чрезвычайной ситуации, осуществлять разборку конструкций при обрушениях.

Интенсивно развивается роботостроение во всем мире, широкое примненение автоматизированные транспортные платформы, оснащенные оборудованием необходимым для работы со взрывчатыми веществами в Китае. На рис. 2 показан пример такой разработки.

Рис. 1. Робототехничекий комплекс Ель - 4 на выставке

Рис. 2. Робототехнический комплекс на полигонном испытании

Роботизированная платформа оснащена манипулятором для перемещения взрывоопасных предметов и установкой для их уничтожения.

В Ивановской пожарно-спасательной академии работы по созданию роботизированных установок также проводились. Результатом этих исследований стало созданное разведывательно-поисковое роботизированное устройство МРДМ-1 (рис. 3).

Рис. 3. Разведывательно-поисковое роботизированное устройство МРДМ-1 [3]

Данное устройство создавалось в рамках работы научного общества обучающихся. При его создании применялись современные технологии трехмерного моделирования и печати отдельных элементов [4]. Оно оснащено системой видеонаблюдения, набором датчиков. Управляется оператором дистанционно. Позволяет осуществлять мониторинг обстановки на объекте и устанавливать наличие опасной концентрации газов. Разработанное устройство позволяет наглядно показать обучающимся принцип работы механизмов, приводов и электронных программируемых систем, применяемых в робототехнике. При работе с устройством обучающиеся видят возможности современных средств, предназначенных для поиска пострадавших и мониторинга окружающей среды, а именно дистанционная передача данных о концентрации газов, видеофотосъемка исследуемых объектов защиты. Приобретаются так востребованные сегодня навыки компьютерного программирования, трехмерного моделирования для создания многомерных опытных образцов моделей, конструирования, расчета простейших механических систем, а также алгоритмов их автоматического функционирования под управлением программируемых контроллеров. Разработка подобных устройств позволит повысить мотивацию обучающихся к изобретательству и созданию собственных роботизированных систем [5].

Как можно заметить все описанные в докладе транспортные автоматизированные платформы имеют один общий признак – все они построены на гусеничном шасси. На основании проведенного анализа существующих разработок [6], пришли к выводу, что для защиты объектов со взрывчатыми веществами такой тип движетеля является предпочтительным. Основным преимуществом рассматриваемого такого движителя является его высокий показатель проходимости, что весьма важно для подобных объектов. Другим преимуществом является низкий показатель давления на почву, в результате чего роботизированное устройство способно перемещаться не только по твердому покрытию, но и по рыхлому.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеевский, П.И. Робототехническая реализация модельной практикоориентированной задачи об оптимальной беспилотной транспортировке грузов / П.И. Алексеевский, О.В. Аксенова, В.Ю. Бодряков // Информатика и образование. ИНФО. - 2018. - № 8. - С. 51-60.

2. Дистанционный мониторинг техногенных пожаров и чрезвычайных ситуаций. Баканов М.О., Тараканов Д.В. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2018. № 1 (373). С. 173-177.

3. Киселев, В. В. Разработка разведывательно-поискового роботизированного устройства для пожарно-спасательных подразделений / В. В. Киселев, А. А. Покровский // Актуальные вопросы перспективных направлений применения вооружения, военной и специальной техники, Санкт-Петербург, 22 октября 2021 года / сборник научных трудов III Межведомственной научно-практической конференции. – Санкт-Петербург: ООО "Медиапапир", 2021. – С. 203-207.

4. Иванов В.Е. Применение современного программного продукта для трехмерного моделирования деталей и узлов пожарной техники / В. Е. Иванов, И. А. Легкова, П. В. Пучков // Пожарная и аварийная безопасность. – 2017. – № 2(5). – С. 53-65.

5. Реализация информационных и профессионально-ориентированных образовательных технологий в учебном процессе / А. А. Покровский, В. В. Киселев, А. В. Топоров, П. В. Пучков // Современные проблемы высшего образования : материалы VII Международной научно-методической конференции, Курск, 28 апреля 2015 года / С.Г. Емельянов (отв. редактор). – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2015. – С. 44-49.

6. Патент на полезную модель № 165103 U1 Российская Федерация, МПК A62C 27/00. Гусеничная пожарная машина : № 2015146347/12 : заявл. 27.10.2015 : опубл. 10.10.2016 / И. А. Малый, И. Ю. Шарабанова, О. И. Орлов [и др.] ; заявитель 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).

УДК 614.841

Ю. Н. Коваль
Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА КРИТИЧЕСКОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПОЖАРА НА ОБЪЕКТЕ ООО «КОМСОМОЛЬСКИЙ» Г. КРАСНОЯРСК

В статье произведен расчет критической продолжительности пожара и времени необходимого для безопасной эвакуации людей из помещения. Вычисления произведены только для наиболее опасных вариантов развития пожара, которые характеризуются максимальной скоростью нарастания опасных факторов пожара. Расчеты показали, что ТК «Комсомольский» г. Красноярск полностью соответствует условиям пожарной безопасности.

Ключевые слова: опасные факторы пожара, торговый комплекс, прогнозирование, время эвакуации

Yu. N. Koval

ESTIMATION OF THE CRITICAL DURATION OF A FIRE AT THE FACILITY OF KOMSOMOLSKY

The article calculates the critical duration of a fire and the time required for the safe evacuation of people from the premises. Calculations were made only for the most dangerous options for the development of a fire, which are characterized by the maximum rate of

© Коваль Ю. Н., 2023

growth of dangerous fire factors. Calculations have shown that TC "Komsomolsky" Krasnoyarsk fully complies with the conditions of fire safety.

Key words: fire hazards, shopping mall, forecasting, evacuation time

За 2022 год в России произошло около 19 тысяч пожаров, на которых погибло 246 человек, а материальный ущерб составил 13 млрд. рублей [1]. Особую пожарную опасность представляют объекты с массовым пребыванием людей. На таких объектах было зафиксировано за 2022 год более двух тысяч штук пожаров.

Исследование начальной стадии пожара является актуальным для решения проблемы обеспечения безопасной эвакуации людей из помещения. Под критической продолжительностью пожара принято понимать время достижения предельно допустимых значений опасных факторов пожара в зоне пребывания людей. При пожаре происходят критические изменения в соотношении кислорода, диоксида углерода, монооксида углерода, что является существенной угрозой для здоровья и жизни человека [4]. В настоящее время широко ведутся исследования в разных направлениях с целью прогнозирования развития пожара, и вычисления времени достижения предельных для человека значений опасных факторов пожара.

Цель работы: произвести анализ критической продолжительности пожара для торгового комплека «Комсомольский» г. Красноярск.

Задачи: 1) дать характеристику объекту торгового комплека «Комсомольский» г.Красноярск;

2) изучить состояние пожарной безопасности торгового комплека «Комсомольский» г. Красноярск;

3) смоделировать динамику распространения пожара на объекте;

4) произвести оценку критической продолжительности пожара.

Теоретическая и прикладная значимость исследования заключается в том, что в современных условиях разработка экономически оптимальных и эффективных противопожарных мероприятий немыслима без научно обоснованного прогноза динамики опасных факторов пожара.

Для объекта исследования был выбран торговый комплекс «Комсомольский» располоэенный в городе Красноярске. Объекты торговли, особенно многофункциональные торгово-развлекательные центры, характеризуются повышенной пожарной опасностью из-за большого объема сгораемых товароматериальных ценностей, так и сложностями с эвакуацией при нарушениях противопожарного режима – закрытии дверей; загромождении проходов; неправильных действиях охраны и персонала пожарных постов. Торговый центр «Комсомольский» был создан в 2007 году, здание строилось один год и изначально планировалось под объект торговли. С момента образования торгового комплекса и до сегодняшнего дня, торговый комплекс «Комсомольский» наращивал торговые масштабы. На сегодняшний день годовая выручка составляет от 50 до 60 млн рублей и стабильно продолжает

увеличиваться. Среднесуточный показатель посещаемости данного торгового комплекса может достигать 1500 человек.

Необходимо отметить, что проверки предприятия проводились два раза Отделом надзорной деятельности и профилактической работы по г.Красноярску: внеплановая – 16 июня 2020 года; плановая – с 13 августа по 7 сентября 2022 года. В ходе внеплановой проверки было проверено исполнение мероприятия предписания по устранению нарушений требований пожарной безопасности, о проведении мероприятий по обеспечению пожарной безопасности на объектах защиты и по предотвращению угрозы возникновения пожара от 16 февраля 2020 года № 19/1/2 сроки выполнения, которых истекли 4 февраля 2021 года. Данное мероприятие было выполнено в полном объеме, вновь выявленных нарушений требований пожарной безопасности не выявлено. В ходе плановой проверки в 2022 году замечаний не выявлено.

Торговый центр представляет собой отдельно стоящее 4-х этажное здание, выполненное из железобетонных конструкций, с бетонным полом с антипылевым покрытием, высокими потолками. Перегородки – кирпичные. Крыша торгового центра – металлический профлист. Категория по пожароопасности: Д (стандартной пожароопасности). Следует учитывать, что на безопасную эвакуацию людей из здания влияют конструктивные особенности помещения, а в первую очередь огнестойкость. Таким образом, торговый комплекс относится к классу функциональной пожарной опасности – Ф 3.1 со степенью огнестойкости – II. В целом торговый центр делится на зоны возможного возникновения пожара и подлежащих защите:

а) большое торговые площади

б) малые торговые площади

С целью повышения уровня противопожарной защиты помещений и дотушивания возможных очагов горения на объекте используются ручные средства пожаротушения (огнетушители, противопожарное полотно). Характеристика оснащения объектов техническими средствами защиты приведена в таблице.

Таблица. **Характеристика оснащения торгового центра средствами защиты**

№ п/п	Наименование технических средств	Ед. изм.	Кол-во
I.	Автоматическая пожарная сигнализация		
1	Прибор за первый шлейф	шт.	8,0
2	Прибор за каждый последующий шлейф	шт.	29,0
3	Источник питания	шт.	8,0
4	Шлейф с извещателями дымовыми	10 шт.	2,6
5	Шлейф с извещателями тепловыми и ручными	10 шт.	7,4
6	Проверка дублирующего сигнала	луч	5
II.	Система оповещения и управления эвакуацией		
1	Устройства сигнальные световые	шт.	62,0
2	Устройства сигнальные звуковые	шт.	47,0

Из анализа таблицы видно, что торговый компекс оборудован автоматической пожарной сигнализацией и системой оповещения и управления эвакуацией. Способ тушения пожара в торговом комплексе – по площади. По состоянию на середину 2023 года пожаров в помещениях торгового комплекса не возникало.

Для построения расчетной модели распространения опасных факторов пожара использовали программный продукт «PyroSim». «PyroSim» позволяет выполнить моделирование распространения опасных факторов пожара по полевой модели, построить поля опасных факторов и определить время блокирования путей эвакуации. Модель соответствует «Методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности», а также «Методике определения расчетных величин пожарного риска на промышленных объектах». Моделирование пожара в помещениях основано на представлении пожара как физического явления передачи тепла и массы в соответствующих условиях его развития. Условия развития пожара характеризуются видом пожарной нагрузки и конструктивно-планировочными характеристиками здания (помещения). Моделирование пожара в помещении и оценка его воздействия на строительные конструкции состоит из следующих основных этапов:

– анализ конструктивно-планировочных характеристик помещения;

– определение вида, количества и размещения пожарной нагрузки;

– определение вида возможного пожара и его базовых параметров;

– выбор метода расчета и проведение расчета, оценка вероятностных характеристик пожара;

– анализ огнестойкости конструкций, определение эквивалентной продолжительности стандартного испытания.

Оценивание опасных факторов пожара производится по специальному критерию. Под таким критерием подразумевается предельно допустимые показатели, это такие значения, при которых действие на людей на протяжении критической длительности пожара (а именно время загромождения эвакуационных путей, которое умножается на 0,8) не вызывают негативных последствий (травм, болезней или отклонений в состоянии здоровья в течении определенного промежутка времени).

Для моделирования были выбраны первый и второй этажи, при условии нахождения людей на третьем и четвертом этажах. Выбор связан с тем, что на первом и втором этажах в дневное время находятся максимальное количество людей. В результате расчетов получены значения достижения критических значений с каждым рассматриваемым фактором пожара. Моделирование ситуаций показало, что в большинстве расчетных точек, за исключением находящихся в непосредственной близости от очага возгорания, время достижения предельно-допустимых значений не превышает 5 минут.

Учитывая специфику помещения, эвакуация людей может быть затруднена во время избыточного нахождения людей на этажах, либо при блокировки эвакуационных путей. (рис. 1) [2,3].

Рис. 1. Пожар на 2 этаже

Входные данные по модели: атом углерода – 3; атом водорода – 6,6; атом кислорода – 2,8. Для расчета видимость – 20 метров, температура – 70 градусов. И к наиболее опасным фактором пожара в данном случае является потеря видимости и тепловой поток, что вполне логично, учитывая планировку и горючую нагрузку здания (рис.2).

Рис. 2. Визуализация по мощности пожара

Принимая во внимание площадь помещения, время начала эвакуации составит 5,4 секунды. Время наступление критического значения по дальности видимости для ближайшего выхода от очага пожара со второго этажа составляет 272 секунды. В случае перекрытия эвакуационных путей и других нештатных ситуаций полное время эвакуации может превысить время наступления критических показателей опасных факторов пожара. В связи с чем, сотрудникам торгового комплекса необходимо проводить периодический инструктаж по действию при пожаре в целях повышения знаний и умения действовать в нестандартных ситуациях.

Так же в целях обеспечения безопасной эвакуации:

1) обеспечить свободное открывание дверей эвакуационного выхода;

2) исключить случаи загромождения эвакуационных путей и выходов различными материалами, изделиями, оборудованием, производственными отходами, мусором и другими предметами (особенно на 2 этаже).

Учитывая, что в торговом комплексе имеется большое количество материалов, которые в условиях горения снижают видимость, а лестницы без естественного освещения, то рекомендуется использование автономной фотолюминесцентной эвакуационной системы для того, чтобы обеспечить своевременную эвакуацию людей в условиях плохой видимости или при полном отсутствии освещения. В случае отключения энергоснабжения объекта они светятся с большой интенсивностью около 5 минут, а затем яркость желто-зеленого свечения снижается, но сохраняется на протяжении длительного времени. С помощью комплекса таких элементов, которые остаются видимыми в темноте, указывают направление путей эвакуации и обозначают местоположение и контуры дверных проемов, лестниц, колонн, выступов и других предметов, эвакуация осуществляется без паники, быстро и безопасно.

В целом необходимо отметить, что своевременное использование современных технологий пожаротушения позволяет свести риски возникновения пожаров к минимуму.

Таким образом, на основе построенных в ходе выполнения работы моделей в «PyroSim» был произведен расчет распространения опасных факторов пожара, а также расчет времени эвакуации людей. Полученные расчетные результаты по времени эвакуации подтверждают, что на исследуемом объекте условие безопасной эвакуации людей выполняется, но время эвакуации может превысить критическое время при условии превышения максимально возможного числа людей.

Прогнозирование опасных факторов пожара необходимо: при разработке рекомендаций по обеспечению безопасной эвакуации людей при пожаре; при создании и совершенствовании систем сигнализации и автоматических систем пожаротушения; при оценке фактических пределов огнестойкости. Использование моделирования для оценки критической продолжительности пожара в помещении позволяет определить параметры среды в конкретный промежуток времени [3]. Что способствует повышению пожарной безопасности. Выполне-

ние похожих расчетов возможно не только для эксплуатируемых зданий, но и для вновь проектируемых [2]. Фактически, теория прогнозирования позволяет восстановить ситуацию развития реально происшедшего пожара, чтобы избежать его повторения в будущем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации: официальный сайт. – Москва. – URL: http://уздп.рф/files/306/analiz-dnpr-2022.pdf (дата обращения: 13.06.2023).
2. Ершова, А. С. Прогнозирование критической продолжительности пожара в здании учебного корпуса ГОУВПО "Академия гражданской защиты" МЧС ДНР / А. С. Ершова, В. В. Соколянский // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2019. – № 2(3). – С. 94-100.
3. Кошмаров, Ю. А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: учеб. пособие / Ю. А. Кошмаров. - Москва: Академия ГПС МВД России, 2000. - 119 с.
4. Рудакова, О. А. Расчет необходимого времени эвакуации людей из помещения при пожаре / О. А. Рудакова, Д. В. Сидоренко // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2021. – № 1(8). – С. 326-331.

УДК 614.845.1

Д. Ф. Кожевин, В. Г. Естехин
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ВЛИЯНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ НА ПОЖАРНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ

В статье приведены статистические данные о пожарах на Российских и зарубежных судах. Также освещена проблема увеличившихся пожаров на зарубежных морских контейнеровозах и необходимость постоянной корректировки, совершенствования нормативной базы в области пожарной безопасности на морских объектах.

Ключевые слова: пожары на морских (речных) судах, огнетушители на судах, статистика пожаров на судах.

D. F. Kozhevin, V. G. Estekhin

INFLUENCE OF THE REGULATORY FRAMEWORK ON FIRE SAFETY OF MARINE FACILITIES

The research paper provides statistical data on fires on Russian and foreign ships. The problem of increasing fires on foreign sea container ships and the need for regular cor-

© Кожевин Д. Ф., Естехин В. Г., 2023

rection and improvement of the regulatory framework in the field of fire safety at marine facilities were also highlighted.

Key words: fires on sea (river) vessels, fire extinguishers on ships, statistics of fires on ships.

Введение

Пожары на морских судах по сей день являются одной из крупнейших проблем, которая наносит колоссальный материальный ущерб судоходной компании, экосистеме и несет человеческие жертвы.

В ходе анализа статистики пожаров на морских судах [1] было установлено, что большая часть пожаров происходит, когда судно находится в открытом море. Основная тяжесть борьбы с огнем заключается в том, что судно находится на существенном удалении от береговой линии без возможности применения дополнительных сил и средств для ликвидации пожара. Анализ статистики пожаров на судах определил низкую эффективность применения первичных средств пожаротушения на судах (в 7% случаев экипажу удавалось их применить) [1,2]. Статистика аварийности на судах [4,5,6] за прошедшие 10 лет утверждает, что количество пожаров на Российских судах в 9,6 раз ниже, чем на зарубежных (Канада и Япония). В большей степени это определено более строгими и конкретными требованиями отечественных нормативных документов, которые регламентируют оснащение судов первичными средствами пожаротушения в отличие от нормативных требований зарубежных стран [3]. На рис. 1 представлены данные требуемого значения огнетушащих веществ на судах и количество пожаров на этих объектах.

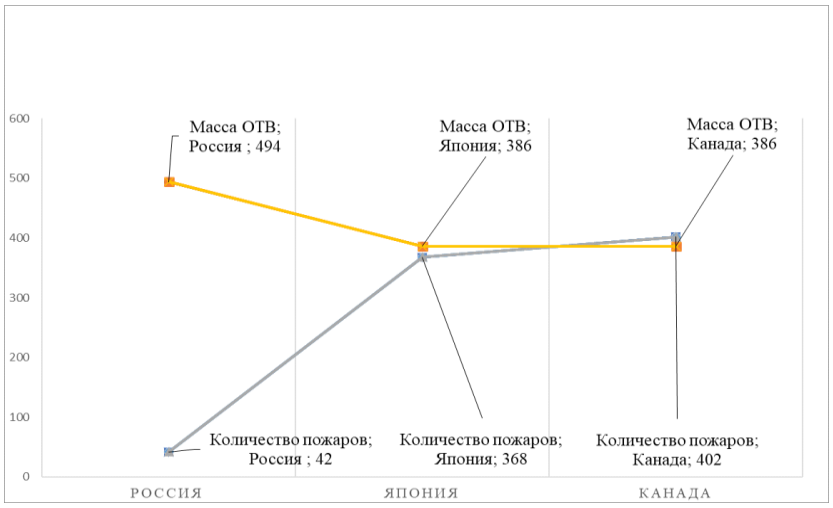


Рис. 1. Требуемая масса огнетушащих веществ первичных средств пожаротушения на судах и количество пожаров на этих объектах

Основная часть

За последние годы существенно выросло количество пожаров на иностранных судах, особенно это касается контейнеровозов, в 2019 году зафиксирована максимальная отметка 40 пожаров, т.е. по одному пожару каждые 10 дней [7].

Рис. 2. Пожар на ролкере Grande America, который затонул в 400 километрах от французского побережья после двух дней борьбы с пожаром

Одной из основных причин крупных пожаров на ролкерах и контейнеровозах является конструктивная особенность судна. Отрицательное влияние на пожарную безопасность оказывает отсутствие внутренних переборок на контейнеровозах и большой объем воздуха внутри грузовых палуб, который будет обеспечивать развившийся пожар кислородом. В таких условиях начавшийся небольшой пожар будет стремительно развиваться, если он не будет обнаружен на ранней стадии и своевременно не будут применены первичные средства пожаротушения.

Также одной из причин пожаров является позднее обнаружение и сообщение о пожаре. Обнаружение пожара на борту контейнеровоза на сегодняшний день основано на обнаружении дыма, а не температуры. Когда срабатывают дымовые датчики в грузовом отсеке, становится слишком поздно. Использование углекислотной системы пожаротушения не эффективно, поскольку она не проникает внутрь контейнера. На крупных контейнеровозах пожары на палубе представляют свои особенности, поскольку высота контейнеров может достигать в высоту 30 метров, и работа экипажа с ручным стволом от пожарного крана является низкоэффективной.

Исследование 2017 года установило, что система пожаротушения, разработанная для тушения пожаров на судах, перевозящих генеральные грузы, непригодна для контейнеровозов и требует замены [8]. Требуется более сложная и современная система обнаружения пожаров с использованием инфракрасных камер, температурных датчиков внутри грузовых отсеков, средства дистанционного пожаротушения для проникновения в контейнеры, в том числе и на высоте [9].

Текущие требования Солас [10] к контейнеровозам в основном такие же, как и к другим грузовым судам и требуют корректировки [11], поскольку число пожаров на контейнеровозах за последние несколько лет существенно выросло

[7] и статистика пожаров на иностранных судах подтверждает, что в этом есть острая необходимость.

Вывод

В статье [3] определен коэффициент корреляции, который указывает на зависимость влияния массы огнетушащих веществ ПСП и количества пожаров на судне.

Коэффициент корреляции влияния массы огнетушащих веществ и охвата судовых помещений на количество пожаров близок к 1, что указывает на зависимость влияния массы ОТВ на количество пожаров на судне. Российское Классификационное Общество (далее – РКО) [12] предъявляет более лояльные требования в отношении внутренних и смешанных судов (река-море) плавание, чем Солас. Несмотря на тот факт, что охват судовых помещений РКО на 7% выше, чем Солас, масса огнетушащих веществ первичных средств пожаротушения в 3,5 раза ниже, чем у иностранного нормативного документа. А если учитывать тот факт, что Азово-Черноморский бассейн показывает мощный прирост грузооборота в портах, где активно используются суда смешанного (река-море) плавание, а к 2035 году планируется увеличить данный класс судов еще на 1500 единиц [13], то в будущем возникнет необходимость внесения изменений в нормативные документы, которые регламентируют оснащение судовыми средствами пожаротушения. Для этого необходимо разработать методику оснащения судов (не зависимо от района плавания и его функциональной принадлежности) первичными средствами пожаротушения, исходя из мест размещения первичных средств пожаротушения и его вероятного времени доставки экипажем судна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кожевин Д.Ф., Естехин В.Г. Оценка эффективности применения огнетушителей на водном транспорте // Проблемы управления рисками в техносфере. 2022. № 4 (64). С. 8–20.

2. Шарапов С.В., Крутолапов А.С., Копейкин Н.Н. Анализ информации о пожарах на судах и о практике их тушения в портах // Пожаровзрывобезопасность. 2017. Т. 26. № 1. С. 52–60.

3. Кожевин Д.Ф, Таранцев А.А., Естехин В.Г., Коновалов И.Н. Анализ нормативных требований к огнетушителям, размещаемым на судах // Морские интеллектуальные технологии, 2023. № 3 часть 1, С. 170—178. DOI: 10.37220/MIT.2023.61.3.017

4. Анализ аварийности на судах отечественного флота: состояние, причины, тенденции, необходимые меры. А.Л. Боран-Кешишьян, А.Н. Томилин, Р.Р. Туктаров.

5. Japan Transport Safety Board, Number of Marine Accidents by Year as of October 31, 2022. URL: https://www.mlit.go.jp/jtsb/statistics_mar.html

6. Marine transportation occurrences in 2021.

7. Allianz Global Corporate & Specialty (AGCS). URL https://commercial.allianz.com/content/dam/onemarketing/commercial/commercial/reports/AGCS-Safety-Shipping-Review-2021.pdf

8. IUMI Position Paper on firefighting on container vessels and proposal on fire-fighting systems by the German Insurance Association (GDV) – 18 September 2017.

9. Top Maritime Trends of 2020: Tackling the Scourge of Containership Fires, by Andrew Gray December 9, 2020. URL: https://www.gard.no/web/updates/content/28597707/container-ship-fires-gard-conference-promotes-the-value-of-industry-collaboration

10. Международная Конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года SOLAS 74. URL: https://docs.cntd.ru/document/901765675

11. Gard conference – Container ship fires – 31 Octber 2019 URL: https://www.gard.no/web/updates/content/28597707/container-ship-fires-gard-conference-promotes-the-value-of-industry-collaboration

12. Российское Классификационное Общество «Правила классификации и постройки судов, часть III Противопожарная защита». URL: https://rfclass.ru

13. Стратегия развития судостроительной промышленности на период до 2035 года. URL: https://docs.cntd.ru/document/563615576

УДК 614.842.42

М. А. Колбашов, Е. М. Староверкина, А. В. Пугачева, И. Д. Власов, Н. А. Борисов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ ОПОВЕЩЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ЭВАКУАЦИЕЙ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ НА ОБЪЕКТАХ ЗАЩИТЫ

В статье рассмотрены подходы к оценке эффективности систем оповещения, показано их место в общей структуре обеспечения безопасности объектов защиты, а также в структуре требований на соответствие и проектирование. Рассмотрены неоднозначности требований нормативной документации при проектировании и эксплуатации систем оповещения. Представлены аспекты для повышения эффективности работы технических средств оповещения.

Ключевые слова: система оповещения, безопасность, эвакуации, организационные мероприятия, надежность, разборчивость.

M. A. Kolbashov, E. M. Staroverkina, A. V. Pugacheva, I. D. Vlasov, N. A. Borisov

CURRENT STATE OF ORGANIZATION OF NOTIFICATION AND EVACUATION CONTROL OF PEOPLE IN CASE OF FIRE AT THE OBJECTS OF PROTECTION

© Колбашов М. А., Староверкина Е. М., Пугачева А. В., Власов И. Д., Борисов Н. А., 2023

The article considers approaches to assessing the effectiveness of warning systems, shows their place in the overall structure of ensuring the safety of protection objects, as well as in the structure of requirements for compliance and design. The ambiguities of the requirements of regulatory documentation in the design and operation of warning systems are considered. Aspects for increasing the efficiency of technical means of notification are presented.

Key words: notification system, safety, evacuation, organizational measures, reliability, intelligibility.

Система оповещения и управления эвакуаций людей при пожаре (СОУЭ) — одна из наиболее важных составляющих системы безопасности. Основное назначение системы оповещения – это предупреждение находящихся в здании людей о пожаре или другой ЧС, а также координация их действий при осуществлении эвакуации. СОУЭ представляет собой комплекс организационных мероприятий и технических средств, предназначенных для решения этих задач.

Система оповещения и условия ее применения должны удовлетворять требованиям, изложенным в ряде нормативных документов, среди которых основополагающими являются: Федеральный закон № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», ГОСТ Р 53325-2009 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний», Свод правил СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности». [1,2].

Выпускаемые на сегодняшний день СОУЭ имеют техническую возможность в первую очередь принимать сигналы и команды централизованной системы оповещения гражданской обороны и транслировать их по речевым оповещателям («Блюз», «Октава-80», «Орфей», «Стриж-2», «Тромбон» и др.).

На современном этапе развития общество сталкивается с проблемой скопления большого количества людей в закрытых пространствах – помещениях с массовым пребыванием людей (более 50 человек). В случае возникновения чрезвычайной ситуации на объекте защиты людей из замкнутого пространства необходимо эвакуировать. Повысить вероятность эвакуации людей можно, если соблюдать требования ГОСТ-53195 (все части) «Безопасность функциональная связанных с безопасностью зданий и сооружений систем».

Стоит отметить, что данное утверждение нуждается в существенной корректировке, в которую должны быть введены две наиважнейшие составляющие - организационная и расчетная. Указание на необходимость организационных мероприятий появился в формулировке Постановления Правительства РФ № 390 «О противопожарном режиме», где в частности сказано, что при обнаружении пожара или признаков горения в здании, (персоналу) необходимо:

– немедленно сообщить об этом в пожарную охрану;

– принять посильные меры по эвакуации людей и тушению пожара.

Касаемо расчетных мероприятий, следует заметить, что более серьезное внимание стало уделяться расчету пожарных рисков, изложенному в Приказе № 382 "Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности".

При обнаружении пожара, на успешный и самостоятельный процесс эвакуации, например, посетителей гипермаркета лучше не рассчитывать по причинам как объективного, так и субъективного характера.

К объективным причинам следует отнести:

– отсутствие организационных мероприятий;

– отсутствие или неработоспособность технических средств;

– ошибки в расчетах – недостаточная громкость или не разборчивость технических средств оповещения (ТСО).

Согласно методике, изложенной в данном приказе, эвакуация может считаться успешной если выполняются следующие условия:

– эвакуация началась вовремя;

– скопления были минимальными;

– времени для эвакуации в безопасную зону было достаточно.

При отсутствии организационных мероприятий эвакуация может не начаться или запоздать по дополнительным субъективным причинам:

– только 15 % людей реагируют на информацию о возникновения пожара;

– недостаточная информированность населения о правилах поведения в нештатных ситуациях. Но есть и еще одна причина – чрезмерная осведомленность, например, о ложных срабатываниях или сбоях в системах пожарной автоматики.

Если эвакуация все же началась, то и это еще не все. Существует высокая вероятность возникновения паники, которая может привести к превышению времени скопления. Причины: недостаточность организационных мероприятий, ошибки в расчетах.

Для грамотной, последовательной и скоординированной эвакуации людей как раз и предназначены системы оповещения и управления эвакуацией людей, называемые СОУЭ. Комплексный подход к обеспечению безопасности зданий и сооружений продемонстрирован в вышесказанном ГОСТ-53195, в котором наиболее полно отражены требования к техническим средствам, а также к обеспечению безопасности людей.

Так, в данном документе определяются риски возникновения опасного события – как сумма вероятностей рисков, связанных с функционированием различных подсистем. В документе речь идет о двух составляющих – жизнеобеспечение и безопасность людей. За жизнеобеспечение отвечают инженерные системы, за обеспечение безопасности — комплексные системы безопасности (КСБ).

ГОСТ-53195 — составляющая федерального закона № 184 ФЗ – «О техническом регулировании», в свою очередь, являющегося основанием для про-

ектирования объектовых и локальных систем оповещения. Все люди на объекте защиты делятся на две категории на две категории – персонал и посетители. Для оповещения первой группы достаточно внутри-объектовой системы оповещения (ОСО), устанавливаемой (проектируемой) согласно СП 134.1330.2012 «Системы электросвязи зданий и сооружений. Основные положения проектирования». При усложнении задачи, когда необходимо оповещать население (для открытых территорий) или посетителей (помещений), мы уже говорим о локальных системах оповещения (ЛСО), проектируемой согласно СП 133.1330.2012 «Сети проводного радиовещания и оповещения в зданиях и сооружениях. нормы проектирования». В этом случае появляется следующее препятствие – за оповещение второй, наиболее многочисленной и более уязвимой группы, находящейся внутри объекта, отвечает также и СОУЭ, проектируемая согласно ФЗ-123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Поэтому, сложилась практика, когда в одном и том же здании устанавливают две системы для оповещения одной и той же группы, что непременно ведет к конфликту. Поэтому и предполагает применение комбинированных решений.

Существуют требования считать системы оповещения о пожаре (СОУЭ) и объектовые системы оповещения (ОСО) единым комбинированным средством оповещения содержатся в техническом регламенте о требованиях пожарной безопасности. Так в СП 133.13330.2012 сказано, что проектирование и установку систем оповещения и управления эвакуацией людей следует осуществлять в соответствии с требованиями СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре», где указано, что коммуникации СОУЭ допускается проектировать совмещенными с радиотрансляционной сетью здания. Для интегрирования систем в одном комбинированном решении, не приводящем к конфликту, когда обе системы пытаются одновременно оповещать одну из категорий людей, используются многоприоритетные решения. Межгосударственный стандарт ГОСТ Р 42.3.01-2014 «Гражданская оборона. Технические средства оповещения населения. Классификация. Общие технические требования», подтверждает необходимость в такой комбинации, устанавливая приоритетность, согласно которой оповещение о пожаре имеет наивысший приоритет. На необходимость таких решений обращено внимание в готовящемся стандарте (EACC), где в частности сказано:

Приборы должны обеспечивать трансляцию сигналов исходя из следующей их приоритетности:

– трансляция сообщений через микрофоны;

– автоматическая трансляция сигналов о пожаре;

– автоматическая трансляция сигналов о других чрезвычайных ситуациях;

– трансляция других сигналов.

Доказано и не вызывает сомнений, что системы оповещения играют наиважнейшую роль в задаче обеспечения эвакуации людей. «Эффективность» системы оповещения, который в общем случае можно определить двумя составляющими произведением надежности и достоверности. Кроме надежности и достоверности необходимо учитывать такие составляющие, как соответствие и интеграция, без которых не мыслима современная система оповещения.

Надежность системы оповещения обеспечивается на следующих этапах:

– на этапе разработки (тщательным подбором элементной базы);

– на этапе производства (соблюдением технологических процессов, техническим контролем и тщательным тестированием каждой партии продукции);

– на этапе проектирования (выбором надежных, сертифицированных средств, полностью соответствующих ТЗ и решаемой задаче, выполнением всех требований нормативной документации при их проектировании);

– на этапе закупки (обеспечением монтируемой системы необходимым запасом частей, инструментов и принадлежностей);

– на этапе эксплуатации (плановым техническим обслуживанием и периодическим тестированием системы).

Существенного повышения надежности можно добиться двумя способами - резервированием и дублированием блоков системы.

Достоверность передаваемой информации можно определить, как произведение двух составляющих – сигнал/шум и формантной разборчивости.

Достоверность передаваемой информации обеспечивается на этапе проектирования следующими аспектами:

– правильным выбором системы звукоусиления, обеспечивающей не только количественные, но и качественные характеристики звукового тракта – параметры усилителей и речевых оповещателей (громкоговорителей);

– грамотным электроакустическим расчетом (ЭАР);

– учетом акустических особенностей защищаемого помещения;

– учетом психофизических особенностей защищаемого контингента.

Актуализация может быть определена следующими характеристиками:

– полным соответствием нормативным требованиям;

– выполнением каждой из подсистем своих заявленных задач;

– полной информационной совместимостью (при интеграции);

– поддержкой единых унифицированных протоколов обмена информацией;

– учет электромагнитной несовместимости всех действующих подсистем.

Из всего вышеперечисленного следует, что повышение вероятность успешной эвакуации людей можно следующими мероприятиями:

– повышением надежности технических средств;

– полным соответствием технических средств, требованиям нормативной документации,

– проектированием систем в соответствии с требованиями технических заданий и нормативных документов, проработкой вопросов дублирования и резервирования технических средств и каналов связи;

– соблюдением правил при эксплуатации технических средств, с их обязательным тестированием;

– скоординированное управление эвакуацией людей.

Система оповещения, как комплекс организационных мероприятий и технических средств, обеспечивающих эвакуацию людей, является неотъемлемой частью комплексной системы безопасности объекта защиты. Ее роль в обеспечении безопасности людей является, несомненно, важной. Обеспечить безопасность общественного здания, значит минимизировать урон, наносимый воздействием различного рода опасностями, в том числе опасными факторами пожара. Достичь этого возможно только эффективным комплексным применением и надлежащим обслуживанием таких систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ «О техническом регулировании» // Информационно-правовой портал Гарант.ру.

2. Федеральный закон от 22 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (последняя редакция) // Информационно-правовой портал Гарант.ру.

3. СП 3.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. Требования пожарной безопасности». М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009.

4. СП 134.1330.2012 «Системы электросвязи зданий и сооружений. Основные положения проектирования». М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2012.

5. СП 133.1330.2012 «Сети проводного радиовещания и оповещения в зданиях и сооружениях. нормы проектирования». М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2012.

6. ГОСТ Р 53575-2009 (МЭК 60268-5:2003). Громкоговорители. Методы электроакустических испытаний (Москва. Стандартинформ 2011).

7. ГОСТ-53195 . Безопасность функциональная связанных с безопасностью зданий и сооружений систем (все части). (Москва. Стандартинформ 2011).

8. ГОСТ Р 42.3.01-2014 «Гражданская оборона. Технические средства оповещения населения. Классификация. Общие технические требования». Дата введения 01.01.2015.

9. Кочнов О.В. Специфика проектирования систем оповещения. / Кочнов О.В., Мальцев А.В., Кочегаров А.В., Мальцев А.С. // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России (Современные проблемы гражданской защиты) № 1 (26), 2018 С. 64-71.

УДК 614.849

А. Ю. Комлёв
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВОПРОСЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ РАССМОТРЕНИИ ОБРАЩЕНИЙ ГРАЖДАН В 2021–2022 ГОДАХ

В статье приведен анализ итогов рассмотрения сотрудниками МЧС России жалоб граждан на нарушение требований пожарной безопасности в 2021–2022 годах в Московской области, сделаны выводы о необходимости реализации предупредительных мер.

Ключевые слова: пожарная безопасность, рассмотрение жалоб, обращение

A. Yu. Komlev

ISSUES OF DETERMINING THE FIRE DANGER OF BUILDINGS IN THE MOSCOW REGION WHEN CONSIDERING CITIZENS' APPEALS IN 2021–2022

The article provides an analysis of the results of consideration by the EMERCOM of Russia of citizens' complaints about violations of fire safety requirements in 2021–2022 in the Moscow region, conclusions are drawn about the need to implement preventive measures.

Keywords: fire safety, consideration of complaints, appeal.

Обращения граждан рассматриваются в первоочередном порядке. Существует ряд сложностей в организации этой деятельности, в особенности при рассмотрении вопросов пожарной безопасности. Гражданин может прийти на личный прием в территориальный орган МЧС России. Здесь личный прием граждан проводится должностными лицами в соответствии с регламентом [1]. Графики приема граждан и порядок личного приема размещаются на сайте и информационных стендах. Организация личного приема осуществляется в соответствии с положением об Общественной приемной. В случае создания общественных приемных, их деятельность возлагается на подразделение, ответственное за работу с обращениями граждан. Информация о гражданах, пришедших на прием, заносится в журнал учета. В случае грубого поведения гражданина, прием прекращается. Устное заявление заносится в карточку личного приема, письменный ответ по существу вопросов дается в остальных случаях. Содержание обращений граждан может носить различный характер. Довольно

© Комлёв А. Ю., 2023

часто поднимаются вопросы пожарной безопасности, аналогичные проблемам, рассматриваемым в исследованиях [2–11].

Но, жалоба может содержать и другие вопросы, а также предполагать различные особенности её рассмотрения. Если в обращении содержатся сведения о противоправных деяниях, оно направляется в соответствующий государственный орган. Если гражданин заявляет, что не обращался в МЧС России, в РК делается отметка «анонимное». При рассмотрении обращения от коллектива сотрудников, направляется докладная записка о результатах рассмотрения и принятом решении. Обращения, содержащие сведения о фактах коррупции или личной заинтересованности должностных лиц, докладываются Министру. Ответ на обращение готовится с учетом информации от соисполнителей и других органов. При поступлении нескольких обращений по одному вопросу, гражданину дается единый ответ. Ответ на обращение иностранного гражданина оформляется в соответствии с правилами делопроизводства. Ответы на обращения граждан подписываются соответствующими должностными лицами. При подготовке их в электронной форме они подписываются электронной подписью и отправляются на указанный адрес. Регистрация ответа на обращение осуществляется в соответствии с установленными правилами. Результат рассмотрения обращения определяется как «Дан ответ автору», «Рассмотрено. Разъяснено», «Рассмотрено. Поддержано», «Рассмотрено. Не поддержано», «Рассмотрено. Меры приняты», «Направлено по компетенции», «Оставлено без ответа». По итогам рассмотрения обращения о возможных коррупционных проявлениях результат должен быть определен как «факты не подтвердились», «факты подтвердились» или «факты подтвердились частично».

Это указывает на актуальность анализа итогов рассмотрения жалоб граждан на нарушение требований пожарной безопасности. В качества примера данной деятельности может быть рассмотрена работа инспекторов в 2021-2022 годах в Московской области [12].

Количественные показатели этой работы в 2021-2022 годах представлены в таблице.

Таблица. **Поступление жалоб граждан ГУ МЧС России по Московской области в 2021–2022 годах [12]**

Поступило обращений, в ГУ МЧС России по Московской области, всего:	**2021**	**2022**
	7330	**6229**
в электронном виде:	6038	5080
по email.	1180	534
по МЭДО	0	28
через официальный сайт МЧС России	4858	4518
в письменном виде	1292	1149
По виду обращения, всего:	7330	6229
заявления	7126	6085

Поступило обращений, в ГУ МЧС России по Московской области, всего:	**2021**	**2022**
	7330	**6229**
предложения	10	3
жалобы	165	139
не обращения (поздравления, приглашения, соболезнования, текст не имеющий смысла, оценка деятельности, материалы для ознакомления)	29	2

Из приведенной таблицы следует, что в 2022 году общее количество обращений снизилось на 15 %, количество заявлений уменьшилось на 14,6 %, предложения сократились на 70 %, жалоб стало на 15,8 % меньше. Более 80 % обращений поступает в электронном виде. Обращения по вопросам работы противопожарной службы и соблюдения норм пожарной безопасности в 2021 году составили 50 % от общего количества, в 2022 — 53,7 %.

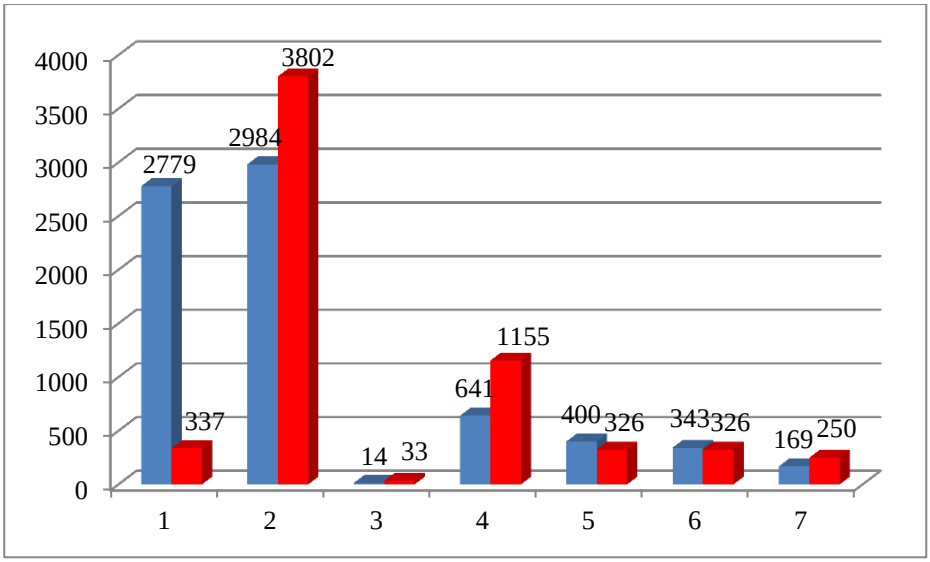


Рис. 1. Гистограмма принятых ГУ МЧС России по Московской области в 2021–2022 годах решений по обращениям [12]

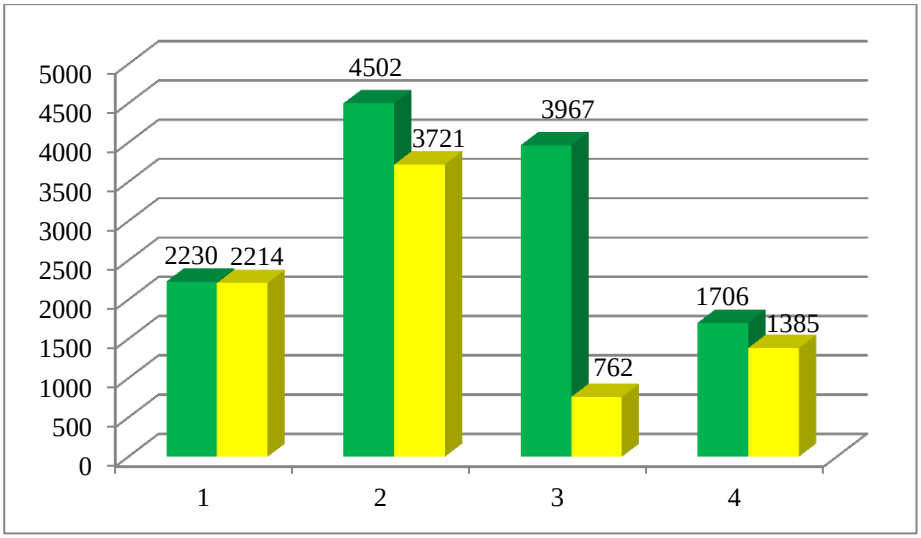


Рис. 2. Гистограмма принятых ГУ МЧС России по Московской области в 2021–2022 годах мер по обращениям [12]

На рис. 1 цифры под столбцами гистограммы обозначают: 1 — дан ответ автору; 2 — рассмотрено, разъяснено; 3 — рассмотрено, не поддержано; 4 — рассмотрено, поддержано; 5 — оставлено без ответа автору, 6 — направлено по компетенции; 7 — находилось на рассмотрении на момент составления отчета [12]. Цвета обозначают год регистрации обращений: синий — 2021, красный — 2022.

На рис. 2 цифры под столбцами гистограммы обозначают: 1 — виновные привлечены к ответственности; 2 — рассмотрено с выездом на место; 3 — факты подтвердились; 4 — факты не подтвердились [12]. Зеленым цветом на рис. 2 обозначены данные за 2021 год, желтым — 2022.

Основное количество обращений, поступивших в 2021–2022 годах в ГУ МЧС России по Московской области, содержат вопросы к работе противопожарной службы и соблюдению норм пожарной безопасности. Это обуславливает необходимость качественной подготовки инспекторов к работе с обращениями. При этом могут быть использованы подходы, описанные в исследованиях [2, 4–6]. Также необходимо проводить работу по разъяснению правоприменения норм [6, 10], действия «регуляторной гильотины» [8], а также готовить общественников к профилактической работе [10].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ МЧС России от 29.12.2021 N 933 «Об организации работы по рассмотрению обращений граждан в системе Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий».

2. Шукшин Е.Е., Лазарев А.А., Тихановская Л.Б. Андрагогико-экзистенциальный подход при подготовке управленческих кадров к определению численности государственных инспекторов по пожарному надзору. Пожарная и аварийная безопасность. 2023. № 1 (28). С. 97-104.

3. Лазарев А.А. Торопова М.В. Анализ пожарной опасности объектов здравоохранения Ивановской области В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов V международной научно-практической конференции. Иваново, 2021. С. 308-312.

4. Лазарев А.А. Подготовка государственных инспекторов по пожарному надзору с учетом особенностей надзорной деятельности в 2022 году // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию образования гражданской обороны. Иваново, 2022. С. 195-201.

5. Лазарев А.А., Абакумов И.С., Емелин В.Ю. Совершенствование модели внедрения риск-ориентированного подхода к надзорной деятельности в области пожарной безопасности в Костроме. Современные проблемы гражданской защиты. 2022. № 1 (42). С. 53-62.

6. Меликян М.Л., Лазарев А.А. О проблеме разработки проверочного листа для нормативно-технического совета в подразделении МЧС России // Трибология и проблемы МЧС России. Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию образования гражданской обороны. Иваново, 2022. С. 152-155.

7. Лазарев А.А., Мальцев А.Н., Торопова М.В. О проблеме пресечения правонарушений, способствующих возникновению экологонеблагоприятных ландшафтных пожаров. Экологические аспекты современных городов: сборник материалов IX межрегионального семинара. – Иваново: ИВГПУ, 2023 – С. 48-51.

8. Лазарев А.А., Румянцева В.Е., Торопова М.В., Шенберева А.В. О проблеме противопожарного обследования зданий в условиях действия механизмов «регуляторной гильотины». Современные проблемы материаловедения: сборник научных трудов – Липецк: Изд-во Липецкого государственного университета, 2023 – С. 287-293.

9. Федосов С.В., Маличенко В.Г., Торопова М.В., Лазарев А.А. Программа по определению пределов огнестойкости строительных конструкций, предела распространения огня по конструкциям и групп возгораемости материалов. В сборнике: "Современные инженерные проблемы ключевых отраслей промышленности". "Современные задачи инженерных наук". Сборник научных трудов Международного научно-технического симпозиума и III Международного Косыгинского Форума. Москва, 2021. С. 20-24.

10. Лазарев А.А., Казаков А.Х., Сторонкина О.Е., Мочалов А.М. Ведомственный контроль как средство предупреждения пожаров в садоводческом некоммерческом товариществе Черекского района Кабардино-балкарской республики. Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 1 (46). С. 103-110.

11. Якупова Э.Ф., Лазарев А.А. О совершенствовании деятельности дознавателя органа государственного пожарного надзора на основе возможностей искусственного интеллекта // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2023. С. 563-566.

12. Сайт Главного управления МЧС России по Московской области // https://50.mchs.gov.ru/

УДК 614.842.864

Е. В. Кононенко, О. А. Мокроусова, Г. А. Черкасский
Уральский институт ГПС МЧС России

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ КАК ВАЖНАЯ ЧАСТЬ ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

© Кононенко Е. В., Мокроусова О. А., Черкасский Г. А., 2023

Специалисты по пожарной безопасности должны обладать современными правовыми и нормативно-техническими компетенциями, на формирование которых направлена дисциплина «Техническое регулирование в области пожарной безопасности».

Ключевые слова: инженерная подготовка, пожарная безопасность, техническое регулирование.

E. V. Kononenko, O. A. Mokrousova, G. A. Cherkasskiy

THE STUDY OF TECHNICAL REGULATION AS AN IMPORTANT PART OF THE ENGINEERING TRAINING OF FIRE SAFETY SPECIALISTS

Fire safety specialists must have modern legal and regulatory and technical competencies, the formation of which is aimed at the discipline «Technical regulation in the field of fire safety».

Key words: engineering training, fire safety, technical regulation.

Проблема инженерной подготовки специалистов в стране в настоящее время стоит достаточно остро. Это обусловлено возросшей потребностью в инженерно-технических кадрах в современных условиях.

Качество подготовки кадров государственной противопожарной службы в значительной мере определяется ее содержанием, определяемым квалификационными требованиями к сотруднику. На протяжении ряда лет профильные (а иногда и непрофильные) технические вузы выпускали *инженеров* пожарной безопасности, ориентированных на службу, связанную с тушением пожаров или надзорной деятельностью. Работа инженера пожарной безопасности традиционно была направлена на обеспечение пожарной безопасности (далее ПБ), разработку, применение и оценку эффективности мер безопасности на объектах защиты. Теперь вузы готовят специалистов, бакалавров и магистров, потеряв в процессе перехода к Болонской системе представление о техниках и инженерах, а требования к выполняемым трудовым функциям и уровню профессиональной подготовки представлены в Профессиональном стандарте специалиста по пожарной профилактике, утвержденном приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 11 октября 2021 г. № 696н и действующим с 01.03.2022 по 01.03.2028 г. [1].

Согласно пункту 4 Правил противопожарного режима [2], руководитель организации вправе назначать лиц, которые по занимаемой должности или по характеру выполняемых работ являются ответственными за обеспечение ПБ на объекте защиты, т. е. способны грамотно проводить противопожарные инструктажи, разрабатывать инструкции или другие локальные нормативные акты о мерах пожарной безопасности, обеспечивать противопожарные тренировки, проводить эвакуацию людей, и при необходимости руководить пожаротушением. Новая редакция условий выполнения требований ПБ в статье 6 национального технического регламента (123-ФЗ) [3] предполагает разработку и приме-

нение стандартов организации (СТО) с требованиями ПБ; подготовкой, утверждением, внедрением и аудитом применения таких документов должны специалисты по ПБ с достаточным уровнем подготовки в области технического регулирования.

Казалось бы, исчезновение слова «инженер» из руководящих документов и диплома выпускника и замена его на «специалиста» или «магистра» не должно существенно влиять на качество инженерной подготовки, однако это не совсем так. Отчасти это обусловлено различиями восприятия, в первую очередь, у обучающихся, которые часто считают, что запись в дипломе «специалист» – это гораздо привлекательнее, чем «инженер». За годы низкого престижа высшего технического образования слово «инженер» для многих абитуриентов утратило привлекательность. Для восстановления положительного имиджа инженерно-технического образования у обучающихся необходимо в разных дисциплинах учебного плана, начиная с инженерной графики и до специальных дисциплин, тянуть «красную нить инженерной подготовки». Инженерная подготовка понимается в контексте «конструирование – проектирование – исследования – программирование» и как область строительной деятельности (в том числе, защита освоенных для градостроительства земель от опасных процессов природного и техногенного происхождения), и как разработка и эксплуатация специальной техники, и как военно-инженерная составляющая обучения – тактическая подготовка инженерного обеспечения (оборудования и методов) современного боя – с противником или с опасными факторами ЧС.

В последние годы выявилась необходимость ориентирования обучающихся на инженерную деятельность и «доучивания» в вузе курсантов и студентов, совершенно незнакомых с основами создания и чтения технических чертежей, применения языков программирования для решения технических задач, часто имеющих невысокий уровень подготовки по «точным наукам» и определенные затруднения в применении полученных теоретических знаний для решения практических задач. Это требует и формирования навыков работы с нормативной документацией.

Применительно в Уральском институте ГПС МЧС России в определенном смысле дисциплину «Техническое регулирование в области пожарной безопасности» (далее ТРПБ) можно рассматривать как замочный камень в арочной конструкции инженерной грамотности выпускников. Как показывает опыт, имеются определенные трудности изучения и восприятия ТРПБ обучающимися. Это обусловлено «многокомпонентностью» современного технического регулирования: дисциплина состоит из трех существенно отличающихся частей: *метрология*, собственно *техническое регулирование и стандартизация* (с современным подходом к обеспечению ПБ) и *оценка соответствия*, включающая виды оценки, содержащиеся в Техническом регламенте о требованиях пожарной безопасности [3], а также лицензирование, достаточно широко применяемое для работ и услуг в области ПБ.

Рассмотрим проблемы, которые возникают в процессе изучения дисциплины в плане формирования технических компетенций и использования уже приобретенных знаний. Дисциплина изучается на третьем курсе, и часто (во время проведения практических занятий по решению основных практических задач по выбору средств измерений, определению оптимального количества измерений, методики и записи результата измерений технических параметров) выясняются проблемы отсутствия первичных навыков инженерного мышления, обусловленные современной школьной подготовкой, ориентированной более на запоминание для успешной сдачи ЕГЭ, чем на соображение. Например, на практических занятиях имеем:

- ужас при необходимости использования вероятностного подхода для оценки случайной погрешности;
- отсутствие навыков быстрого счета и оценки приемлемости полученного результата (то, что среднее арифметическое значение измеряемой величины больше максимального значения или погрешность превышает полученный результат, не смущает, если «считали по правилам»);
- ориентация на решение повторяющихся «один в один» задач и затруднения при построении общих алгоритмов действий (например, при решении задачи на косвенные измерения проводится расчет с использованием закона Ома, а перенести опыт на расчет площади или периметра прямоугольника по результатам измерения сторон для многих обучающихся оказывается сложным);
- неумение оценивать достоверность и своевременность (актуальность) информации, добытой из интернета, что касается правовых документов, подзаконных актов, нормативных документов по стандартизации.

Эти умения и навыки, важные для инженерной деятельности, формируются в процессе изучения ТРПБ и способствуют более осознанному изучению специальных дисциплин. Попутно прививаются навыки выбора средств измерений по классу точности и использования технической информации для оценки систематической составляющей неопределенности результата измерений, нормативных технических документов для решения конкретных задач организации измерений, проектирования систем обеспечения ПБ, их эксплуатации и оценки их соответствия установленным требованиям.

Условиями освоения дисциплины обучающимися по программам бакалавриата и специалитета являются:

- разбор и самостоятельное решение задач с разными формулировками, примеров, конкретных ситуаций с позиционированием обучающихся как руководителей решения измерительных задач и задач по оценке соответствия объектов требованиям ПБ;
- постоянное обновление правовой и нормативной базы занятий по дисциплине и привитие навыков «правильного поиска» необходимой информации для решения задач;
- получение навыков работы с документами для поиска организационных и технических решений в области технического регулирования;

- рассмотрение вопросов организации работы по выбору СИ, регистрации и записи результатов, организации сертификации и декларирования соответствия продукции с самостоятельной разработкой алгоритмов деятельности по лицензированию, аккредитации, подтверждению соответствия требованиям технических регламентов с области обеспечения ПБ.

В итоге обучающиеся представляют структуру Технического регламента о требованиях пожарной безопасности [3], ориентируются в действующем перечне сопровождающих его нормативных документов по стандартизации (стандартов и сводов правил).

Будущие специалисты по ПБ, имеют представление, на какие виды пожароопасной и пожарно-технической продукции следует требовать документы об обязательном подтверждении соответствия техническому регламенту [3] или техническому регламенту ТР ЕАЭС 043/2017 [4], действие которого распространяется на средства обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения. Эти вопросы разбираются на практических примерах при постоянном обновлении нормативной базы в дисциплине ТРПБ.

Неотъемлемой частью инженерной деятельности является умение организовать измерения, испытания, адекватно воспринимать и представлять в отчетах их результаты, а также знание способов оценки соответствия объектов – и продукции, и услуг (работ) в области обеспечения ПБ, и организаций в целом – установленных на законодательном уровне в Российской Федерации.

Компетенция постоянного обновления знаний, интерес к знакомству и использованию новых технических решений и их представлению в нормативной документации, владение навыками принятия альтернативных решений на этапах проектирования и оценки соответствия объектов установленным требованиям пожарной безопасности формируются в процессе обучения специалистов разного уровня подготовки на кафедре общетехнического и профилактического направления и отражаются в дисциплине ТРПБ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 11.10.2021 № 696н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист по пожарной профилактике».

2. Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации: утв. Постановлением Правительства РФ от 16 сентября 2020 г. № 1479 (с изм. на 24.10.2022).

3. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон Российской Федерации от 22.07.2008 № 123-ФЗ (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023).

4. Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043/2017) от 23.06.2017 г. № 40.

УДК 699.812.3

А. И. Конькова, С. Н. Наконечный
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

В данной работе представлены результаты испытаний по изучению поведения теплоизоляционных материалов при термическом воздействии посредством определения показателей свойств пожарной опасности теплоизоляционных материалов с использованием стандартных методик испытаний.

Ключевые слова: пожарная опасность, теплоизоляционный материал, термическое воздействие.

A. I. Konkova, S. N. Nakonechnyy

STUDYING THE BEHAVIOR OF THERMAL INSULATION MATERIALS UNDER THERMAL INFLUENCE

This paper presents the results of tests to study the behavior of thermal insulation materials under thermal influence by determining the fire hazard properties of thermal insulation materials using standard test methods.

Key words: fire hazard, thermal insulation material, thermal impact.

Теплоизоляционными называются строительные материалы, которые имеют плотность (среднюю или насыпную) в сухом состоянии (ρ) не более 500 кг/м³ и малую теплопроводность — не более 0,175 Вт/(м·К) и применяются для изоляции строительных конструкций зданий и сооружений, тепловых и холодильных установок и трубопроводов.

В продолжении работы [1] было изучено поведение натуральных, искусственных и синтетических теплоизоляционных материалов при термическом воздействии. В качестве исследуемых образцов материалов были взяты образцы камышита, фибролита и полиуретана.

В соответствии с перечнем показателей, необходимых для оценки пожарной опасности строительных материалов, определяемым по табл. 27 приложения к [2], у теплоизоляционных материалов определяются показатели групп горючести, воспламеняемости, дымообразующей способности и токсичности продуктов горения (за исключением показателей группы распространения пламени по поверхности).

Результаты испытаний образцов фибролита, камышита и полиуретана с применением стандартных методик определения показателей свойств пожарной опасности строительных материалов [3–5] представлены в таблице.

© Конькова А. И., Наконечный С. Н., 2023

В ходе наблюдения за изменением состояния поверхности образцов фибролита, камышита и полиуретана в процессе экспериментальных испытаний было обнаружено, что при воздействии высоких температур на образцы происходило интенсивное обугливание поверхности рассматриваемых образцов, образовывались трещины в поверхностном слое и происходило воспламенение выделяющихся продуктов термического разложения (рисунок).

Все образцы проходили стадию терморазложения с выделением тепловой энергии и дыма.

Таблица. **Характеристики свойств пожарной опасности образцов фибролита, камышита и полиуретана**

Группы свойств пожарной опасности	**Образцы фибролита (коэффициент теплопроводности *0,063* Вт/мК)**	**Образцы камышита (коэффициент теплопроводности *0,072* Вт/мК)**	**Образцы полиуретана (коэффициент теплопроводности *0,028* Вт/мК)**
Горючесть	Г1	Г3	Г3
Воспламеняемость	В1	В3	В3
Дымообразующая способность	Д1	Д3	Д3
Токсичность продуктов горения	Т1	Т2	Т3

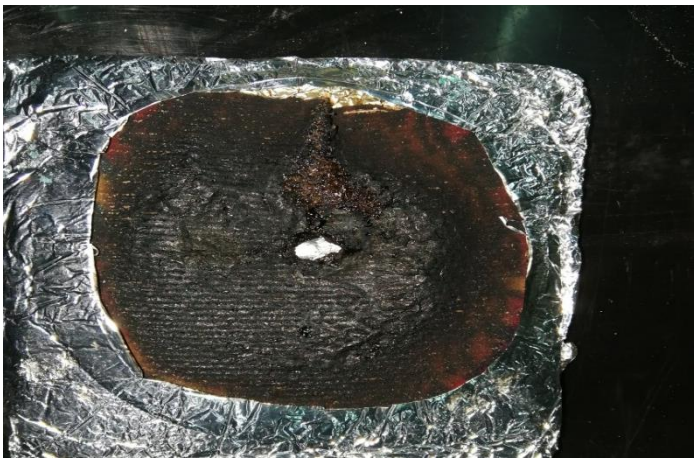


Рисунок. Образец полиуретана после испытаний

Как видно по полученным данным (таблица), образцы фибролита обладают низкими показателями свойств пожарной опасности по сравнению с натуральным материалом (камышитом) и синтетическим (полиуретаном), что связано с применением минеральных связующих компонентов фибролита. При этом коэффициент теплопроводности полиуретана существенно ниже натуральных аналогов (фибролита и камышита), что делает его эффективным теп-

лоизоляционным материалом. Но следует иметь ввиду высокую дымообразующую способность при горении полиуретана – при наличии постоянного источника зажигания выделяется большое количество дыма, снижающего видимость. Стоит отметить и наличие токсичных продуктов горения при термическом разложении полиуретана, среди которых не только монооксид и диоксид углерода, но и более опасные компоненты (окись азота, цианистый водород (синильная кислота), изоцианиды), смертельным образом воздействующие на организм человека и животных.

Таким образом, в ходе проведенных испытаний теплоизоляционных материалов, было выявлено:

1) при более низком коэффициенте теплопроводности полиуретана (что показывает его преимущество в теплопроводности), образцы натуральных теплоизоляционных материалов (камышита и фибролита) обладают в сравнении с полиуретаном более низкими показателями свойств пожарной опасности.

2) по окончанию испытаний наблюдалась термическая деструкция всех выбранных образцов органических теплоизоляционных материалов – натурального камышита, искусственного фибролита и синтетического полиуретана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хахалин П.Н., Наконечный С.Н. Изменение физико-механических свойств натуральных теплоизоляционных утеплителей под огневым воздействием // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-й годовщине образования гражданской обороны, 24 ноября 2022 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – 868 с. ISBN 978-5-907353-65-71.

2. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

3. ГОСТ 30244-94 «Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть».

4. ГОСТ 30402-96 «Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость».

5. ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».

УДК 614.841.411:667.637

А. А. Кочетова, С. А. Шабунин, И. Ю. Шарабанова, А. Л. Никифоров
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ ДРЕВЕСИНЫ

Представлен обзор современных строительных материалов на основе производных древесины. Проведена оценка показателей пожароопасности данных материалов. Сформулированы проблемные вопросы в области разработки методов оценки пожарной опасности.

Ключевые слова: древесина, строительные материалы, жилые постройки, пожарная опас ность.

A. A. Kochetova, S. A. Shabunin, I. Ju. Sharabanova, A. L. Nikiforov

REVIEW OF MODERN CONSTRUCTION MATERIALS BASED ON WOOD DERIVATIVES

A review of modern building materials based on wood derivatives is presented. The fire hazard indicators of these materials were assessed. Problematic issues in the field of development of fire hazard assessment methods are formulated.

Key words: wood, building materials, residential buildings, fire hazard.

Строительство жилых зданий в Российской Федерации в настоящее время развивается бурными темпами. При этом в строительной сфере набирает популярность использования в качестве конструкционного материала древесины и ее производных. Данный вопрос в настоящее время решается и на государственном уровне. Так, на совещании при Президенте РФ по вопросам развития строительной отрасли и по развитию лесопромышленного комплекса в 2023 году было принято решение начать использовать малоэтажные деревянные дома для расселения аварийного жилья. Деревянное домостроение актуально для возведения фельдшерско-акушерских пунктов, почтовых отделений, библиотек. Также в настоящее время прорабатывается вопрос подготовки нормативной документации, которая позволит строительство деревянных высотных жилых домов. В настоящее время в России уже готова конструктивная база для строительства индивидуальных четырехэтажных жилых домов. Таким образом, рассмотрение свойств строительных материалов на основе производных древесины является актуальным и своевременным.

Строительные материалы из дерева изготавливаются из древесной стружки, цельного деревянного полотна или волокон различной формы, которые склеивают или прессуют в листы. Существует множество видов таких материа-

© Кочетова А. А., Шабунин С. А., Шарабанова И. Ю., Никифоров А. Л., 2023

лов, которые широко знакомы простому обывателю: древесный массив, слоеный шпон, фанера, древесно-стружечная плита, древесно-волокнистая плита, плита с ориентированным направлением стружки. Данные материалы относятся к группе сгораемых материалов.

За последние годы были разработаны технологии по комплексному использованию древесных отходов (опила, станочной стружки, дробленки и т. д.). Были разработаны и поставлены на производство следующие технологии: мягкие древесно-волокнистые плиты, пьезотермопластики, лигноуглеводные древесные пластики, арболит, фибролит, опилкобетон. Пожароопасные свойства данных материалов изучены в меньшей степени, чем древесностружечных и древесноволокнистых плит.

В России специализированные научные лаборатории создают инновационные композиционные материалы на основе древесины, в которых используются древесные частицы. Такие разработки позволяют решать вопросы утилизации отходов, защиты окружающей среды от загрязнения. Для улучшения свойств древесины ее модифицируют с целью придания заданных свойств, улучшения ее физико-механических свойств. Использование в составе древесины огнезащитных добавок, минеральных наполнителей позволяет переводить строительные материалы в группу трудносгораемых. Например, древесно-стружечная плита плотностью 774 кг/м^3 относится к сгораемому материалу, а древесно-стружечная плита с керамзитовой пылью или с вермикулитом уже является трудносгораемой.

Ранее в Испытательном центре Санкт-Петербургского филиала ФГУ ВНИИПО МЧС России проводили испытания на пожарную опасность древесностружечных и древесноволокнистых плит в зависимости от наличия и количества модифицирующих огнезащитных компонентов. Горючесть таких материалов варьировалась в пределах Г1-Г4, дымообразующая способность Д2-Д3, токсичность Т2-Т3, воспламеняемость В2-В3. Для выше указанных материалов также проводились испытания по определению средней скорости распространения пламени на установке «Туннельная печь» [1].

Также древесные строительные материалы модифицируют и для других целей. Обратимся к композиционным материалам, разработанным в России. Композиционный материал «Фанотрен» – рентгенозащитная фанера, которая может быть использована в строительстве и отделки помещений с повышенным радиационным фоном, в элементах мебели и защитных экранах, ширмах и т.д. Для изготовления данного материала применялись шпон березовый лущеный (ГОСТ 99-86), сульфат бария $BaSO_4$ (ГОСТ 3158-75), связующие на основе поливинилацетатного клея (DIN EN 204), синтепон термоскрепленный (ТУ 63.5788957 ОП 16-90). При этом изучались только физико-механические свойства. Какие-либо показатели пожарной опасности не были представлены.

Также разработан теплоизоляционный материал для каркасного домостроения на основе мелких древесных отходов и силикатных вяжущих, который возможно использовать в ограждающих конструкциях. Данный материал, как считают разработчики, является более огнестойким, чем обычная древесина.

Древесину мягколиственных пород модифицируют путем пропитки полимерными пропитывающими составами, что может приводить к повышению ее пожарной опасности. Такие материалы могут использоваться для изготовления паркетов. Также в работах по конструкции данных материалов не уделялось проблематике их пожарной безопасности.

В России применение в строительстве таких инновационных материалов как термомодифицированная древесина является новым направлением. Хотя в европейских странах такие материалы уже широко используются и представляют научный интерес. Термически обработанная древесина может использоваться для наружной отделки зданий, внутренней отделки помещений, изготовления малых архитектурных форм, садово-парковых конструкций, изготовления клееных щитов, конструкционных компонентов, в производстве мостиков и причалов, в отделке саун и ванных комнат, для изготовления мебели, половых покрытий [2]. При этом не уделяется должного внимания их пожарной опасности.

В настоящее время в России для малоэтажного строительства, как жилых домов, так и построек хозяйственного назначения, в качестве строительного материала древесного происхождения стала популярным ориентированностружечная плита (ОСП) (OSB – Orient Strand Board). Основным компонентом ОСП является древесная щепа, которую обрабатывают клеевой смесью и укладывают в три слоя: два наружных слоя имею параллельное направление, а внутренний слой направлен перпендикулярно. После этого материал подвергается термической обработки для высыхания клеевого состава. Подобная крестообразная структура делает данный строительный материал особо прочным и качественным. ОСП соответствуют международным стандартам EN 300, ГОСТ 10632-89, а также имеет сертификаты многих стран мира. ОСП имеет ряд положительных технических характеристик: сравнительно высокая прочность, гибкость, легкость, высокие тепло- и звукоизоляционные свойства, простота обработки данного материала.

В то же время ОСП обладают высокой пожарной опасностью. Объекты, построенные из таких материалов, могут легко воспламеняться и распространять горение. В настоящее время, например, сотрудниками Академии ГПС МЧС России проводятся исследования с целью определения характеристик тепловыделения при беспламенном и пламенном горении ОСП. Также сотрудниками Академии разработаны полимерные пенокомпозитов для снижения пожарной опасности ОСП.

Еще одним инновационным подходом к строительству жилых зданий из древесины является использование CLT-панелей (Cross Laminated Timber),

CLT-панели по-другому также называются как X-Lam, и LVL-бруса (Laminated Veneer Lumber). В основе данной технологии лежит послойное склеивание ламелей или шпона древесины друг с другом и их скрепление с помощью большого давления пресса. Таким образом, возникает возможность получить не только полноценные стеновые панели, панели перекрытий и различного рода другие панели, но и фермы, балки и брусья, которые полностью выполнены из древесины. LVL-брус – конструкционная балка из шпона, являющаяся композитным материалом, не подвержена деформации, устойчива к химической агрессии. Размер балок из LVL-бруса может достигать до 36 метров. Поэтому такие материалы нашли свое широкое распространение в высотном строительстве, особенно в европейских странах. В России схожие современные технологии строительства из древесины также набирают популярность, но пока только в малоэтажном строительстве. Относительно пожарной опасности конструкций из CLT-панелей есть следующая информация. В Норвегии (городе Берген) существует 14-ти этажное жилое здание «Treet». Здание полностью выполнено из деревянных конструкций, из древесины в том числе состоят все ограждающие и несущие конструкции. Согласно проекту, вертикальные фермы, колонны, лифтовые шахты, стены и перекрытия, а также лестница и лестничные площадки выполнены из клееных современных деревянных конструкций - LVL-брус и CLT-панели. Отмечено, что пределы огнестойкости данных конструкций довольно значительные и составляют для основной несущей фермы R90 (90 минут), а для вторичной (CLT-панелей) R60 (60 минут) [3].

В России, стране богатой своими лесными ресурсами, открываются большие перспективы строительства жилых зданий из древесных материалов, поэтому оценка их пожарной опасности и разработка новых методов ее исследования является острой и актуальной проблемой для пожарно-технических специалистов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чешко И.Д., Плотников В.Г. Анализ экспертных версий возникновения пожара. В 2-х книгах. СПбФ ФГУ ВНИИПО МЧС России, Кн.1 - Санкт-Петербург: ООО «Типография «Береста», 2010. 708 с.

2. Ветошкин Ю.И., Яцун И.В., Коцюба И.В. Эксплуатационные свойства материалов на основе древесины. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2018. 100 с.

3. Malo K. A., Abrahamsen R. B., Bjertns M. A. Some structural design issues of the 14-storey timber framed building «Treet» in Norway. Europe Journal of Wood and Wood Production. 2016. Vol. 74. Iss. 3. P. 407-424.

УДК 614.842.42

О. В. Кочнов, М. А. Колбашов, Е. М. Староверкина, И. Д. Власов, Н. А. Борисов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ В СИСТЕМАХ ОПОВЕЩЕНИЯ О ПОЖАРЕ И ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

В работе сделана попытка. акцентировать внимание на потребность к более качественному изучению основных частей, касающихся специфики использования громкоговорителей, как завершающих элементов систем оповещения о пожаре и ЧС.

Ключевые слова: системы оповещения; акустические модули; пожарные оповещатели; громкоговорители; разборчивость речи; диаграмма направленности; акустические расчеты; автоматизированные средства расчета.

O. V. Kochnov, M. A. Kolbashov, E. M. Staroverkina, I. D. Vlasov, N. A. Borisov

PECULIARITIES OF APPLICATION OF ACOUSTIC MODULES IN FIRE ALARM SYSTEMS AND EMERGENCY SITUATIONS

In the paper an attempt is made. to emphasize the need for a better study of the main parts concerning the specifics of the use of loudspeakers as the final elements of fire and emergency warning systems.

Key words: notification systems; acoustic modules; fire sirens; loudspeakers; speech intelligibility; directional diagram; acoustic calculations; automated calculation tools.

Применение современных технических средств для обеспечения пожарной безопасности объектов различного назначения на сегодняшнем этапе развития науки и техники получило массовое распространение. К таким техническим системам относятся автоматические системы пожарной сигнализации, оповещения, пожаротушения и т.д. Основная задача технической системы пожарной безопасности - это своевременное оповещение и организация эвакуации людей с объекта, что невозможно без правильно организованной и функционирующей системы оповещения.

Цель данной работы акцентировать внимание на обязательности более подробного осведомления основных аспектов, которые относятся к специфике использования акустических модулей (именуемых громкоговорителями), как заключительных элементов систем оповещения о пожаре и ЧС.

© Кочнов О. В., Колбашов М. А., Староверкина Е. М., Власов И. Д., Борисов Н. А., 2023

Для обучения специалистов в области проектирования, разработки, эксплуатации и технического обслуживания систем оповещения на базе Воронежского института-филиала Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России была создана и внедрена в учебный процесс лаборатория – «Системы экстренного оповещения и проводной связи». В лаборатории имеются современные цифро-аналоговые системы оповещения и связи, предназначенные для доведения речевой и звуковой информации, связанной с пожаром или иными чрезвычайными ситуациями (ЧС) до людей и соответствующих оперативных служб.

В реалиях, у большего количества проектировщиков отсутствует четкое представление о методике решения электроакустических расчетов на незакрытых площадках, однако, данный расчет необходим, что сказано массовым внедрением СОУЭ, систем оповещения людей при ЧС, систем оповещения на различном виде транспорта. Расчет акустики на открытых территориях имеет смысловую нагрузку как для объектовых систем оповещения (ОСО) и локальных систем оповещения (ЛСО), так и для систем оповещения и управления эвакуацией людей (СОУЭ) [1]. В соответствии с актуальными нормативными актами СОУЭ должны оповещать, как внутреннюю часть контролируемого здания, так и внешнюю, прилегающую к нему территорию. В области транспорта системы оповещения охватывают широчайший спектр задач, которые связаны с оповещением людей на ж/д платформах, автовокзалах, вокзалах, метрополитенах, привокзальных площадках. Озвучивание внешних территорий имеет смысловую нагрузку при разработке системы оповещения (СО) на автозаправочных станциях, зонах отдыха, , в парках, выставочных территориях, и мн. др. Однако главной, и максимально ответственной задачей является громкое оповещение потенциально опасных объектов и территорий, которые прилегают к ним. В решении каждой из вышеперечисленных задач используются системы речевого оповещения, при проектировании которых необходимо проведение электроакустического расчета, основной задачей которого является предоставления:

- нормативного уровня звукового давления;
- минимально-требуемого качества – ясной речевой информации.

Во время выполнения этих требований стоит помнить про оптимизацию технических средств, которые нужны для их осуществления.

Касаемо второго требования, раньше оно не конкретизировалось, предусматривалось. Таким образом, в своде правил на разработку СОУЭ:

Количество звуковых и речевых пожарных оповещателей, их расстановка и мощность должны обеспечивать уровень звука во всех местах постоянного или временного пребывания людей в соответствии с нормами настоящего свода правил. Звуковые сигналы СОУЭ должны обеспечивать общий уровень звука (уровень звука постоянного шума вместе со всеми сигналами, производимыми оповещателями) не менее 75 дБА на расстоянии 3 м от оповещателя, но не более 120 дБА в любой точке защищаемого помещения. Установка громкоговорителей и других речевых оповещателей в контролируемых помещениях не

должна создавать концентрацию и неравномерное распределение отраженного звука. Громкоговорители необходимо монтировать так, чтобы в каждой точке защищаемого объекта, где должно производиться оповещение людей о пожаре, речевая информация от этих громкоговорителей была разборчива.

А вот в требованиях к системам оповещения, применяемым в области транспорта, присутствует количественная характеристика речевой разборчивости.

Главные требования включают две меры: количественную и качественную, которые взаимосвязаны друг с другом, так как приоритетным критерием разборчивости определяется такая оценка, как отношение Сигнал/Шум, где в качестве сигнала служит уровень звукового давления в расчетной точке (РТ), точная информация которого в основном и поясняет коэффициент речевой разборчивости, исходя из этого, качество полученной информации — четкость и досягаемость.

Но также важной, в данном роде, является и чёткое определение величины уровня шума. Практические измерения, произведенные в городе (в условиях большого количества зданий и сооружений) показали только неполное соответствие, а определенных ситуациях и полное несоответствие выводам, которые были получены при произведении расчетов в соответствии с существующими методиками.

Фрагментарного устранения несоответствий возможно добиться применением методов, указанных в строительных нормах и правилах, но и этот источник, как выяснилось на практике, необходимо адаптировать. Логично было бы думать, что для решения проблем достаточно просто следовать существующим нормативным документам, например, своду правил или государственному стандарту, которые следует применять как методику определения требуемого уровня звукового давления после его перемещения на открытой площади. Однако, для решения большей части практических задач, использование данного стандарта достаточно затруднительно. Так, в нем абсолютно отсутствует определение специфики использования речевого оповещателя, в госстандарте - оконечного технического устройства оповещения.

26 сентября 2018 года в рамках IX Всероссийской научно-практической конференции курсантов, слушателей, студентов и молодых ученых с международным участием "Пожарная безопасность: проблемы и перспективы", сотрудники группы компаний ESCORT совместно с преподавателями и студентами кафедры пожарной и аварийно-спасательной техники, осуществили проведение испытаний оборудования на открытой площадке, в целях измерения характеристик направленности рупорных громкоговорителей и учета отражающих и поглощающих факторов, которые оказывают влияние на распространение звуковой энергии на открытом воздухе [7].

На рис. 1 приведена зависимость между слоговой S и словесной W разборчивостью.

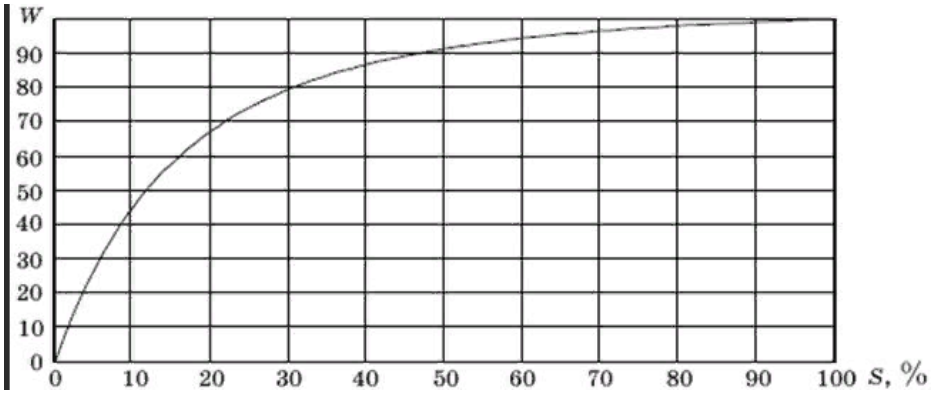


Рис. 1. Зависимость между слоговой S и словесной W разборчивостью

В постановлении правительства РФ от 26 сентября 2016 г. № 969. приведены основные требования к достоверности воспроизводимой речевой информации, конкретные значения слоговой и словесной разборчивости.

Практические измерения, которые были проведены в условиях плотной застроенности, дают подтверждение факта существенного недостатка приводимых резутатах. Так, единственно требуемых значениях уровня шума для уличных территорий - 55 дБА. Между тем, программа звукофикации больших городов предполагает речевое сопровождение улиц (например, Москвы), проходящих вдоль шоссе. Проведенные измерения показали, что на улицах, находящихся рядом с автострадами, средний показатель шума в час пик по госстандарту в течение 4-х часов определяется в величину 75-80 дБА. А элементарные расчеты говорят о том, что разница в 20 дБА приводит слоговую разборчивость до отметки "плохая".

Результаты расчетов речевой и слоговой разборчивости приведены на рис. 2.

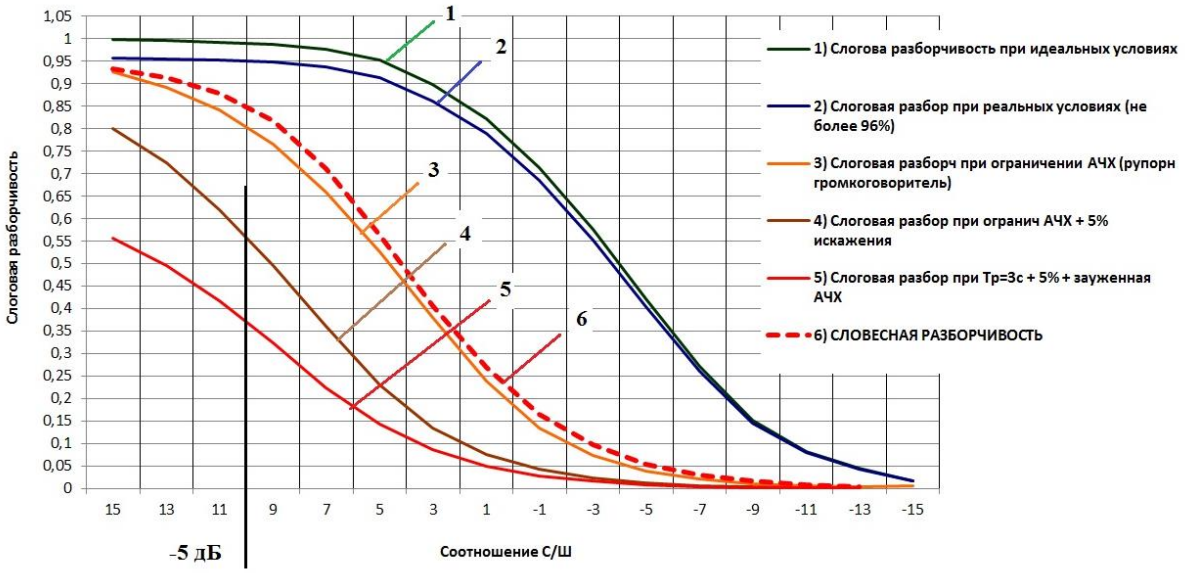


Рис. 2. Слоговая разборчивость для различных критериев качества звукового тракта и условий измерения

Рассмотрим основные особенности применения рупорных громкоговорителей (акустических модулей) в технических системах обеспечения пожарной безопасности.

Рупорный громкоговоритель - техническое устройство, массово используемое в целях озвучивания внешних территорий. Основные достоинства:

- высокая эффективность;
- высокая надежность (прочность);
- климатическое исполнение (не ниже IP-54);
- морозостойкость.

Недостатками рупорного громкоговорителя являются:

- зауженная амплитудно-частотная характеристика;
- зауженная диаграмма направленности (ДН).

Тем не менее, даже недостатки при правильном проектировании можно превратить в преимущества. Например, при грамотной расстановке рупорных громкоговорителей зауженная ДН становится сильным инструментом, который дает возможность формирования акустического дизайна.

Высокая эффективность объясняется конструктивными преимуществами рупорного громкоговорителя, где рупор служит в качестве согласующего элемента между драйвером (излучателем) и окружающей средой. Драйвер - электромагнитная катушка, которая жестко связана с рупором и преобразующая электрический сигнал в звуковую энергию, поступающую и дополнительно усиливаемую в рупоре. Усиление звуковой энергии производится благодаря специальной геометрической форме, которая обеспечивает высокую концентрацию звуковой энергии внутри рупора. Работа в конструкции рупора дополнительного концентрического канала дает возможность существенного уменьшения его размеров при условии сохранения качественных характеристик. Рупорный громкоговоритель функционирует по следующему алгоритму: электрический звуковой сигнал поступает на вход компрессионного драйвера, преобразующий его в акустический сигнал в итоге. Экспоненциальная форма рупора создает высокое звуковое давление. Драйвер исполнен в виде жесткой металлической диафрагмы, которая приводится в процесс движения звуковой катушкой, намотанной на цилиндрический или кольцевой магнит. Звук в данной системе, проходя через концентрический канал, распространяется от драйвера, экспоненциально усиливается в рупоре, после этого поступает на выход.

Перечислим наиболее необходимые характеристики громкоговорителей, которые используются в системах оповещения и речевой трансляции:

- P_0, дБ – чувствительность громкоговорителя, уровень звукового давления, развиваемого громкоговорителем на рабочей оси на расстоянии 1 м, от раскрыва, при подведении к нему мощности 1 Вт;
- $P_{ВТ}$, Вт – паспортная мощность громкоговорителя, максимально не искажаемая мощность, воспроизводимая громкоговорителем;
- ШДН – ширина диаграммы направленности, громкоговорителя приводимая в градусах;

- Эффективно воспроизводимый диапазон частот - частотный диапазон, в пределах которого звуковое давление снижается не более чем на конкретную величину, называемую неравномерностью амплитудно-частотной характеристики АЧХ (и указываемую в паспорте);

Неравномерность АЧХ - разница между минимальным и максимальным давлением в указанном диапазоне частот.

Если знать чувствительность и указанную паспортную мощность данного громкоговорителя можно рассчитать какое звуковое давление, которое развивает громкоговоритель при подведении к нему заданной мощности: Зависимость конкретной величины от частоты именуется частотной характеристикой звукового давления (ЧХЗД), в сокращенном виде АЧХ.

Наличие идеализированных диаграмм направленности полученных в [2], позволяет создать автоматизированные программные средства для выполнения акустических расчетов на открытых территориях согласно межгосударственному стандарту ГОСТ 31295.2-2005.

Для получения точного результата, расчет необходимо выполнять в дБА, для чего требуется информация (данные) по всем октавным частотам в требуемых диапазонах — 500–3500 Гц согласно ГОСТ 31295.2-2005 и 250–5000.

Рассмотрим определения из нормативно-технической документации (ГОСТ 31295.2-2005):

Характеристика направленности - зависимость звукового давления, которое развивает громкоговоритель на частоте или же в полосе конкретных частот со среднегеометрической частотой в точке свободного поля, которая находится на некоторой дистанции от рабочего центра, от угла между рабочей осью и направлением на данную точку.

И большинство производителей на самом деле представляют характеристику направленности, как требуется, в полярных координатах, однако способ дальнейшей работы с такой характеристикой не совсем понятен. Проблему осложняет другая характеристика, которая сопряжена с данной:

Коэффициент осевой концентрации - отношение квадрата звукового давления, которое развивает громкоговоритель и которое было измерено на частоте, или ,например, в полосе частот со среднегеометрической частотой в условиях свободного поля на рабочей оси на некоторой дистанции от рабочего центра громкоговорителя, к среднему по сфере, в центре которой находится громкоговоритель, квадрату звукового давления, который измеряется при таких же условиях и на такой же дистанции относительно рабочего центра.

Сложность применения таких определений состоит в невозможности их массового практического применения. Так, уровень звукового давления, который учитывает характеристики направленности исходного источника (расчет уровня звукового давления в определенном направлении), с учётом любой справочной литературе по данному направлению, пропорционален логарифму от произведения коэффициента осевой концентрации и характеристики направленности. Однако в реалиях этот факт не находит подтверждения. Множество

измерений показывают, что данные направленности в реальных условиях не только притупляется (чего от нас требует операция логарифмирования), но в другом случае может обостряться, что обуславливает необходимость дополнительных изысканий. Для практического применения в целях расчета звукового давления в любой точке пространства, необходимо использовать альтернативный метод, который мы предлагаем. Так, например, достаточно удобным в целях практического применения является такой параметр ширина диаграммы направленности - ШДН. В мировой практике (IEC 268-5-2000) данный параметр называется coverage angle — угол покрытия, нередко называемый beamwidth (-6dB) — ширина луча при снижении на -6дБ. Такой параметр можно интерпретировать как угол, в пределах которого звуковое давление уменьшается в пределах 6дБ, относительно рабочей оси. Параметр ШДН давно и часто применяется на практике при расстановке громкоговорителей в помещении.

Между прочим, как мы не раз упоминали, самым проблематичный вопрос остается о точном определении и указании в ГОСТах фундаментальной для расчетов значений, как уровень звука, без которого нельзя добиться точности в расчётах.

На сегодняшний день мы имеем все необходимые данные для того, чтобы, удовлетворяя нормативным требованиям создать автоматизированные средства обеспечивающие точный расчет уровней звукового давления на открытых площадках, в том числе в условиях плотной городской застройки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочнов О.В., Мальцев А.В., Кочегаров А.В., Мальцев А.С. Специфика проектирования систем оповещения // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России (Современные проблемы гражданской защиты). № 1 (26). 2018. С. 64-71.

2. Кочнов О.В., Кочегаров А.В., Мальцев А.В., Мальцев А.С. Результаты испытаний рупорных громкоговорителей ROXTON // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России (Современные проблемы гражданской защиты). № 3 (28). 2018. С. 27-30.

3. Колбашов М.А., Десницкий А.А., Вдовин О.В. Современное состояние организации оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре на объектах защиты // Современные наукоемкие технологии. Том 62 № 2 (2020) С. 109-113.

УДК 666.76

Ю. П. Красноперова
Казанский национальный исследовательский технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ — ВАЖНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И РАЗРАБОТКИ СОВРЕМЕННОГО ОГНЕСТОЙКОГО ТЕКСТИЛЯ

Применение наноматериалов и нанотехнологий в сфере пожарной безопасности. Разработка огнестойких текстильных материалов с использованием наночастиц. Методы создания огнестойких тканей для использования в целях пожарной безопасности.

Ключевые слова: наноматериалы, нанотехнологии, пожарная безопасность, огнестойкость, текстиль.

Y. P. Krasnoperova

THE USE OF NANOMATERIALS IS AN IMPORTANT COMPONENT OF FIRE SAFETY AND THE DEVELOPMENT OF MODERN FIRE-RESISTANT TEXTILES

Application of nanomaterials and nanotechnologies in the field of fire safety. Development of flame-resistant textile materials using nanoparticles. Methods for creating fire-resistant fabrics for fire safety purposes.

Key words: nanomaterials, nanotechnology, fire safety, fire resistance, textiles.

Пожарная безопасность – значимый аспект для комфортной жизнедеятельности человечества. Применение наноматериалов и нанотехнологий в этой области может значительно улучшить предотвращение, обнаружение и тушение пожаров.

Современные наноматериалы — это материалы, которые намеренно разрабатываются на наноуровне, обычно размером от 1 до 100 нанометров. В этом масштабе материалы демонстрируют уникальные физические, химические и биологические свойства по сравнению с их объемными аналогами. Эти свойства делают наноматериалы весьма желательными для различных применений в таких областях, как электроника, медицина, энергетика, защита окружающей среды и т. д.

Огнестойкие нанопокрытия, нанокомпозитные материалы, наносенсеры, наноглины, нанокремнезем и др. – все перечисленные наноматериалы внесли значительный вклад в улучшение мер пожарной безопасности.

Огнестойкие нанопокрытия - наноматериалы, такие как оксиды металлов, углеродные нанотрубки и слоистые наноглины, могут быть включены в покры-

© Красноперова Ю. П., 2023

тия, чтобы сделать их огнестойкими. Эти нанопокрытия действуют как защитный барьер и сдерживают распространение огня, выделяя пламегасящие газы, разбавляя горючие газы и снижая скорость теплопередачи.

Включение наноматериалов в полимерные композиты также может повысить их огнестойкость. Например, к полимерам добавляются наночастицы, такие как слоистые наноглины или углеродные нанотрубки, чтобы улучшить их термическую стабильность, уменьшить воспламеняемость и увеличить образование угля во время горения.

Датчики на основе нанотехнологий открывают возможности для высокочувствительного и избирательного обнаружения пожара. Наносенсоры могут обнаруживать определенные газы, изменения температуры или другие индикаторы пожара, позволяя использовать системы раннего предупреждения. Углеродные нанотрубки, квантовые точки и наночастицы металлов являются примерами наноматериалов, используемых в датчиках обнаружения пожара.

Наноматериалы, такие как наночастицы диоксида олова или углеродные нанотрубки, могут повысить чувствительность и время отклика детекторов дыма. Эти материалы улучшают обнаружение частиц дыма, что приводит к более быстрому срабатыванию сигнализации и повышению пожарной безопасности.

Нанотехнологии также применяются для более эффективного пожаротушения. Например, наночастицы используются в средствах пожаротушения для улучшения скорости теплопередачи, лишения кислорода и общей эффективности пожаротушения. Сюда входят такие материалы, как наночастицы оксидов металлов, углеродные нанотрубки или графен.

Наноматериалы вводят в волокна или наносят в качестве покрытий для повышения огнестойкости текстиля. Нановолокна, например, изготовленные из неорганических материалов или огнестойких полимеров, демонстрируют улучшенную термическую стабильность и пониженную воспламеняемость. При включении в текстильные материалы нановолокна повышают огнестойкость, обеспечивая физический барьер для тепла и пламени, также образовывают защитный слой, который уменьшает поток воздуха, ограничивая поступление кислорода в пламя и замедляя горение.

Кроме того, наноматериалы используются при разработке огнестойких тканей, из которых в дальнейшем изготавливается защитная спецодежда пожарных. Благодаря наноглинам, нанокремнезему, нанокомпозитам и наноматериалам на основе оксидов металлов, фосфора и углерода текстильные материалы приобретают необходимые для пожарной безопасности качества.

Наноглины – слоистые глинистые минералы наноразмеров, такие как монтмориллонит и галлуазит. Наноглины можно диспергировать или наносить на ткани для повышения огнестойкости, образуя защитный барьер и уменьшая распространение тепла и пламени.

Нанокремнезем, также известный как наночастицы аморфного кремнезема, является широко используемым наноматериалом в огнестойких тканях. Нанокремнезем включается в ткани или наносится в качестве покрытия, обра-

зуя тонкий слой, обеспечивающий теплоизоляцию и препятствующий распространению огня.

Некоторые наночастицы оксидов металлов, такие как диоксид титана и оксид алюминия, усиливают огнезащитные свойства тканей. Эти наночастицы модифицируют на поверхности или диспергируют внутри волокон, чтобы обеспечить повышенную огнестойкость.

Наноматериалы, содержащие фосфор, такие как фосфорсодержащие полимеры, соединения на основе фосфора или наноразмерные фосфорные добавки, являются эффективными антипиренами в текстиле. Они могут прервать процесс горения и создать слои угля, которые действуют как барьер против пламени и тепла.

Углеродные нанотрубки (УНТ) и графен — наноматериалы на основе углерода, используемые для повышения огнестойкости тканей. Они улучшают огнестойкость, образуя защитный слой, уменьшая теплопередачу и способствуя образованию угля.

Нанокомпозиты — материалы, в которых нанонаполнители (например, упомянутые выше) сочетаются с полимерами или волокнами. Эти нанокомпозиты обладают синергетическими огнезащитными свойствами за счет объединения сильных сторон различных наноматериалов для создания комплексной огнестойкой ткани.

Все перечисленные наноматериалы можно добавлять различными методами, такими как смешивание, покрытие или пропитка.

Примерами тканей, в состав которых входят наноматериалы для обеспечения огнестойкости, являются: номекс, кевлар, огнестойкий хлопок, модакриловые смеси.

Номекс — ткань из арамидного волокна, которая по своей природе огнестойка. Он широко используется в защитной одежде для пожарных и промышленных рабочих.

Кевлар — еще одна ткань из арамидного волокна, обеспечивающая отличную огнестойкость. Он обычно используется в защитной одежде, гоночных костюмах и в военных целях.

Хлопок, обработанный пробаном. Пробан — это химическая обработка, при которой в хлопковые волокна добавляются огнезащитные соединения. Улучшает огнестойкие свойства ткани, не влияя на ее комфорт и воздухопроницаемость.

Модакриловые смеси: ткани, изготовленные из модакриловых волокон, смешанных с другими материалами, такими как хлопок или полиэстер, могут обеспечить повышенную огнестойкость, сохраняя при этом комфорт. Эти смеси используются в различных защитных одеждах.

Важно отметить, что конкретные наноматериалы и ткани, используемые для огнестойкого текстиля, различаются в зависимости от желаемого уровня огнестойкости, требований применения и отраслевых стандартов.

Таким образом, применение выше перечисленных наноматериалов является необходимостью в разработке современных огнестойких текстильных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлин Ю.А. Тепло-, термо- и огнестойкость полимерных материалов. / Ю.А. Михайлин. – Санкт-Петербург: Научные основы и технологии, 2011. – С. 416

2. Сабирзянова Р.Н., Красина И.В. Модификация текстильных материалов низкотемпературной плазмой пониженного давления / Р.Н. Сабирзянова, И.В. Красина // Вестник Казанского технологического университета. № 17. – 2012. – С.56.

3. Е.П. Лаврентьева. Сравнительный анализ свойств огнезащитных тканей различных способов производства // Швейная промышленность. – 2012. № 3. – С. 40-41.

УДК 662.19

Р. А. Крыев, Э. М. Исхаков, А. А. Ягофаров
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАЗРАБОТКЕ БРОНИРУЮЩИХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ПОЖАРОТУШАЩИХ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Отработана технология получения защитных покрытий на основе высокодисперсных алюмосиликатов, и их влияние на горение пиротехнических составов. Выявлены варианты рецептур составов бронирующих покрытий, параметры которых имеют максимальные значения эффективности защиты.

Ключевые слова: горение, бронирующие составы, пожаротушащие пиротехнические изделия, высокодисперсные алюмосиликаты

R. A. Kryev, E. M. Iskhakov, A. A. Yagofarov

RESEARCH ON THE DEVELOPMENT OF ARMOR COATINGS FOR FIRE EXTINGUISHING PYROTECHNIC PRODUCTS

The technology of obtaining protective coatings based on highly dispersed aluminosilicates, and their effect on combustion pyrotechnic compositions has been worked out. Variants of formulations of compositions of armor coatings, the parameters of which have the maximum values of protection effectiveness, have been identified.

Key words: combustion, armoring compounds, fire extinguishing pyrotechnic products, highly dispersed aluminosilicates

© Крыев Р. А., Исхаков Э. М., Ягофаров А. А., 2023

В настоящее время существует необходимость разработки бронирующих покрытий для пожаротушащих пиротехнических изделий, выдерживающих нагрев до 1000 ºС, что обусловлено тем, что при горении пиротехнических элементов достигаются высокие значения температур. Кроме этого бронирующие покрытия должны предотвращать переход горения из послойного, по торцу образца, в объемное, когда горит, в том числе и боковая поверхность пиротехнического элемента. Таким образом, разработка таких покрытий является актуальной задачей, так как это позволит улучшить эффективность и безопасность пожаротушащих составов. Однако, несмотря на несомненный интерес к защитным покрытиям, работ по исследованию и разработке бронирующих составов, непосредственно для пожаротушащих пиротехнических изделий, опубликовано, сравнительно мало.

В ходе изучения свойств различных веществ, использование которых в качестве составных элементов защитного покрытия наиболее вероятно, стало ясно, что их важнейшие характеристики должны удовлетворять следующим основным свойствам: огнеупорности, сопротивлению абляции, термической устойчивости. В связи с этим, в результате поиска компонентов, которые могли бы заменить используемые, имея при этом широкую сырьевую базу и невысокую стоимость производства, с нашей точки зрения, наиболее перспективным компонентом бронирующего покрытия является смесь высокодисперсных алюмосиликатов, которая является распространенным огнеупорным материалом. Указанный состав содержит SiO_2 до 50–60 %, и Al_2O_3 до 30–40 %, а также в незначительном количестве до 1–2 % оксиды K_2O, Fe_2O_3, CaO, TiO_2, MgO. Имеет довольно высокую огнеупорность, способен выдерживать температуры до1580–1850 ºС, нетоксичен и к тому же в силу своей распространенности, является крайне дешевым материалом [1].

Интересная особенность смеси высокодисперсных алюмосиликатов заключается в том, что вода на поверхности образует гидратные оболочки из молекул воды, что увеличивает ее связующие способности. И впоследствии, при сушке, прочность смеси увеличивается. В нашем исследовании были изучены характеристики бронирующего покрытия, получаемые из смеси высокодисперсных алюмосиликатов с добавлением жидкого натриевого стекла в качестве связующего. Целью работы являлось оценка возможности применения различных бронирующих (защитных) покрытий для огнетушащих аэрозолеобразующих пиротехнических составов.

Выбор материала осуществлялся в соответствии требованием создания покрытия с термической стойкостью до 1000 ºС. В связи с этим, после рассмотрения всевозможных термостойких, огнеупорных материалов и изучения различных литературных источников для дальнейшего исследования были отобраны:

- бронирующее покрытие на основе гипса марки Г-5 Б II ГОСТ 125-79 и водной дисперсии сополимеров акрилатов в качестве связующего [2];
- защитное покрытие на основе жидкого стекла и окиси железа III [3];

- предлагаемое покрытие на основе смеси высокодисперсных алюмосиликатов и жидкого стекла.

Экспериментальные характеристики оценивались по результатам испытаний образцов в виде пиротехнических шашек диаметром 19,6 мм, запрессованных глухим методом прессования при давлении 1000 кг/см^2, покрытых исследуемым защитным покрытием. Испытание образцов производили в камере сжигания. Воспламенение образцов осуществлялось с помощью электрического пистолета с нихромовой проволокой. Из характеристик оценивали: время горения, скорость горения, изменение температуры боковой поверхности с помощью термопары типа «К», выполненной на основе сплава хромеля и алюминия и физического состояния защитных оболочек во время горения (изменение формы, выгорание покрытия, сопротивление абляции).

Для исследований применялись следующие компоненты: смесь высокодисперсных алюмосиликатов, жидкое натриевое стекло, шашки из штатного аэрозолеобразующего пиротехнического состава [4], температура горения которого, согласно термодинамическому расчету по программе TERMO, составляет порядка 1186 ºС.

Компоненты бронирующего покрытия смешивались до консистенций, позволяющих их наносить на боковую и торцевую поверхности пиротехнического изделия, при помощи кисти, либо однократным окунанием. Полученную смесь бронирующего состава, наносили в два слоя с промежуточной сушкой 2 часа при комнатной температуре, далее покрытие подвергалось сушке в течении суток. При нанесении покрытия методом окунание сушка занимала так же одни сутки

Эксперименты по изучению свойств бронирующих покрытий были выполнены в три этапа.

1) На первом этапе изучалась возможность применения теплоизолирующего покрытия в виде строительного гипса указанного в патенте № 2577772 как основного материала бронирующего покрытия. Параллельно рассматривалась возможность применения предлагаемого покрытия смеси высокодисперсных алюмосиликатов по аналогии с технологией, использованной в патенте. Две шашки перед нанесением защитного состава, были покрыты идитоловым лаком, который выступал в качестве промежуточного изолирующего слоя для предотвращения абсорбции свободной воды из наносимого покрытия. Результаты эксперимента представлены в табл. 1.

При нанесении покрытий были выявлены следующие недостатки технологического характера:

- низкая адгезия исследуемых материалов при нанесении к поверхности пиротехнической шашки (защитное покрытие смазывается);

- комкование покрытия на ворсе кисти и защищаемой.

Ввиду высокого содержания свободной воды в исследуемых покрытиях, при нанесении происходит активное её поглощение пиротехническим составом с последующим выщелачиванием окислителя при высыхании.

Таблица 1. **Результаты экспериментов первого этапа**

№ п/п	Вид покрытия		Метод нанесения	Скорость горения, мм/с	Внешний вид образцов до и после сжигания
1	Алюмосиликатное	Связующее – водная дисперсия сополимеров акрилатов	Кисть, 2 слоя	1,5	
2	Гипсовое			1,6	
3	Лак – алюмосиликатное			1,5	
4	Лак – гипсовое			1,6	
5	Бумажная гильза		----------	1,1	
6	Без покрытия		----------	1,4	----------

По результатам проведенных огневых испытаний было установлено, что скорости горения образцов с исследуемыми покрытиями и без бронировки находятся на одном уровне, и, в среднем выше в 1,3–1,5 раз по сравнению с эталонным образцом, заключенным в бумажную гильзу. По сгоревшим остаткам видно, что при горении происходил пробой искр по боковой поверхности, вследствие прогорания стенок защитного покрытия, с последующим ее горением, что и объясняет высокую скорость горения.

2) На втором этапе по аналогии с первым изучалась возможность применения защитного покрытия в виде окиси железа III (Fe_2O_3), указанного в патенте № 2095102 [3], как основного материала бронирующего покрытия. Параллельно рассматривалась возможность применения предлагаемого покрытия смеси высокодисперсных алюмосиликатов по аналогии с технологией, использованной в патенте (табл. 2).

Таблица 2. **Результаты проведенных экспериментов второго этапа**

№ п/п	Вид покрытия		Метод нанесения	Скорость горения, мм/с	Внешний вид образцов после сжигания
1	Fe_2O_3	Связующее – ЖНС	Кисть, 2 слоя	0,9	
2			Кисть, 3 слоя	0,8	
3			окунание 1 раз	0,8	
4	Fe_2O_3 – алюмосиликатное		Кисть, 2 слоя	0,8	
5	бумажная гильза		----------	1,0	
6	без покрытия		----------	1,3	----------

Бронирующая смесь, изготовленная по рецептуре патента № 2095102, комкается и непригодная для использования. Поэтому для исследования применялось следующее соотношение компонентов: 30 % оксида железа, 70 % жидкого стекла с содержанием свободной воды 45 %. Полученная смесь имеет хорошую адгезию по отношению к защищаемому материалу и легко наносится. После высыхания покрытие создает прочную пленку на поверхности защищаемого материала, не растрескивается и не отслаивается.

Добавление смеси высокодисперсных алюмосиликатов к системе Fe_2O_3 — ЖНС (содержание воды 45 % масс.) не ухудшает свойства раствора, однако при высыхании теряет свою целостность и растрескивается, что является неприемлемым результатом, в наших исследованиях, несмотря на то, что огневые испытания данное покрытие выдержало, не деформируясь и не рассыпаясь. Одной из причин такого поведения покрытия при высыхании, по-видимому, связано с тем, что высокодисперсная смесь алюмосиликатов связывает свободную воду раствора и тем самым приводит к быстрому высыханию.

При горении покрытия на основе оксида железа изменяют форму, деформируются, причем, чем тоньше слой, тем сильнее проявлялась деформация в виде плавления стенок покрытия, возникает пробой огня по боковой поверхности с последующим горением боковых стенок пиротехнической шашки. Верхние края покрытия загибались, сворачивались внутрь и препятствовали свободному истечению продуктов горения. Этот эффект вероятно объясняется пропластичностью связующего.

Скорость горения образцов, покрытых исследуемыми составами бронирующих покрытий, ниже на 10–20 % скорости горения шашек, с покрытием в виде бумажной гильзы, и на 31–38 % — шашки без покрытия. Это объясняется деформацией стенок покрытия и загибанием их внутрь вследствие чего создается препятствие свободному горению пиротехнического состава. Большая скорость горения образца без покрытия объясняется тем, что волна горения распространяется по торцевой поверхности образца с переходом на боковую, тем самым увеличивая поверхность горения.

3) На третьем этапе в качестве бронирующего покрытия были использованы составы, основными компонентами которых составляли не измельченная и измельченная смесь высокодисперсных алюмосиликатов (табл. 3–4). Измельчение проводилось с целью получения более равномерного покрытия.

Полученные составы, с различным соотношением компонентов, имеют хорошую адгезию по отношению к защищаемому материалу и легко наносятся. После высыхания покрытия создают прочную пленку на поверхности защищаемого материала, не растрескиваются и не отслаивается.

Таблица 3. **Результаты проведенных экспериментов третьего этапа (покрытия на основе не измельченной смеси высокодисперсных алюмосиликатов)**

№ п/п	Вид покрытия		Метод нанесения	Скорость горения, мм/с	Внешний вид образцов после сжигания
1	Алюмосиликатное	ЖНС	Кисть, 2 слоя	0,9	
2		ЖНС (концентрация меньше, чем по п. 1)		1,0	
3		ЖНС (концентрация меньше, чем по п. 2)		1,1	
4		ЖНС (концентрация меньше, чем по п. 3)		1,1	
5	бумажная гильза		----------	0,9	

Во время проведения эксперимента наши предположения по результатам второго этапа экспериментальных исследований подтвердились. Высокое содержание жидкого натриевого стекла в покрытии делает его пропластичным, что, под воздействием высоких температур, при сгорании пиротехнического состава приводит к деформации бронирующего покрытия. При этом скорость горения находится на уровне со скоростью горения образца пиротехнического состава, запрессованного в оболочку. С понижением массовой доли жидкого стекла и увеличением содержания свободной воды, деформация покрытия не наблюдается. Но вместе с тем нанесение такого покрытия кистью усложняется из-за густоты раствора. Нанесение покрытия методом окунания решает проблему, но при этом увеличивается толщина покрытия, вследствие чего увеличивается и его масса.

Дальнейшие исследования были проведены с использованием измельченной смеси высокодисперсных алюмосиликатов (табл. 4). Соотношение между алюмосиликатом и ЖНС было использовано по п. 4 табл. 3, при этом для получения необходимой консистенции использовалось различное содержание свободной воды. Также для предотвращения агрегации порошков алюмосиликатов после измельчения применялось добавка ПАВ во время помола.

Полученные составы имеют хорошую адгезию по отношению к защищаемому материалу и легко наносятся, после высыхания создают прочное покрытие на поверхности защищаемого материала, не растрескиваются и не отслаивается, исключение составляет состав № 5 (табл. 4). Следует отметить, что по консистенции растворы, полученных покрытий, представляют мастику. При сгорании пиротехнического заряда, исследуемые образцы покрытия отработали штатно, не деформировались, и не рассыпались. При этом скорость горения находится на уровне скорости горения образца пиротехнического состава, заключенного в картонную оболочку.

Таблица 4. **Результаты проведенных экспериментов третьего этапа (покрытия на основе измельченной смеси высокодисперсных алюмосиликатов)**

№ п/п	Вид покрытия		Метод нанесения	Скорость горения, мм/с	Внешний вид образцов до и после сжигания
1	Алюмосиликатное (измельченное совместно с ПАВ)	ЖНС	Кисть, 2 слоя	1,1	
2		ЖНС (концентрация воды меньше, чем по п. 1)		1,0	
3				1,0	
4	Алюмосиликатное	ЖНС		1,0	
5		ЖНС (концентрация воды меньше, чем по п. 4)		1,0	
6				1,0	

Максимальная температура боковой поверхности покрытия находится в интервале 500–700 ºС для образцов на основе измельченных совместно с ПАВ алюмосиликатов; 450–650 ºС — измельченных (без ПАВ) алюмосиликатов; 325–450 ºС – неизмельченных алюмосиликатов. Для сравнения максимальная температура боковой поверхности образца с картонной оболочкой составляет 260 ºС, при этом бумажная гильза подвержена горению, что наблюдалось во время огневых испытаний.

Дериватографическими исследованиями в условиях динамического нагрева со скоростью 20 град/мин до 500 ºС было установлено, что исследуемый материал, состоящий из смеси высокодисперсных алюмосиликатов и жидкого стекла, не претерпевает каких либо изменений при воздействии высоких температур.

Таким образом, по результатам исследований выявлены варианты рецептур бронирующих составов для огнетушащих аэрозолеобразующих пиротехнических составов на основе высокодисперсных алюмосиликатов, термически устойчивых к действию высоких температур и не влияющих на параметры горения пиротехнических составов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология металлов / Кнорозов Б. В. [и др.]. – М.: Издательство «Металлургия», 1978. – 904 с.

2. Пат. 2577772 РФ, МКИ А62С13/22. Ручной генератор огнетушащего аэрозоля / М. С. Резников, В. Н. Емельянов, В. В. Емельянов и др.; заявитель и патентообла-

датель АО «ЧПО им. В.И. Чапаева». – № 2015104015/12; заявл. 09.02.2015; опубл. 20.03.2016, Бюл. № 8. – 9 с.: ил

3. Пат. 2095102 РФ, МКИ A62C37/00, A62D1/00. Устройство для обнаружения и объемного тушения пожара и аэрозолеобразующий состав / В. Д. Русанов, А. Д. Голубев, В. А. Соловьев и др.; заявитель и патентообладатель СКТБ «Технолог», Акционерное общество закрытого типа «Тирс». – № 96107565/12; заявл. 24.04.1996; опубл. 10.11.1997. – 9 с.: ил

4. Пат. 2153376 РФ, МКИ A62D1/06. Способ получения пиротехнического аэрозолеобразующего состава для тушения пожаров / В. Н. Емельянов, В. Н. Козырев, Д. А. Корольченко и др.; заявитель и патентообладатель Емельянов Валерий Нилович. – № 99104412/12; заявл. 15.03.1999; опубл. 27.07.2000. – 6 с.: ил

УДК 536.46

С. И. Ксенофонтов[1], А. Н. Лепаев[2], О. В. Васильева[3], Д. О. Данилов[1]
[1]ФГБОУ ВО Чувашский государственный педагогический университет имени И. Я. Яковлева
[2]ФГБОУ ВО Чебоксарский институт (филиал) Московского политехнического университета
[3]ФГБОУ ВО Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова

ПРОДУКТЫ ПИРОЛИЗА ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Изучены процессы распространения пламени по бумажной трубке, пропитанного нитроцеллюлозным лаком, в зависимости от ориентации трубки в пространстве, а также продукты пиролиза.

Ключевые слова: горение, нитроцеллюлозный лак, пиролиз.

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

PYROLYSIS PRODUCTS OF SOLID COMBUSTIBLE MATERIALS

The processes of flame propagation through a paper tube impregnated with nitrocellulose varnish were studied, depending on the orientation of the tube in space, and pyrolysis products.

Key words: combustion, nitrocellulose varnish, pyrolysis.

Введение. Горение твердых горючих материалов характеризуется наличием стадий разложения и газификации твердой фазы. Летучие горючие продукты пиролиза воспламеняются в воздухе, образуя диффузионное пламя.

При распространении волны горения по твердым материалам выделяют следующие зоны:

© Ксенофонтов С. И., Лепаев А. Н., Васильева О. В., Данилов Д. О., 2023

1) Зона прогрева конденсированной фазы. Толщина зоны прогрева зависит от соотношения коэффициента температуропроводности и скорости горения и составляет 3 мм.

2) Зона пиролиза – реакционная зона в конденсированной фазе, в которой происходит разложение твердого материала на газообразные продукты.

3) Предпламенная зона в газовой фазе, в которой низкомолекулярные продукты пиролиза дополнительно разлагаются. В ней начинается процесс воспламенения за счет диффузии из зоны пламени активных радикалов.

4) Зона пламени, где достигается максимальная температура. В этой зоне протекают основные реакции окисления, и выделяется основная часть тепла.

5) Зона продуктов сгорания.

В нагретом поверхностном слое происходит пиролиз твердых материалов. Газификация твердых материалов, происходящая в ходе термоокислительной деструкции, зависит от природы материала, механизма его разложения, температуры пиролиза, скорости диффузии кислорода к горящей поверхности [1, 4, 7]. Летучие продукты пиролиза твердых материалов представляют собой горючие и негорючие газы. Негорючими газами являются пары воды, углекислый газ, азот, галоидводороды, горючими газами – водород, угарный газ, насыщенные и ненасыщенные углеводороды, альдегиды, спирты, кетоны и другие органические соединения. Количество и состав продуктов пиролиза зависит от природы материала, механизма и кинетики процесса пиролиза.

При достижении нижнего концентрационного предела распространения пламени смеси пиролизных газов и воздуха возможно ее воспламенение. Это условие является необходимым. Достаточным же условием возникновения и устойчивого горения является передача твердому материалу такого количества тепла, которое обеспечивало бы подачу в зону горения достаточного количества горючих газообразных веществ.

После воспламенения твердого горючего материала начинается процесс распространения фронта пламени по поверхности. Перемещение фронта пламени происходит за счет передачи тепла от факела к поверхности твердого материала путем радиации, конвекции и теплопроводности. Доля тепла, поступающего к поверхности твердого материала, по тому или иному механизму, оказывается различной.

Ориентация в пространстве горючего материала определяет скорость распространения пламени по его поверхности. Она максимальна для условий распространения пламени снизу вверх и минимальна для распространения пламени сверху вниз. Зависимость скорости распространения от угла ориентации поверхности горючего материала носит гиперболический вид. За основу берется скорость распространения пламени по поверхности горючего материала, расположенного горизонтально.

Продукты пиролиза твердого горючего материала после возникновения попадают в зону пламенного горения. Для изучения физико-химических свойств продуктов пиролиза применяются специальные пробоотборники [5, 6].

Например, масс-спектрометрический метод является одним из распространенных методов в изучении структуры пламени. Данный метод позволяет идентифицировать компоненты, определять их концентрацию в различных зонах пламени. Газообразные компоненты в пламени принято разделять на стабильные и высокоактивные – атомы, радикалы, ионы, возбужденные частицы. В таблице приведены концентрации частиц в пламени.

Таблица. **Мольные доли частиц в пламени**

Частицы	N, мольные доли
Стабильные (CH_4, O_2, H_2O)	0,1÷ 1
Атомы и свободные радикалы (H, O, OH)	$10^{-1} \div 10^{-2}$
Ионы (CHO^+, $H3O^+$)	$10^{-7} \div 10^{-12}$
Возбужденные (HF*)	10^{-5}

Одна из важных проблем масс-спектрометрии пламен является отбор частиц из зоны горения и ввод их в ионный источник масс-спектрометра. Значение максимальной температуры пламени достигает до 3000 К, а время химических реакций равна $10^{-4} \div 10^{-7}$ с. Для обеспечения сохранности частиц время отбора их из зоны горения должно быть меньше времени их жизни. При зондовом отборе пробы необходимо быстро понижать температуру, что достигается быстрым расширением потока [5, 6]. При недостаточном расширении потока возможно замедление скорости химических реакций, однако, в пробоотборнике возможны химические превращения.

Метод спектрометрии пламени является бесконтактным и не вносит искажения в структуру пламени [3]. Однако данный метод имеет ограниченное применение из-за сложной многозонной структуры пламени. Зондирование производится вдоль прямой, поэтому метод может быть применен только к однородным, одномерным пламенам со строго параллельными фронтами.

Если в исследуемом объеме имеются конденсированные дисперсные частицы, тогда газовая и конденсированная составляющие пробы изучаются по отдельным методикам. Конденсированная составляющая пробы помещается в кварцевую трубку. С внешней стороны трубка нагревается до необходимой температуры. Продувая трубку газом можно получить пиролизный газ. Путем регулирования режима нагрева трубки удается находить оптимальный режим пиролиза.

Целью работы является изучение физико-химических свойств продуктов пиролиза твердых горючих материалов.

Объект исследования: продукты пиролиза нитроцеллюлозного лака НЦ-218, представляющего собой раствор коллоксилина в органических растворителях.

Методы исследования: фотометрический метод регистрации зон пламени по поверхности твердых горючих материалов и скорости распространения пламени в потоке продуктов пиролиза.

Экспериментальная установка и методика проведения исследований. С помощью видеокамеры производилась регистрация процесса горения твердых горючих материалов. Видеофильм сохранялся в памяти компьютера в виде отдельного файла. В ходе проигрывания видеофильма выделялись последовательные кадры. Изображение кадра в формате .jpeg открывается с помощью программы Microsoft Office Picture Manager. Положение переднего фронта пламени на одном из кадров фильма определяется с помощью инструментов программы. На последующем кадре определяется новое положение фронта пламени. Перемещение фронта пламени определяется как разность координат положений фронтов пламени в двух последующих кадров. Скорость распространения рассчитывался путем деления перемещения фронта пламени на время между кадрами.

Течения продуктов пиролиза регистрировались на видеокамеру с боковой подсветкой с помощью прожекторной лампы или когерентным источником излучения на разных длинах волн. Интенсивность рассеянного под прямым углом излучения изучалось с помощью разработанных программных средств, что позволяет проследить процессы коагуляции в потоке продуктов пиролиза [2, 8].

Экспериментальные результаты и их обсуждение. Для проведения исследований изготавливались трубки диаметром 6 мм из канцелярской бумаги многократной пропиткой нитроцеллюлозного лака НЦ- 218. Отношение массы высохшего лака к массе бумаги составляет 0,5. Взвешивание проводилось на электронных весах МН-300 с ценой деления 10 мг. Готовое изделие устанавливалось на штативе. Пространственный угол относительно горизонта измерялся с помощью транспортира. Измерение скорости распространения пламени по внешней поверхности трубки проводилось по видеофильму или замеру времени распространения фронта пламени определенного расстояния.

На рис. 1 приведена зависимость относительной скорости распространения пламени по внешней поверхности трубки. Для сравнения приведены зависимости скорости распространения пламени по древесине (кривая 1) и по пленочному пиротехническому составу (кривая 3).

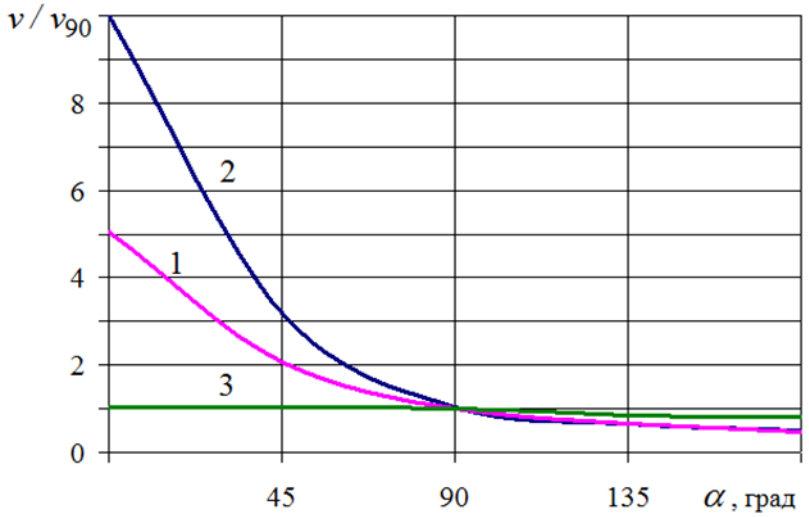


Рис. 1. Зависимость относительной скорости распространения пламени v / v_{90} по поверхности трубки

За основу принята скорость распространения пламени при горизонтальном расположении трубки. Необходимо отметить, чем больше кислорода содержится в материале, тем меньше выражена зависимость скорости распространения от ориентации его в пространстве.

При горении трубки образуется пепельный остаток в виде самой же трубки. Продукты пиролиза, образующиеся внутри трубки, могут выноситься в зону горения конвективными потоками.

При горизонтальном расположении трубки продукты пиролиза вытекают с противоположного конца трубки и стекают вниз, образуя тонкую струйку дымки. Продукты пиролиза, зарожденные при температуре поверхности горения, в дальнейшем не подвергаются термическому воздействию. При комнатной температуре высокомолекулярные продукты склонны к образованию дисперсной фазы – дымки. Эти продукты хорошо визуализируются при боковой подсветке лазерным излучением. На рис. 2 в лучах зеленого лазера наблюдается истечение потока продуктов пиролиза с левого конца трубки. Метод получения продуктов пиролиза с помощью трубки предложен впервые и получит дальнейшее развитие.

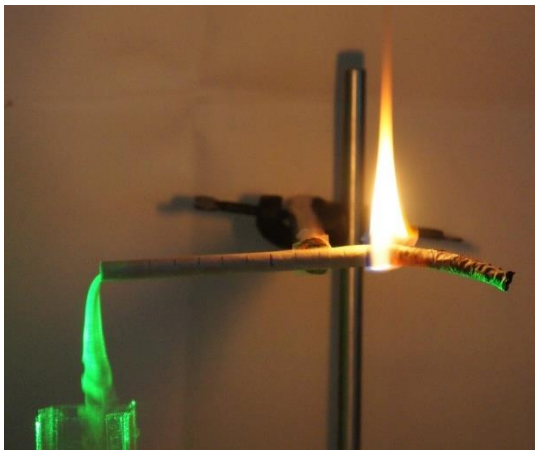
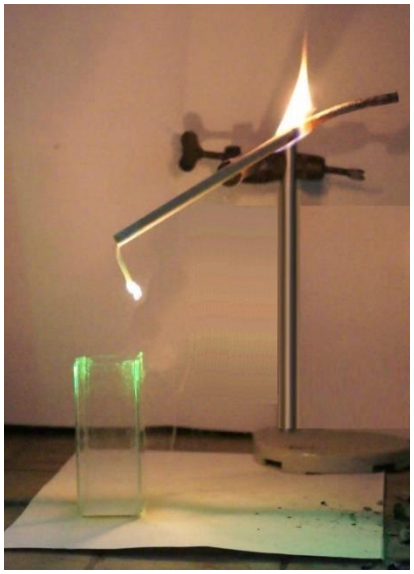


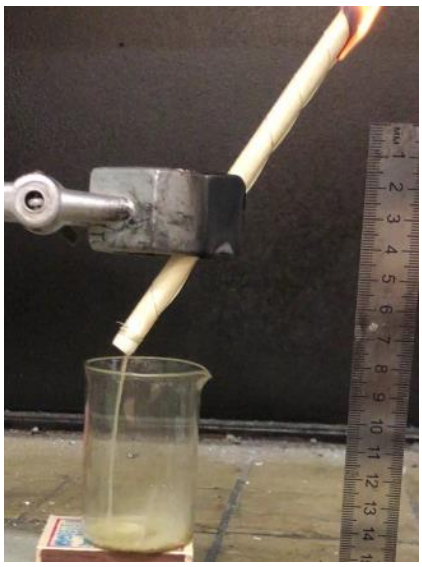
Рис. 2. Распространение пламени по трубке и визуализация потока продуктов пиролиза

При поджигании струйки снизу пламенем спички возникает пламенное горение, которое распространяется со скоростью 100 мм/с (рис. 3а). Пламя внутрь трубки не проникает, так как концентрация продуктов пиролиза превышает верхний концентрационный предел распространения пламени.

Продукты пиролиза можно накопить в стеклянную колбу (рис. 3б).



а)



б)

Рис. 3.
а) Распространение пламени по трубке и по потоку продуктам пиролиза;
б) горение трубки и истечение продуктов пиролиза. Трубка расположена под углом 45^0 к горизонту

Полученная смесь воздуха с дымкой легко воспламеняется от пламени спички и сгорает высокой скоростью с сопровождением хлопка. На дне стеклянной посуды остается желто-коричневый налет (рис. 4).

а) б)

Рис. 4.
а) Горение продуктов пиролиза в колбе, б) продукты горения

ВЫВОДЫ

1. Определена скорость распространения пламени по поверхности твердых горючих материалов в зависимости от пространственной ориентации.
2. Предложена конструкция изделия для выделения продуктов пиролиза при горении твердых горючих материалов в виде полой трубки.
3. Показано, что продукты пиролиза конденсируются и образуют дисперсные частицы.
4. Определена скорость распространения пламени в потоке дисперсных частиц продуктов пиролиза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев В. А. Исследование дисперсности аэрозолей, образующихся при пиролизе твердых веществ // Физика аэродисперсных систем. – Киев-Одесса, 1982. – Вып. 24. – С. 25–33.
2. Ван де Хюльст Г. Рассеяние света малыми частицами. М. : ИЛ,1961. 536 с.
3. Гейдон А. Спектроскопия пламен. М. : ИЛ, 1959. 383 с.
4. Корольченко А. Я. Процессы горения и взрыва. М. : Пожнаука, 2007. 266 с.
5. Коробейничев О. П. Применение масс-спектрометрии для изучения структуры пламен и процессов горения. М. : Наука, 1980. Т. 69. С. 945–965.
6. Коробейничев О. П. Масс-спектрометрическое исследование структуры пламен конденсированных систем на установке с молекулярно-пучковым отбором пробы // Физика горения и взрыва. – Новосибирск, 1981. – № 2. – С. 86–89.
7. Мальцев В. М. Основные характеристики горения. М. : Химия, 1977. 320 с.

8. Порфирьев А. М., Ксенофонтов С. И. Программа расчета распределения яркости пламени по оптическому изображению [Электронный ресурс] // Наука и образование. – 2010. – № 8. – URL: ofernio.ru/portal/newspaper/ofernio/2008/11.doc

УДК 614.841

В. А. Кузнецов, О. Г. Циркина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Автомобильная промышленность Российской Федерации, являясь одной из отраслей российского машиностроения, по производственным объемам занимает место во второй десятке мирового производства. Пожарная опасность зоны хранения автомобильного транспорта характеризуется наличием значительного количества различных горючих материалов. Статистика пожаров, данные о крупных пожарах с особо тяжкими последствиями на автомобильных заводах России и в зарубежных странах привлекают интерес общественности к обеспечению пожарной безопасности на объектах автопрома. Большой интерес вызывает разработка новых методов оценки пожарного риска цехов, производств автозаводов с современными технологиями и оборудованием, что позволит установить в рамках гибкого нормирования адекватные противопожарные мероприятия по уровню пожарной опасности объектов защиты в соответствии с разработанными критериями.

Ключевые слова: пожарная опасность, объект защиты, автотранспортное предприятие

V. A. Kuznetsov, O. G. Tsirkina

FIRE DANGER OF OBJECTS OF MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES

The automotive industry of the Russian Federation, being one of the branches of Russian engineering, occupies a place in the second ten of world production in terms of production volumes. The fire danger of the storage area of motor transport is characterized by the presence of a significant amount of various combustible materials. Fire statistics, data on large fires with particularly serious consequences at automobile plants in Russia and in foreign countries attract public interest in ensuring fire safety at automotive industry facilities. Of great interest is the development of new methods for assessing the fire risk of workshops, car factories with modern technologies and equipment, which will allow to establish adequate fire-fighting measures within the framework of flexible rationing according to the level of fire danger of objects of protection in accordance with the developed criteria.

Key words: fire hazard, object of protection, motor transport company

© Кузнецов В. А., Циркина О. Г., 2023

В промышленном секторе Российской Федерации автотранспортные предприятия занимают одну из ключевых позиций. Автомобильная промышленность Российской Федерации – отрасль российского машиностроения, занимает по производству место во второй десятке мировых стран. В настоящее время в отрасли автомобильного производства трудится около 600 тыс. человек, что составляет примерно 1% от населения России. Основными российскими брендами являются производители легких транспортных средств «АвтоВАЗ» и «ГАЗ», в то время как «КамАЗ» является ведущим производителем тяжелых транспортных средств. Одиннадцать иностранных автопроизводителей имеют производственные операции или являются их заводами в России.

В секторе тяжелых транспортных средств крупнейшей компанией является производитель грузовиков «КамАЗ». Это также одна из крупнейших компаний во всей российской автомобильной промышленности. Другой очень важной компанией является ГАЗ, которая, помимо прочего, производит фургоны, грузовики и автобусы. Ее самым популярным продуктом является фургон GAZelle, доля которого на рынке легких коммерческих автомобилей составляет 49 %. В секторе автобусов автобусное подразделение «Группы ГАЗ» занимало долю рынка в 77 %.

Пожарная безопасность на автотранспортном предприятии (АТП) является составляющей общей безопасности, при которой исключается шанс возгорания, а в случае его возникновения предотвращается воздействие опасных факторов пожара. Обеспечение пожарной безопасности автотранспортных средств и предприятий осуществляется на основе нормативной документации, определяющей требования к конструктивно-планировочным решениям, отоплению и вентиляции, инженерным системам.

К автотранспортным предприятиям относятся организации, которые выполняют перевозки автомобильными транспортными средствами, а также хранение, техническое обслуживание и ремонт подвижного состав. По роду выполняемых работ они могут быть грузовыми, пассажирскими, грузопассажирскими или специальными.

Высокая пожарная опасность автотранспортных предприятий обусловлена рядом причин: эксплуатацией автомобилей, не соответствующих нормам пожарной безопасности, недостаточным контролем со стороны руководства, а также намеренным игнорированием законодательства. Помимо этого, в России сохраняется проблема квалифицированного обслуживания машин, которые принадлежат частным лицам. Большая часть пожаров на АТП возникает по вине человека. К причинам возгораний на автотранспортных предприятиях можно отнести курение в неположенных местах, неаккуратное обращение с огнем, короткое замыкание и перегрузки в электросетях, отогревание замерзших труб, транспортных средств пламенем.

Пожарная опасность зоны хранения автомобильного транспорта характеризуется наличием значительного количества различных горючих материалов: деревянные кузова, автопокрышки, полимерные материалы, которыми отдела-

ны кабины и салоны автобусов, топливо в баках, смазочные материалы. При размещении в гараже газобаллонных автомобилей большую опасность представляют утечки газа и возможность образования взрывоопасных концентраций газа в смеси с воздухом. В качестве газообразного топлива для автомобильных двигателей применяют пропан, бутан и их смеси.

Для строительства автотранспортных предприятий в настоящее время широко применяются легкие ограждающие конструкции с утеплителем из эффективных теплоизоляционных материалов, которые также могут представлять высокую пожарную опасность. Характерными причинами пожаров в гаражах, на открытых стоянках могут являться применение факелов или паяльных ламп для обогревания двигателей и устранения ледяных пробок в газопроводах; искрение и короткое замыкание электропроводов и электрооборудования; нагрев катушки зажигания при длительном включении зажигания неработающего двигателя; самовозгорание обтирочных материалов. Пожары могут происходить из-за нарушения правил пожарной безопасности при монтаже и эксплуатации теплогенерирующих установок.

Пожарная опасность в зоне обслуживания обусловлена применением большого количества смазочных материалов при ведении электрогазосварочных работ, возможностью их розлива вследствие применения открытой и неисправной тары, скопление смазочных материалов в смотровых канавах и на полу; утечка топлива. Раскаленные газы и искры могут вылетать в мотороиспытательное помещение через неплотность в коллекторе и послужить причиной загорания горючих материалов, то есть являться источниками зажигания. Пожарная опасность при ремонте и регулировке приборов системы питания двигателей обуславливается применением бензина, керосина, дизельного топлива, возможностью образования местных взрывоопасных концентраций.

Статистика пожаров, данные о крупных пожарах с особо тяжкими последствиями на автомобильных заводах России, например, пожар на заводе двигателей АО «Камаз» и в зарубежных странах (Италия, Германия) также привлекают интерес общественности к обеспечению пожарной безопасности на объектах автопрома. Однако, в настоящее время имеет место определенное отставание в разработке противопожарных норм и правил, учитывающих специфику пожарной опасности современных автозаводов.

Создание безопасных условий труда – это первостепенная задача, стоящая перед руководителями автотранспортного предприятия. Для этого разрабатывается, утверждается и вводится система по обеспечению пожарной безопасности. Организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности имеют трехступенчатый вид: введение на предприятии противопожарного режима, его поддержание и надзор за соблюдением действующего законодательства. Пожарная безопасность на автотранспортном предприятии обеспечивается планировочными и конструктивными решениями. Главное условие – оборудование помещений АТП первичными средствами пожаротушения, а также знаками пожарной безопасности. Форменная одежда трудящих-

ся должна своевременно передаваться в химчистку в соответствии с утвержденным в организации графиком. Выполнять должностные обязанности в промасленной одежде запрещено.

Соблюдение правил пожарной безопасности позволяет предотвратить потенциально опасные ситуации. Для обеспечения пожарной безопасности руководители должны разработать, принять и внедрить многоуровневую систему обязательных мероприятий. Зарубежная практика показывает, что эффективным способом управления пожарной безопасностью объектов является механизм страхования, основанный на количественной оценке пожарной опасности. Большой интерес вызывает разработка новых методов оценки пожарного риска цехов, производств автозаводов с современными технологиями и оборудованием. При этом, в первую очередь, должны быть решены вопросы обеспечения безопасности персонала объектов, сотрудников пожарной охраны на начальной стадии пожара. В основу разработки технических условий, технических регламентов должны быть положены прогнозные расчеты пожарной опасности зданий цехов и технологических процессов, позволяющих учесть специфику современных производств.

Знание пожарной опасности позволяет установить в рамках гибкого нормирования адекватные противопожарные мероприятия по уровню пожарной опасности объектов защиты в соответствии с разработанными критериями. Разработанные показатели пожарной опасности объектов защиты должны быть оценены на основе методов математического моделирования процессов развития пожаров, распространения опасных факторов пожаров, их воздействия на строительные конструкции, процесса эвакуации людей при пожаре из здания. В этих условиях необходимы новые подходы и методы выработки рациональных решений по системе противопожарной защиты объектов автомобилестроительной промышленности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистический сборник «Статистика пожаров и их последствий» ФГБУ ВНИИПО МЧС России.

2. Постановление Правительства РФ от 12.04.2012 № 290 (ред. от 28.09.2022) «О федеральном государственном пожарном надзоре» (вместе с «Положением о федеральном государственном пожарном надзоре»).

3. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 N 123-ФЗ.

4. Основные требования к противопожарной защите на АТП. Безопасность на транспорте: электронный ресурс https://avtobdd.ru/articles/osnovnye-trebovaniya-k-protivopozharnoj-zashchite-na-atp-bezopasnost-na-transporte/ Дата обращения 28.09.23

УДК 614.849

Н. С. Кулаков, Е. Н. Кадочникова
Военная академия материально-технического обеспечения
имени генерала армии А. В. Хрулева

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБНАРУЖЕНИЯ ПОЖАРОВ

В данной работе рассмотрены современные разработки и технические решения в области обнаружения пожаров такие как: применение воздушных средств дистанционного авиамониторинга и «компьютерного зрения», рассмотрена перспектива развития современных средств обнаружения пожара.

Ключевые слова: обнаружение пожара, беспилотные летальные аппараты, «компьютерное зрение»

N. S. Kulakov, E. N. Kadochnikova

MODERN FIRE DETECTION EQUIPMENT

In this work, modern developments and technical solutions in the field of fire detection are considered, such as: the use of aerial means of remote air monitoring and "computer vision," the prospect of developing modern means of fire detection is considered.

Key words: fire detection, unmanned aerial vehicles, "computer vision"

Своевременное обнаружение очагов пожаров — одна из актуальнейших задач современности. Использование различных инновационных решений может повысить скорость обнаружения пожаров в закрытых помещениях и на открытой местности, что позволяет ликвидировать пожар в кратчайшие сроки. Широкое распространение беспилотных летательных аппаратов в современном мире открывает множество возможностей по совершенствованию технологий и методов обнаружения пожаров.

Хорошо известны методы и средства использования тепловизионной и радиотепловой аппаратуры, визуального обнаружения и т. п. Однако они не приспособлены автономно определять координаты очага пожара, а привлечение для этих целей системы спутниковой навигации, например, GPS/ГЛОНАСС (Global Positioning System, система глобального позиционирования/Глобальная навигационная спутниковая система), не может обеспечивать достаточной надёжности их работы, что связано с возможностью появления нештатных ситуаций при обострении международной обстановки.

В этой связи одним из перспективных методов дистанционного обнаружения и ликвидации очагов пожара может стать использование беспилотных летальных аппаратов (далее – БПЛА) с размещенным на них ультрафиолетовых

© Кулаков Н. С., Кадочникова Е. Н., 2023

(УФ-С) сенсоров, которые регистрируют ультрафиолетовое излучение в диапазоне 250–280 нм. Эти приборы уже нашли применение для обнаружения коронных и частичных разрядов, возникающих в местах неисправностей линий электропередач организации посадки самолётов.

Такие сенсоры позволяют не только оперативно обнаруживать очаги возгораний при полёте летательного аппарата, но и определять их координаты с высокой геометрической точностью, что особенно важно в условиях дефицита времени в тушении пожара.

Следует отметить, что влияние излучения Солнца в указанном диапазоне подавляется озоновым слоем планеты. Это делает диапазон УФ-С «солнечно-слепым» и весьма привлекательным для создания систем, позволяющих решать различные технические задачи в условиях, когда солнечное излучение может маскировать полезный сигнал [1].

Актуальной проблемой, стоящей перед бортовыми устройствами обнаружения очагов пожара, является проблема своевременного получения информации о локализации небольших источников возгорания (площадью порядка 1 га), что существенно повышает эффективность работы служб пожаротушения. Очевидно, что своевременность приёма информации о пожаре связана с дальностью обнаружения в условиях различной степени задымлённости и экранирования трассы зондирования.

Важным аспектом применения подобного рода бортовых устройств локализации очага пожара служит вопрос о работе сенсора в условиях плоской и пересечённой местности, так как наличие неровностей рельефа при небольшой высоте полёта летательного аппарата влияет на алгоритм определения дальности до цели и, следовательно, на точность определения времени сброса огнегасящей жидкости [1].

Также для обнаружения пожаров используют так называемое «компьютерное зрение». Эти системы можно будет использовать как совместно с датчиками, так и без. Применение таких систем возможно на открытых площадках, где использование противопожарных датчиков не представляется возможным.

Пожар способен быстро распространяться, поэтому огромное значение имеет возможность быстрого и надежного обнаружения опасности. Чем выше вероятность раньше обнаружить пожар, тем выше шанс оперативно его ликвидировать.

Преимущества таких систем — это быстрое реагирование, так как скорость реагирования сокращает потенциальные потери. «Компьютерное зрение» быстрее детектирует появление дыма и огня на изображении, чем угарный газ достигает датчиков.

Например, использование системы детектирование дыма и огня с помощью компьютерного зрения особенно актуально для мест хранения: складов, ангаров, гаражей. Система видеонаблюдения способна обнаружить

начинающийся пожар всего за 10-30 секунд, в то время как датчикам дыма на это потребуется несколько минут [2].

Применение ультрафиолетовых (УФ-С) сенсоров и «компьютерного зрения», установленных на беспилотном летальном аппарате может существенно повысить скорость обнаружения пожара на отрытых площадях. Установленное на беспилотном летальном аппарате ПО, позволяющее вести разведку на предмет возникновения пожара в лесных зонах в автоматическом режиме позволит существенно сократить трудозатраты человека и снизить риск ошибки. Установление на БПЛА противопожарных снарядов превращает такой аппарат, оснащенный техническими средствами обнаружения и ликвидации пожаров в полноценную боевую единицу. В силу того, что типоряд БПЛА очень многообразен, существует возможность использовать в качестве противопожарных снарядов разнообразные противопожарные устройства, например, пожарные гранаты.

В настоящее время при тушении пожаров в России используются следующие типы беспилотных авиационных систем:

– неуправляемые авиационные системы;

– автоматические авиационные системы;

– дистанционно-пилотируемые летательные аппараты.

Диапазон применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) постоянно расширяется. Применение БПЛА возможно не только для обнаружения пожара, но и для его ликвидации.

Беспилотные средства имеют широкое применение в России при тушении пожаров и при проведении аварийно-спасательных работ. Это связано с возможностью удаленного управления техническими средствами в ходе проведения разведки [3].

Таким образом, можно сделать вывод, что применение инновационных технологий влияет на своевременность выявления пожаров, что позволяет достигнуть локализации и ликвидации пожара в кратчайшие сроки. Развитие технических решений в области обнаружения пожара, позволит решать многие проблемы в области обеспечения пожарной безопасности закрытых жилых, производственных помещений и пожаров, возникающих на открытой местности. Распространение применения беспилотных летальных аппаратов в разных сферах деятельности, развитие информационных технологий, позволяет снизить личное участие человека в локализации и тушения пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоров В.В. Дистанционное обнаружение очагов пожара с помощью ультрафиолетового сенсора / В.В. Егоров, А.П. Калинин, А.И. Родионов, И.Д Родионов, И.П. Родионова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2020. Т 17. № 4. С. 51-57.
2. [Электронный ресурс] https://ria.ru/20230503/nauka-1865330019.html
3. [Электронный ресурс] https://estesis.tech/smoke-and-fire-detection-using-computer-vision/

УДК 614.84

Е. Ю. Курочкина, Н. А. Таратанов, Д. В. Калашников
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА ИЗДЕЛИЯ ИЗ ПЕСКА И ЦЕМЕНТА

В данной статье отражено продолжение исследования в лабораторных условиях степени разрушения пескоцементных изделий, подвергшихся высокотемпературному воздействию (от 300 °С до 700 °С), используя неразрушающий метод (ультразвуковое зондирование). Точность результатов была достигнута увеличением исследования количества опытных образцов в различных температурных режимах. По результатам проведенного исследования подтверждено, что чем больше температура нагрева материала, тем больше время прохождения ультразвуковой волны.

Ключевые слова: пескоцементные блоки, ультразвуковое зондирование, пожарно-техническая экспертиза, очаг пожара.

E. Yu. Kurochkina, N. A. Taratanov, D. V. Kalashnikov

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF HIGH TEMPERATURES ON SAND AND CEMENT PRODUCTS

In this article, the degree of destruction of sand-cement products exposed to high-temperature exposure (from 300 ° C to 900 ° C) was studied using a non-destructive method (ultrasonic sounding). Since micro- and macro-cracks are formed during high-temperature exposure, the color changes and the mass of sand-cement products is loosened. According to the results of the study, it was revealed that the higher the heating temperature of the material, the lower the speed of passage of the ultrasonic wave.

Keywords: sand-cement blocks, ultrasonic sounding, fire-technical expertise, fire source.

Для возведения несущих и ненесущих конструкций здания используют пескоцементные блоки. Пескоцементные блоки — это вид строительного материала, изготовленный методом вибропрессования крупнозернистого песка и портландцемента, данные блоки являются универсальным стройматериалом из песка и цемента (в пропорциях 3-8:1) в котором нет гравия со щебнем. В состав любого бетонного раствора включают такие компоненты: цемент, щебень или гравий, песок, вода. Основной компонент бетонной смеси – цемент, расход которого зависит от марки готовой смеси. Оптимальные марки для производства плит перекрытия — М300–М350. Строительные материалы в условиях пожара ведут себя по-разному, все зависит от вида, структуры, состава, происхождения и свойств этих материалов. Под поведением строительных материалов в условиях пожара понимается комплекс физико-химических превращений, приводя-

© Курочкина Е. Ю., Таратанов Н. А., Калашников Д. В., 2023

щих к изменению состояния и свойств материалов под влияние интенсивного температурного нагрева. Чтобы установить непосредственную причину пожара, нужно установить очаг пожара или зоны наибольших термических поражений, для установления процесса пожара [1–4].

В данной работе авторы продолжили исследования в лабораторных условиях степень разрушения пескоцементных изделий, подвергшихся высокотемпературному воздействию (от 300 °С до 700 °С), используя неразрушающий метод (ультразвуковое зондирование) [5, 6]. Точность результатов была достигнута увеличением исследования количества опытных образцов в различных температурных режимах.

Согласно экспериментальным данным справочной литературы при нагреве 400-600 °С бетон приобретает красноватый оттенок. Микротрещины в тяжелом бетоне начинают образовываться при 300–400 °С. Разрыхление массы пескоцементных изделий, появление в них микро- и макротрещин сопровождается изменением его акустических характеристик, которые можно оценить, изучая время прохождения через пескоцементные изделия поверхностной ультразвуковой волны. Поверхностные волны — это акустические волны, которые распространяются по границе раздела сред, в слое с характерной толщиной от 1,5 до 2 длины волны. При этом колебания частиц среды волны объединяют в себе продольные и поперечные колебания.

В связи с этим целью и задачей данной работы явилось освоение метода неразрушающего контроля — метода ультразвуковой дефектоскопии путем измерения времени прохождения ультразвуковых волн в материале при определении степени термического воздействия на бетонный изделия.

Материалы и оборудование, используемые в работе: ультразвуковой дефектоскоп «Ультратерм», муфельная печь, 9 бетонных образцов.

Время прохождения ультразвука является функцией как температуры, так и длительности нагрева конструкции. При увеличении температуры и времени, время последовательно увеличивается. Это обстоятельство дает возможность выявить зоны термических поражений при сравнении времени прохождения ультразвука на различных участках.

В основу работы дефектоскопа заложена способность ультразвуковых колебаний распространяться в контролируемых изделиях. Принятый сигнал усиливается, преобразуется в цифровую форму и в графическом виде отображается в индикаторе в виде амплитудной развертки. Ультразвуковой дефектоскоп «Ультратерм» представляет собой измеритель времени прохождения ультразвуковых колебаний через исследуемый участок материала объекта. Принцип работы основан на измерении временного интервала между моментом излучения УЗ-импульса в исследуемый объект и моментом приема УЗ-

Рис. 1. Ультразвуковой приборный комплекс «Ультратерм»

импульса.

С целью комплексного изучения закономерностей изменений на поверхности железобетонных конструкций были подготовлены опытные образцы бетонных кубиков, которые нагревались в различных температурных режимах. С целью увеличения достоверности получения данных в каждом температурном режиме было задействовано по три образца. Образцы подвергались высокотемпературному нагреву в муфельной печи при различных температурах, начиная от 300 °С, с шагом 200 °С.

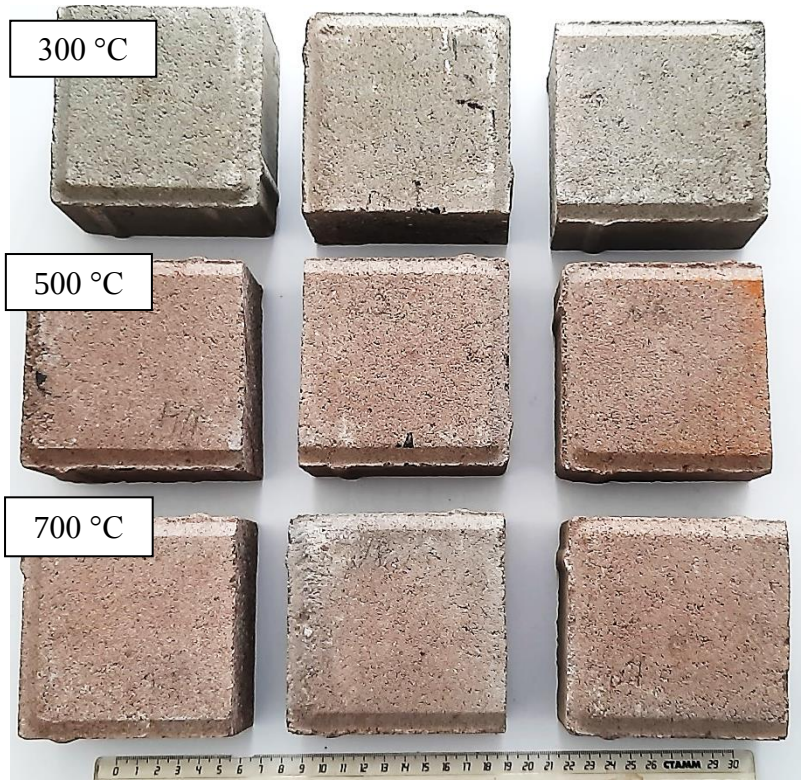


Рис. 2. Внешний вид бетонных образцов после температурного воздействия

Время прохождения поверхностной ультразвуковой волны через образцы измерялась ультразвуковым дефектоскопом. Измерения проводились на полностью остывших образцах спустя сутки после прогрева. По каждому образцу было проведено по 10 измерений. Статистическая обработка результатов измерений показала, что расхождения между измеряемыми параметрами по каждому из изученных образцов лежат в доверительном интервале. Доверительный интервал (при а =0,05 и количестве измерений n = 10), не превышает 5 % от среднего значения. Значения коэффициента вариации, практически менее 5 % позволяют говорить о нормальном распределении измеряемой случайной величины.

Результаты прохождения поверхностной ультразвуковой волны занесли в таблицу.

Таблица. **Результаты прохождения поверхностной ультразвуковой волны**

Образец	τ, мкс			Среднее значение $\tau_{сред.}$, мкс	Цвет образца
	300 °С	500 °С	700 °С		
1	65	-	-	64,6	серый (исходный)
2	60	-	-		серый (исходный)
3	69	-	-		серый (исходный)
4	-	82	-	86	отчетливый красноватый оттенок
5	-	90	-		отчетливый красноватый оттенок
6	-	86	-		отчетливый красноватый оттенок
7	-	-	105	107,6	бледно-красный
8	-	-	110		бледно-красный
9	-	-	108		бледно-красный

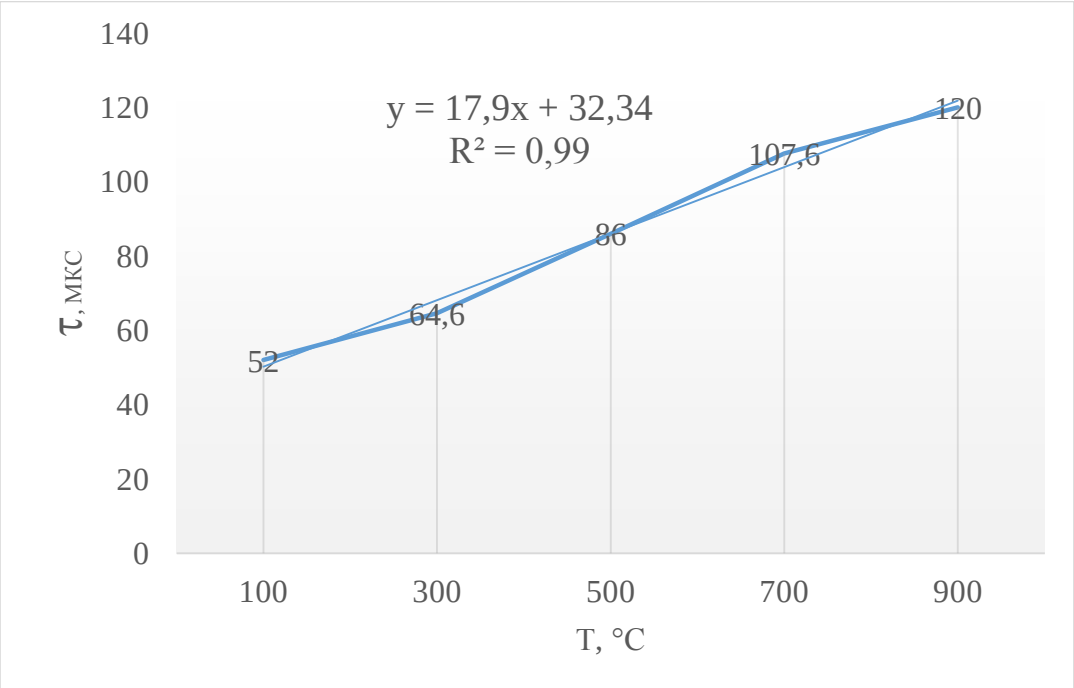


Рис. 3. Зависимость времени УЗ-колебаний от температуры

Изменение времени распространения ультразвуковой волны от температуры в области эффективного применения метода 100–900 °С (в динамическом режиме) описываются следующей зависимостью:

$$y = 17{,}9x + 32{,}34.$$

Таким образом, с помощью метода неразрушающего контроля (метода УЗ-дефектоскопии) определили время распространения УЗ-волны в материале на основе бетона при определении степени термического воздействия. По результатам проведенного исследования и глядя на зависимость скорости УЗ-

волны от температуры материалов на основе цемента, выявили, что чем больше температура нагрева материала, тем больше время прохождения ультразвуковой волны.

Данный факт позволяет выявлять зоны термических поражений на основе измерения времени прохождения ультразвуковой волны на отдельных участках поверхности изделий и конструкций на цементной основе. Сведения о расположении температурных зон существенно облегчают обнаружение очага пожара, путей распространения, температурного режима пожара и могут быть использованы для точной квалификации пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калашников Д.В., Таратанов Н.А. Экспертный эксперимент как инструмент в определении механизма возникновения горения // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности: Сборник трудов секции № 9 XXXIII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2023 года. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 106-110. – EDN WSBABK.

2. Сторонкина О.Е., Мочалова Т.А. Морфологическое исследование обгоревших текстильных материалов для пожарно-технической экспертизы // Пожарная и аварийная безопасность : Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 90- й годовщине образования гражданской обороны, Иваново, 24 ноября 2022 года. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – С. 205-208. – EDN HWEMYJ.

3. Спирин А.В., Таратанов Н.А. Установления путей распространения основных конвективных потоков и очаговой зоны // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Иваново, 14 октября 2021 года. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 504-509. – EDN QSIRDA.

4. Таратанов Н.А., Карасев Е.В., Таратанова А.В. Основы пожарно-технической экспертизы // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 136-140. – EDN FEVGMC.

5. Абакумов А.В., Таратанов Н.А. Установление очаговой зоны по результатам измерений скорости прохождения ультразвуковой волны // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Иваново, 14 октября 2021 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 3-7. – EDN ILMGJE.

6. Курочкина Е.Ю., Таратанов Н.А., Калашников Д.В. Исследование степени разрушения пескоцементных изделий // Актуальные вопросы естествознания: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 30 марта 2023 года / Сост.: Т.В. Фролова. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 59-63. – EDN BFECTC.

УДК 629.373

В. Ф. Кушляев, Д. В. Кушляев, О. В. Кушляева
Научно-технический центр АО «Машлес»

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ МАШИН С ОКОРКОЙ ДЕРЕВЬЕВ НА ЛЕСОСЕКЕ ПРИ ЗАГОТОВКЕ ДРЕВЕСИНЫ ПОСЛЕ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ, ЗАРАЖЕННОЙ РАДИАЦИЕЙ, СУХОСТОЙНОЙ И ИЗЪЕДЕННОЙ КОРОЕДОМ

В статье рассматриваются основные положения и дается оценка технологии и системы машин с окоркой деревьев на лесосеке при заготовке древесины после лесных пожаров (расчистка горельников), зараженной радиацией, сухостойной и изъеденной короедом.

Ключевые слова: технология и система машин, окорка деревьев, лесосека**,** древесина, зараженная радиацией, деревья, изъеденные короедом и сухостойные, расчистка горельников.

V. F. Kushlyaev, D.V. Kushlyaev, O.V. Kushlyaeva

EVALUATION OF THE TECHNOLOGY AND SYSTEM OF MACHINES WITH THE DEBARKING OF TREES IN THE CUTTING AREA WHEN HARVESTING WOOD AFTER FOREST FIRES INFECTED WITH RADIATION, DRY AND EATEN BY BARK BEETLES

The article discusses the main provisions and gives an assessment of the technology and system of machines with the debarking of trees in the cutting area during the harvesting of wood after forest fires (clearing of hot springs) infected with radiation, dry and eaten by bark beetles

Key words: technology and machine system, tree debarking, logging, wood contaminated with radiation, bark beetle-eaten and dry-hardy trees, clearing of gorelnik.

Исследованием и разработкой технологических процессов, систем и комплексов машин с гидроманипулятором в период 1964-2013 с участием Кушляева В. Ф. занимались ЛатНИИЛХП (Рига), Лесотехническая академия им. С. М. Кирова, Белорусский технологический институт им. С. М. Кирова (Минск), ЦНИИМЭ (Химки), ЦНТОлеспром (Москва), НТЦ АО «Машлес» (Москва) [1, 3–8, 9, 10–15, 16, 17–21, 22–34].

В период 2014–2023 гг. в НТЦ АО «Машлес» и ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России» силами сотрудников, студентов, курсантов, слушателей-офицеров были разработаны технологический процесс и технические требования на системы машин, изготовлены опытные образцы машин, обеспечивающие окорку деревьев на лесосеке при заготовке древесины после лесных пожаров, зараженной радиацией, сухостойной и изъеденной короедом

© Кушляев В. Ф., Кушляев Д. В., Кушляева О. В., 2023

[1, 2, 17–21, 22–34].

Технология и система машин с окоркой деревьев на лесосеке при безопасной заготовке древесины после лесных пожаров, зараженной радиацией, опасной сухостойной и изъеденной короедом.

1. Технология и система машин с окоркой деревьев на лесосеке для безопасной заготовки древесины после лесных пожаров (расчистка горельников),

2. Оценка сухостойных и зараженных короедом лесонасаждений Московской области.

3. Технология и система машин с окоркой деревьев на лесосеке для безопасной заготовки и утилизации древесины, зараженной радиацией (лесонасаждения, зараженные радиацией) [1, 2, 3–8, 17–21, 22–34].

1. Технология и система машин с окоркой деревьев на лесосеке для безопасной заготовки древесины после лесных пожаров ((расчистка горельников),

В июне 2022 года Президентом Российской Федерации подписан Указ № 382 «О мерах по сокращению площади лесных пожаров в Российской Федерации», которым закреплены целевые показатели по сокращению площадей лесных пожаров и по ликвидации лесных пожаров в течение первых суток после обнаружения. В целях реализации Указа Советом по вопросам развития лесного комплекса Российской Федерации при Совете Федерации, Минприроды России совместно с Рослесхозом, отраслевыми научными организациями ведется активная работа по разработке практических мер повышения эффективности тушения лесных пожаров и оснащенности субъектов Российской Федерации высокотехнологичными образцами специальной противопожарной техники [1].

Так, в декабре 2022 года в рамках заседания Совета по вопросам развития лесного комплекса Российской Федерации при Совете Федерации принято решение об инициировании разработки и создания системного проекта единой системы связи в лесном комплексе в рамках национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и национального проекта «Экология».

«Вопросы оснащения лесопожарных подразделений субъектов Российской Федерации, Рослесхоза, в частности ФБУ «Авиалесоохрана» невозможно решать без участия ключевых разработчиков специальной техники в нашей стране, в том числе организаций МЧС России и оборонно-промышленного комплекса» – как было отмечено на одной из конференций ФБУ ВНИИЛМ.[1].

Средняя площадь пожаров в лесу в 2022 г. составила 307 га: к 24 августа произошло 10 795 бедствий, которые затронули 3,32 млн га лесных земель. Их масштабность выросла в 7 раз с 2006 г., когда приняли новый Лесной кодекс, и огонь проходил в среднем 46 га, подсчитало «Равенство» по данным Росстата и Авиалесоохраны.

Последние годы были особенно плохими. За 2017–2021 гг. пожары прошли 34,6 млн га (или 4,4 %) леса, а восстановление леса провели только на 5,2 млн га (0,7 %). Всего за 5 лет сгорело на корню 538 млн $м^3$ леса – почти половина от заготовки (1,1 млрд $м^3$) и 0,65 % запасов древесины.

Из-за пожаров стало гибнуть в 8 раз больше леса, чем его восстанавливают

В 2021 г. пожары прошли 8,2 млн га лесных земель, а восстановление леса провели только на 1,1 млн га, что в 8 раз меньше площади пожаров. В советские времена баланс был положительным: в 1990 г. пожары погубили 1,4 млн га леса, но восстановление затронуло 1,8 млн га.

Кодекс 2006 г. сделал лес объектом наживы для немногих и сбросил заботу о нем с государства на регионы и бизнес. За последние 5 лет на защиту леса от пожара выделяли 8,4 млрд руб. в год. Это на треть меньше необходимого объема в 12 млрд руб., говорится в Стратегии развития лесного комплекса до 2030 г. — Правительство Российской Федерации РАСПОРЯЖЕНИЕ от 11 февраля 2021 г. № 312-р. Москва. [1, 2].

Сегодня остро не хватает космических, авиационных и технических мощностей для мониторинга пожарной опасности, тушения огня и расчистки горельников, а имеющаяся техника сильно изношена. Сейчас у Авиалесоохраны 58 самолетов и вертолетов, их средний возраст — 36 лет. Флот МЧС, часть которого тушит пожары, поновее (17 лет), но его не так много — 94 самолета и вертолета, следует из данных Russianplanes.net. Спасатели зависят от иностранных комплектующих для средств защиты, а дефицит техники и спецоборудования по отдельным наименованиям достигает до 90 %.[1, 2].

К 2024 г. власти захотели обеспечить баланс между гибелью и восстановлением лесов, следует из нацпроекта «Экология» [2]. Но за последние 5 лет одни пожары, на которые приходится гибели леса, уничтожили в 7 раз больше леса, чем было восстановлено. За 2016–2021 гг. они прошли 34,6 млн га (или 4,4 %) лесных земель, в то время как лесовосстановительные работы провели только на 5,2 млн га (0,7 %) [2].

Лесовосстановление за последние 30 лет сократилось на 42 %: в 1990 г. его провели на 1,83 млн га, а в 2021 г. — на 1,06 млн га. Причем искусственное лесовосстановление (непосредственная посадка семян и деревьев) упало в 2,7 раза: с 0,57 до 0,21 млн га. Доля этих мероприятий снизилась с нормальных 31 % до 20 % .

Но качество и этих работ оставляет желать лучшего, т.к. требует агротехнического ухода, который делают на 60 %. Не хватает ухода за молодняком: обеспеченность восстанавливаемых лесов рубками составляет 31 %, что часто приводит к их гибели [2].

Есть и проблемы с разведением: большинство объектов лесного семеноводства создавалось 40–50 лет назад, при этом срок их эксплуатации около 25 лет.

В итоге доля ценных пород деревьев снижается. В 2013 г. она была 70,6 %, в 2017 г. — 70,4 %. Растет доля лиственницы, которая сейчас занимает 36 % леса, но на которую приходится незначительный объем лесозаготовок [2].

В результате перехода к капитализму лес в стране стал объектом наживы для немногих. Государство же стало больше заботиться о крупных собственниках и сбрасывало с себя лесохозяйственные обязательства. Это положение закрепили в Лесном кодексе от 2006 г., по которому противопожарные и лесохозяйственные функции переложили на регионы и арендаторов. С тех пор масштабность лесных пожаров выросла в 5–7 раз, а средств на защиту леса от пожаров и лесовосстановление хронически не хватает [2].

Сейчас в аренду сдано более 23 % леса России, в основном лучших его участков. Крупнейшими эксплуататорами русского леса являются 5 фирм. Основной объем леса, в которых контролировался швейцарской и американской фирмами [2].

На эти пять компаний приходится в сумме 10 % сданного в аренду леса.

«Арендаторы лесных участков недостаточно заинтересованы в воспроизводстве лесов, эффективном использовании лесосеки и развитии лесной инфраструктуры», — отмечает правительство в стратегии, не называя конкретные компании [2].

Бизнес зачастую экономит не только на лесовосстановлении, но и налогах с помощью серых и незаконных схем. Например, в 2020 г. при 217 млн м^3 заготовленного леса только через черные схемы вырубили 1,1 млн м^3. Это наносит ежегодный ущерб около 11–12 млрд руб., подсчитала СП РФ [2].

Немногие бизнесмены вкладываются в деревообработку, предпочитая гнать на внутренний рынок и экспорт недостаточно обработанную древесину. В итоге из-за низкой степени передела продукции вклад лесного сектора страны всего 0,7 % ВНП, тогда как в Финляндии или Швеции — около 5 %.

Расчеты показывают, что если принять в среднем по пять миллионов га выгоревшей площади леса в последние 10 лет и минимальный объем оставшегося обгорелого леса 5 м^3/га, а выработка в среднем на 1 валочно-сучкорезно-окорочно-раскряжевочную машину 15 тыс.м^3 в год, то можно определить потребное количество машин.

Исследования технологических процессов и разработка система машин с окоркой деревьев на лесосеке для всех трех направлений: безопасной заготовке древесины после лесных пожаров, зараженной радиацией, опасной сухостойной и изъеденной короедом показали, что они могут быть идентичны (унифицированы). Поэтому мы подробно рассмотрим (ограничимся) технологией и системой машин только для безопасной заготовки древесины зараженной радиацией.

2. Оценка сухостойных и зараженных короедом лесонасаждений Московской области.

Запрет всех видов рубок в Московской области, пожары 2010 года, ветровалы и ледяные дожди 2011 года ослабили деревья и сделали их легкой добычей для прожорливого жука. Все проблемы области уходят своими корнями

в предыдущие годы, когда лесными массивами региона практически никто не занимался, и в лесах, ослабленных засухой, пожарами, буреломами, ветровалами и высокой антропогенной нагрузкой, активизировался опасный жук-вредитель. Известно, что в 2012 году в Московской области зафиксирована вспышка роста численности короеда-типографа. К осени 2012-го года четверть ельников Московской области была поражена короедом.

Для заготовки древесины в количестве около семи миллионов кубометров в год и реального приведения лесов Подмосковья в благоприятное санитарное состояние необходимо разработать целый комплекс мер, основными из которых являются разработка лесозаготовительного технологического процесса и системы (комплекса) машин с учетом наличия на лесосеках значительного объема опасных сухостойных и изъеденных короедом деревьев. Указанные меры должны быть направлены не только на расчистку погибших насаждений и заготовку леса, но и на последующее восстановление устойчивых лесных экосистем [2, 19, 22, 24, 26, 27, 30, 32, 34].

3. Технология и система машин с окоркой деревьев на лесосеке для безопасной заготовки и утилизации древесины, зараженной радиацией (лесонасаждения, зараженные радиацией)

3.1 Оценка радиоактивного заражения лесонасаждений Брянской области.

Катастрофа, случившаяся в ночь с 25 на 26 апреля 1986 года, стала крупнейшей за всю историю атомной энергетики. Радиоактивное облако накрыло 14 регионов страны. Наиболее пострадавшей, в результате аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г. оказалась Брянская область. Площадь загрязнения составила более 11800 км^2. Постановлением Правительства РФ от 18.12.1997 г. № 1582 были определены зоны радиоактивного загрязнения, а также районы и населенные пункты, относящиеся к ним. Можно с уверенностью сказать, что степень экологических проблем Брянской области несоизмерима с ее территорией. Леса приняли основную нагрузку при распространении радионуклидов от взрыва на Чернобыльской АЭС. Есть массивы, где радиация выше 40 кюри на квадратный километр [1, 2].

Территория брянских лесов, подвергшихся радиоактивному загрязнению, составила более 310 тысяч гектаров, в то время как весь лесной фонд области составляет 1,2 миллиона гектаров, это около 25 % от всех лесных угодий региона. Особенно в свое время пострадали от радиации юго-западные районы. При этом объем опасного сухостоя, по оценкам брянских специалистов, составляет более 930 тысяч кубических метров, и он продолжает ежегодно увеличиваться на десятки тысяч кубометров. Сухостойный лес подвержен воздействию короедов, является распространителем болезней, и представляет повышенную опасность в пожарном отношении [1, 2, 3, 4, 26, 27, 30, 32,].

Проблема с радиационным лесом тянется с момента чернобыльской трагедии уже на протяжении более 30 лет. В зонах наибольшего радиоактивного загрязнения скопилось около 2,8 млн. м^3 древесины. Экологи выражают опа-

сения в том, что из-за пожаров может появиться вероятность поднятия радиоактивного облака на территории области [1, 2].

При этом почти 30 % брянских лесов находятся в радиационной зоне, приходящейся на леса, подвергшиеся радиоактивному загрязнению свыше 5 Ku/km^2.

В этот же период скопилось более полумиллиона кубометров спелой и перестойной древесины. Еще 800 тысяч кубометров составил погибший молодняк. Он не выдержал болезней и, возможно, последствий аварии в Чернобыле.

3.2. Технология и техника, применяемые для заготовки и утилизации леса, зараженного радиацией

В результате техногенных аварий, в том числе на Чернобыльской атомной электростанции, значительная часть лесных массивов страны подверглась радиоактивному загрязнению.

Использование древесины из таких регионов весьма актуально, так как позволяет решать экологические проблемы за счет снижения вероятности повторного заражения радионуклидами прилегающих территорий. Предлагается решать данные проблемы на основе технологии переработки древесины, загрязненной радионуклидами на базе мобильных установок, работающих непосредственно на лесосеке от бензиновых или дизельных двигателей. Это позволит избежать перевозки загрязненной древесины в чистые регионы, организовать переработку без строительства стационарных цехов и уменьшить затраты на ее переработку. Эта технология позволяет с минимальными потерями заготавливать и отгружать потребителю древесину в виде окоренного сырья или готовых пиломатериалов. Образующиеся при этом радиоактивные отходы древесины предложено утилизировать путем измельчения и захоронения непосредственно на лесосеке или методами газификации с помощью газогенератора.

Для получения чистой древесины необходимо выполнять целый ряд технологических операций – окорку, распиловку, переработку отходов от распиловки и раскряжевки. Предпочтение следует отдавать мобильным установкам, работающим от бензиновых и дизельных двигателей. [3].

Окорка сортиментов может выполняться передвижным окорочным станком с приводом отбора мощности от вала трактора. Погрузка окоренных сортиментов на подвижной состав может осуществляться манипуляторным погрузчиком или самозагружающимся автомобилем.

В районах зон загрязнения, где удельная активность цезия-137 превышает допустимые нормы не только в коре, но и в верхнем 3-х сантиметровом слое древесины проводить окорку нецелесообразно, так как необходимо будет удалять верхний слой древесины.

При переработке древесины, зараженной радионуклидами, невозможно их полностью удалить, незначительная часть все равно остается. Поэтому из такой древесины целесообразно изготавливать продукцию, которая будет эксплуатироваться там, где не будет прямого контакта с человеком (например, шпалы). Производство шпал не сопряжено с большим количеством операций и

является наименее трудоемким. До настоящего времени они находят широкое применение, так как Россия располагает большой протяженностью железных дорог. Для предлагаемых вариантов технологических процессов можно использовать мобильные установки отечественного, производства. Сортименты диаметром свыше 22 см можно очищать от коры, вывозить для дальнейшего использования или распиловки на мобильных лесопильных рамах, ленточнопильных или круглопильных установках на обрезные пиломатериалы и отгружать потребителю. Для переработки сортиментов диаметром менее 22 см в технологический процесс лесосечных работ можно включать различные передвижные фрезернопильные установки, которые дают возможность практически все сортименты диаметром в верхнем торце 6…18 см и в комле до 22 см переработать в пиломатериалы. Оставшуюся древесину диаметром в верхнем торце меньше 6 см (вершинки и сучья) можно измельчать в передвижных рубильных машинах. [17, 26, 27].

Основные нормативные документы, регулирующие заготовку и утилизацию радиоактивного, зараженного короедом и сухостойного леса даны в работах. [27,28, 30, 32, 34].

АО «Машлес» и академия гражданской защиты МЧС России в качестве базового варианта технологического процесса предлагают процесс, включающий операции:

1) Технология. Валка-пакетирование-трелевка+обрезка сучьев-раскряжевка

Вывозка сортиментов на завод+окорка сортиментов на заводе. Система машин: валочно-трелевочная (аналог ЛП-17А (рис.1), ЛП-50, ЛП-58) + сучкорезно-раскряжевочная (аналог ЛО-35); окорочный станок (аналог: финский станок VK– 26 Valen Cone, и разработаны отечественные станки с хорошими параметрами);

2) Валка-обрезка сучьев-раскряжевка + погрузка и транспортирование сортиментов + вывозка сортиментов на завод + окорка сортиментов на заводе.

Система машин: валочно-сучкорезно-раскряжевочная (аналог МЛХ-434 ПО «МТЗ», Беларусь) + погрузочно-транспортная – форвардер (аналог МЛХ-434 ПО «МТЗ», Беларусь, гусеничная погрузочно-транспортная машина завода ООО ЕЗСМ «Континент» (рис.2, «Витязь») + вывозка сортиментов на завод + окорка сортиментов на заводе (аналог VK– 26. Valen Cone - разработаны отечественные станки).

АО «Машлес» и академия гражданской защиты МЧС России в качестве нового варианта технологического процесса предлагают процесс, включающий операции:

3) Валка-обрезка сучьев-окорка-раскряжевка + погрузка и транспортировка окоренных сортиментов на верхний склад + вывозка окоренных сортиментов на завод.

Система машин: валочно-сучкорезно-окорочно-раскряжевочная (аналоги: ЛП-17А (рис.1), ЛП-50, ЛП-58, МЛХ-434 ПО «МТЗ», Беларусь) + погрузочно-

транспортная – форвардер (аналоги: МЛХ-434 ПО «МТЗ», Беларусь, гусеничная погрузочно-транспортная машина завода ООО ЕЗСМ «Континент» или «Витязь» (рис.3) + вывозка окоренных сортиментов на завод.

При испытании транспортно-технологических машин (рис.1, рис.2) с различными рабочими органами, в том числе предназначенными для заготовки древесины с окоркой деревьев на лесосеке после лесных пожаров (расчистка горельников), зараженной радиацией, сухостойной и изъеденной короедом, а также разрубки противопожарных полос (рубок главного пользования) элементы новизны технологии и машины прошли широкую функциональную и технологическую оценку и подтверждение.

Испытание машин и нового технологического процесса прошли а Оленинском полигоне ЦНИИМЭ и летом 2021 года в Республике Коми, рис.3.

Обоснование объема дерева до 0,5 и свыше 0,5 м^3 выполнено на основании испытаний опытного образца валочно-сучкорезно-окорочно-раскряжевочной машины в лесосеках со средним объемом дерева (хлыста) до 0,14, 0,25, 0,39 м^3. Необходимо отметить, что средний объем деревьев в лесосеках, например, в Карельской республике, Республике Коми, в Московской области составляет в основном 0,14, 0,25, 0,39 м^3. В данном случае деревьев объемом до 0,14, 0,25, 0,39 м^3 может составить на лесосеке до 75–85 %. При эксплуатации валочно-сучкорезно-раскряжевочной машины операторы машины с целью сокращения времени цикла в своей работе сразу начинают совмещать операции срезание сучьев, окорку и раскряжевку с операцией валки. Это позволяет повысить производительность машины до 14–20%. [10, 14, 15].

Рис. 1. Транспортно-технологическая машина ЛП-17А

Таблица 1. **Основные технические характеристики машины ЛП – 17А**

База	ЛХТ – 100
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	73,0 (100)
Скорость движения, км/ч	2,89-12,8
Удельный расход топлива, г/л.с.	155

Производительность по чистому времени работы при среднем объеме хлыста 0,45 м^3 - м^3/ч, не менее	35
Грузоподъемный момент манипулятора, кНм	110
Диаметр обрабатываемых деревьев в месте реза, мм, не более	650
Удельное давление на грунт с гусеницей шириной 600 мм, кПа (кгс/см^2)	35,0 (0,35)
Конструкционная масса, кг	13 400
Габаритные размеры (дл. шир. выс.) машины в транспортном положении, мм	7050, 2 370, 3 500

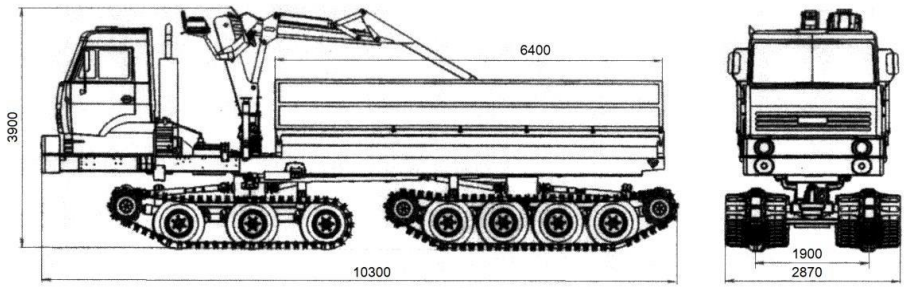


Рис. 2. Гусеничная погрузочно-транспортная машина повышенной проходимости завода ООО «ЕЗСМ «Континент»

Машина предназначена для сбора и транспортирования окоренных сортиментов после работы валочно-сучкорезно-окорочно-раскряжевочной машины. Машина также предназначена для сбора экологически опасных отходов в Арктике. Несколько образцов машины прошли испытания и значительный период эксплуатации в Арктической зоне Российской Федерации.

Таблица 2. **Основные технические характеристики погрузочно-транспортной машины завода «Континент»**

Мощность двигателя ЯМЗ-238М2/диз. кВт (л.с.)	176 (240)
Масса перевозимого груза, до, т	12
Масса транспортера в снаряженном состоянии, кг	14 160
Полная масса транспортера, кг	24 510
Габаритные размеры, не более, мм	10 000 х 2 900 х 3 400
Среднее удельное давление на грунт, кПа(кгс/см^2)	21,4 (0,22)
Максимальная скорость, км/ч	30
Контрольный расход топлива, л/100 км	180
Максимальный преодолеваемый подъем, %,(°)	580 (30)
Глубина преодолеваемого брода, м	1,8
Максимальный косогор, %, (°)	180 (10)

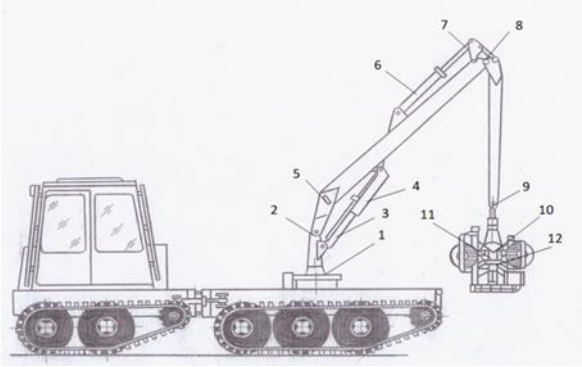


Рис. 3. Валочно-сучкорезно-окорочно-раскряжевочная машина (Схема размещения датчиков при проведении научно-исследовательских испытаний)

Таблица 3. **Основные технические характеристики валочно-сучкорезно-окорочно-раскряжевочной машины**

База	ШС
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	176 (240)
Скорость движения, км/ч	До 30
Удельный расход топлива, г/(кВт·ч) г/(л.с.·ч)	214 (157)
Производительность по чистому времени работы при среднем объеме хлыста 0,35 $м^3$ - $м^3$/ч, не менее	20
Грузоподъемный момент манипулятора, кНм	110
Диаметр обрабатываемых деревьев в месте реза, мм, не более	650
Удельное давление на грунт с гусеницей шир.900 мм, кПа (кгс/$см^2$)	20,0 (0,20)
Конструкционная масса, кг	16 100
Габаритные размеры (д. ш. в.) машины в транспорт.положении, мм	7550, 2 370, 3 550

Расчёт экономической эффективности применения «Способа выработки окоренных сортиментов и рабочего органа (машины) для его осуществления» выполняется путём определения годового экономического эффекта, который может быть получен от использования машины, оснащенной гидроманипулятором и рабочим органом (для валки, обрезки сучьев, окорки и раскряжевки ствола опасных сухостойных и изъеденных короедом деревьев с получением окоренной древесины) в сравнении с базовым объектом.

В соответствии с методикой, за базовый объект принята машина с манипулятором и валочно-сучкорезно-раскряжёвочным устройством (харвестер), например, МЛХ-434 (ПО «МТЗ», Беларусь), используемая в комплексе машин на лесосеке и окорочный станок для обработки полученного лесоматериала (сортимента) в стационарных условиях, например, VK– 26 (Valen Cone, Финляндия или отечественный станок). При этом затраты связанные с вывозкой лесоматериалов не учитываются, так как они будут одинаковы для базового и нового вариантов. Приведённые затраты по базовой и новой технике определяются по формуле:

$$З = С + Е_н \times К, \quad (1)$$

где: С – себестоимость единицы продукции, руб,;

К – удельные капитальные вложения в производственные фонды, руб.;

$Е_н$ – нормативный коэффициент, принимаем $Е_Н$ = 0,15.

Приведённые в таблице показатели работы базовой техники на две фазы работ. Первая, из которых относится к лесосечным работам и включает выполняемые машиной операции валки, обрезки сучьев и раскряжёвки. Вторая фаза работ относится к стационарным условиям и включает окорку с сопутствующими погрузочно-транспортными операциями. Стоимость машино-смены по базовой технике известна из опыта эксплуатации техники в условиях республики Коми. По новой технике стоимость машино-смены увеличивается в сравнении с аналогичным показателем базовой техники по фазе лесосечных работ за счёт увеличения амортизационных отчислений и затрат на обслуживание, в связи с усложнением техники (рабочего органа).

Таблица 4. **Параметры и показатели базового и нового технологического процесса**

№ n/n	Технические параметры и эксплуатационные показатели	Базовая техника		Базовый технологический процесс	Новый технологический процесс
1	Технологические операции	Валка, обрезка сучьев, раскряжевка	Окорка	Валка, обрезка сучьев, раскряжевка + окорка	Валка, обрезка сучьев, окорка, раскряжевка
2	Комплекс машин и оборудования	МЛХ-434 ПО «МТЗ», Беларусь	VK– 26. Valen Cone, Финляндия	МЛХ-434 + VK– 26	ВСОРМ
3	Мощность двигателя, $N_{эф}$, кВт.	114	30 + 15	114 + 30 + 15	114
4	Масса машины, оборудования, кг.	15 500	7 400 + 1100	14 000 + 7 400	15 800
5	Диаметр обрабатываемого ствола (бревна), см.	до 630	100 - 620	до 620	до 630
6	Скорость протаскивания ствола при обрезке сучьев и окорке, м / с.	до 5	0,8		до 3,5
7	Производительность в смену, $м^3$.	95	82	82	82
8	Количество рабочих смен в году.	190	220	220	205
9	Годовой объём работ, А, $м^3$.	18 050	18 050	18 050	16 800
10	Стоимость машины, оборудования, тыс. руб.	11 500	1 800	11 500 + 1 800	11 800

№ n/n	Технические параметры и эксплуатационные показатели	Базовая техника		Базовый технологический процесс	Новый технологический процесс
11	Стоимость машино – смены, руб.	180		120	200
12	Годовая стоимость основных производственных фондов, руб.	10 000	4000	14 000	11 000
13	Себестоимость 1 $м^3$, руб.	144,00	58.00	184,00	139,0
14	Удельные капитальные вложения в основные произ.фонды, К, руб./ $м^3$.	637	100	737	702
15	Удельная масса машин, кг/$м^3$	163,16	103,66	260,98	191,46
16	Удельная мощность машин, $N_{уд}$, кВт/т.	7,4	5,3	7,4	7,3

Производительность в смену по базовой технике принята как известная. По новой технике производительность снизится, за счёт снижения в три раза скорости протаскивания, в следствие одновременного выполнения операций обрезки сучьев и окорки. Суммарная длина протаскиваемых деревьев в смену при среднем объёме дерева 0,5 $м^3$ и его длине 25 м составит 100/0,5:

L = 100 / 0,5 x 2,5 = 5000 м

Время протаскивания при скорости 3 м/сек без окорки составит

T = 5000 / 3 = 1667 сек = 28 мин.

Время протаскивания с окоркой увеличится в 3 раза, а увеличение продолжительности операции протаскивания в новом варианте составит 56 мин в смену. При этом производительность в смену для случая валки, обрезки сучьев и окорки составит:

$$П_2 = \frac{(400 - 56) \times 100}{400} = 86 \text{ м}^3$$

Себестоимость 1 $м^3$ заготовленного лесоматериала - величина расчётная, из приведённых выше (в таблице). При этом по базовой технике себестоимость 1 $м^3$ лесоматериала складывается из себестоимости по лесосечным работам и окорке.

Годовая стоимость основных производственных фондов (техники) и количества лет службы техники.

По приведённой выше формуле $З_1$ для лесоматериала складывается из себестоимости по лесосечным работам и окорке.

В соответствии с приведённой выше формулой $З_1$ для базового варианта составит:

$З_1 = С_1 + Е_Н$ x К = 149,00+ 0,15 x 737,00 = 259,55руб.

Для нового варианта:

$З_2 = С_2 + Е_Н$ x К = 140, 00+ 0,15 x 702,00 = 245,30 руб.

Расчёт годового экономического эффекта производится по формуле:

$З_г = (З_1 - З_2) А_2$ = (259,55 – 245,30) 16 800 = 239 400 руб.

где $А_2$ – годовой объём работ, выполняемых с помощью новой техники.

Качественный показатель удельная масса машины оценивается коэффициентом использования массы машины $К_m$, кВт/м^3, выражающего отношение эффективной мощности двигателя машины (оборудования) $N_{эф}$ к ее сменной производительности Псм:

$$К_m = N_{эф}/П_{см}. \quad (2)$$

Удельная мощность машин $N_{уд}$, кВт/т оценивается отношением эффективной мощности двигателя машины (оборудования) $N_{эф}$ к ее полной массе m_n:

$$N_{уд} = N_{эф} / m_n. \quad (3)$$

Таким образом, в целом по всему процессу (валка, обрезка сучьев, окорка, раскряжевка), выполняемому валочно-сучкорезно-окорочно-раскряжевочной машиной в сравнении с прототипом (валочно-сучкорезно-раскряжевочная машина + отдельный окорочный станок с транспортерами: подающим неокоренные и перемещающим окоренные сортименты) выработка на человека возрастает до 15–22 %, удельная энергоемкость и металлоемкость соответственно сократятся до 17 % и 15 %.

С целью повышения уровня и качества технологического процесса заготовки деревьев с окоркой на лесосеке, обеспечения безопасной заготовки деревьев, повышения качества вырабатываемых лесоматериалов, снижения удельной энергоемкости процесса, особенно при обработке опасных сухостойных и изъеденных короедом деревьев, при заготовке и утилизации деревьев в лесосеках, зараженных радиацией, а также при обработке обгорелых деревьев, оставшихся после лесных пожаров авторы предлагают возможное изобретение «Способ выработки окоренных сортиментов и рабочий орган для его осуществления». (Отправлена в «Роспатент»).

Выводы

1. С целью повышения уровня и качества технологического процесса заготовки деревьев с окоркой на лесосеке, обеспечения безопасной заготовки деревьев, повышения качества вырабатываемых лесоматериалов, снижения удельной энергоемкости процесса, особенно при обработке опасных сухостойных и изъеденных короедом деревьев, при заготовке и утилизации деревьев в лесосеках, зараженных радиацией, а также при обработке обгорелых деревьев, оставшихся после лесных пожаров авторы предлагают разработать, оформить и подать совместно с заводами изготовителями ряд заявок в «Роспатент» на

предполагаемые изобретения «Способ выработки окоренных сортиментов и рабочий орган для его осуществления».

2. Для оптимизации параметров валочно-сучкорезно-окорочно-раскряжевочной машины, ускорения ее серийного выпуска предлагаем рассмотреть выпуск опытных машин и их испытание на заводах: АО «Брянский автомобильный завод», ООО «ЕЗСМ «Континент», АО «МК «Витязь», АО «Галичский автокрановый завод», ООО «ВЕЛМАШ-С», корпорацией «Все краны», НТЦ «Машлес». Предусмотреть финансирование за счет федеральных источников и частных организаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента Российской Федерации от15.06.2022 № 382 «О мерах по сокращению площади лесных пожаров в Российской Федерации".

2. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 11 февраля 2021 г. № 312-р. Москва.

3. Кушляев В.Ф. Машина для рубок ухода за лесом "Дятел-1".- В кн.: Тезисы сообщения при осмотре объектов участниками пленума НТО в ЛОС "Калснава" и Екабпилском ЛПХ.- Рига: ЛатНИИЛХП, 1967, с.20-21.

4. Иевинь И.К. Машина "Дятел-1" для рубок ухода за лесом//. И.К. Иевинь, В.С. Лаздан, В.Ф. Кушляев, Сборник статей по итогам договорных научно-исследовательских работ за 1965-1966 г.г.- М.: Лесная промышленность, 1968, с.100-103.

5. Kuchljaev V.F. Study of a Fellingless Method of Tree Cutting. State Forestry Committer of USSR. The Latvian Scientific Research Institute for Forestry (LatNIILHP). List of distributed papers to the joint JUFRO meeting on thinning and mechanization in Stockholm, Sweden, September 7-13, 1969, 3 p.

6. Иевинь И.К. О комплексной механизации рубок ухода за лесом//И.К. Иевинь, В.С. Лаздан, В.Ф. Кушляев,И.П. Озолинь и др. /.- Лесное хозяйство, 1969, N 6, с.84-86.

7. Baranovskis V., Kushlajevs V., Kopilovs V. Koku gasanas-treilesanas masinas ar hidromanipulatoriem.- Ref. kraj."Mezsaimnieciba un mezrupnieciba".Riga,1976, N 3, 31-33 lpp.

8. Кочегаров В.Г.Способы валки и пакетирования деревьев при рубках с сохранением подроста// В.Г. Кочегаров, В.Ф. Кушляев, И.П. Озолинь, Г.М. Велликок - Лесное хозяйство, 1978, N 10, с.57-59.

9. Кочегаров В.Г. Режимы работы валочно-трелевочной машины флангового типа при заготовке леса с подсортировкой// В.Г. Кочегаров, Ю.А. Ширнин, В.Ф. Кушляев. - В кн.: Лесосечные, лесоскладские работы и сухопутный транспорт леса. Межвуз. сб. науч. тр., вып.8. - Л.: ЛТА, 1979, с. 7-10.

10. Кушляев В.Ф. Лесозаготовительные машины манипуляторного типа//В.Ф. Кушляев. - М.: Лесная промышленность, 1981.- 248 с.

11. Кушляев В.Ф. и др. Конструктивные особенности и применение захватно-срезающих устройств// В.Ф. Кушляев, Е.А. Колобов, В.В. Ладенко. Учебное пособие. Отв. редакторы Баринов К.Н., Кушляев В.Ф. - Л.: ЛТА. 1981.- 63 с.

12. Aufhangung fur das Arbeitsorgan einer Holzaufbereitungsmaschine. Patentschrift Deutsche Demokratische Republik. Patentschrift. DD 256 039 A3. 27.04.1988. Savin, Ivan P.; Kushljaev, Valerij F. etc.

13. Кушляев В.Ф. Основные положения операционной технологии лесосечных работ//В.Ф. Кушляев. Рукопись 10 с. Библиограф. указ. "Депонированные научные работы". - М.: ВИНИТИ, 1983, N 2 (136), с.79.

14. Кушляев В.Ф. Основные требования к разработке перспективных технологических процессов заготовки леса//В.Ф. Кушляев. Рукопись 43 с. Библиограф. указ. "Депонированные научные работы". - М.: ВИНИТИ, 1988, № 4, с.162.

15. Кушляев В.Ф. Исследование взаимодействия лесозаготовительной машины с деревом в процессе его валки и пакетирования//В.Ф. Кушляев, В.М. Рубцов. Рукопись 81 с. Библиограф. указ. "Депонированные научные работы". - М.: ВИНИТИ, 1988, № 4, с.162.

16. Кушляева О.В. Экологические требования к технологии и системе машин для заготовки леса и возможность контроля посредством космического мониторинга//О.В. Кушляева, В.Ф. Кушляев. Москва. Доклад на международном форуме «Авиация и космонавтика – 2006». Московский авиационный институт. Москва. 2006. 6 с. .http://www.mai.
ru/conf/aerospace/intemetconf/modules.php?name=Forums&file=viewtopic&t=1048&
view-previous

17. Кушляев В.Ф. К вопросу создания и использования роботизированной техники для заготовки леса в радиационных зонах//В.Ф. Кушляев. XXII Международная научно-практическая конференция. «Предупреждение. Спасение. Помощь». 4 апреля 2012 года. Химки: ФГБОУ ВПО «АГЗ МЧС России». – 2012 – С. 52 - 54.

18. Кушляев В.Ф. Разработка гусеничной аварийно-спасательной машины повышенной проходимости для условий Арктики//В.Ф. Кушляев, А.А. Аграновский, В.А. Леонов. Материалы Международной НПК. «Автомобильный транспорт сегодня. Проблемы и перспективы». ВГЛТУ. г. Воронеж. 7-9 октября 2015. Журнал: Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. Том 3 № 4 ч.1, 2015. Рубрики: Секция «Современные и перспективные конструкции автотранспортных средств» Воронеж. 2015 – С. 71-76.

19. Кушляев В.Ф. Гусеничные машины повышенной проходимости для тушения лесных пожаров// В.Ф. Кушляев, М.В. Гомонай, А.А. Аграновский, А.А. Максименко, Леонов В.А. Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика научных трудов по материалам международной заочной научно-практической конференции. Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова. Воронеж, 2016. - № 5 ч. 2 (25-2). – С.326 – 332.

20. Леонов В.А. Гусеничные машины повышенной проходимости для арктических условий//В.А. Леонов, В.Ф. Кушляев, В.Г. Полевой, А.А. Аграновский. Сборник материалов круглого стола на тему: «Приоритеты реализации государственной программы вооружения на 2018-2025 годы для спасательных воинских формирований МЧС России». Международный военно-технический форум «Армия – 2016». Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России». – 2016 – С. 60 - 63

21. Кушляев В.Ф. Методика определения вертикальных нагрузок при испытании гусеничных аварийно-спасательных и пожарных машин//В.Ф. Кушляев, О.А. Буровенцева, А.В. Игнатьева, О.В. Кушляева. Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: материалы IV

Всероссийской научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны, Иваново,18 апреля 2017 г. – Иваново ФГБОУ Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017.С.126-132.

22. Кушляев В.Ф. Гусеничные пожарные, аварийно-спасательные и транспортно-технологические машины для Крайнего Севера// В.Ф. Кушляев, М.В. Гомонай, А.А. Аграновский. В.А. Леонов. Журнал: Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. МАДИ. № 3(13). 2017.

23. Кушляева О.В. Совершенствование эксплуатационных параметров рабочих органов// О.В. Кушляева, В.Ф. Кушляев. Современные проблемы транспортно - технологической и аварийно-спасательной техники в системе МЧС: сборник трудов секции № 10 XXVIII Международной научно-практической конференции «Предотвращение.Спасение..Помощь», 22 марта 2018 года. - ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. - Химки, 2018. – С.79-87.

24. Кушляев В.Ф. Создание четырех-гусеничных машин для тушения лесных пожаров в условиях Крайнего Севера//В.Ф. Кушляев, Ч.У. Иргит, В.А. Леонов. Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России, Иваново, 11 декабря 2019 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. – 716 с. С.385 – 394.

25. Ильин А.И. Технические требования к аварийно-спасательной машине на шасси АО «МК «Витязь» для применения в чрезвычайных ситуациях Арктической зоны Российской Федерации//А.И. Ильин, В.Ф. Кушляев, А.А. Аграновский. Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XV Международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России, Иваново, 17–18 ноября 2020 г. – Иваново : ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 577 с. С.194 – 198.

26. Кушляев В.Ф. Технология и техника для безопасной заготовки и утилизации древесины с радиоактивным загрязнением//В.Ф. Кушляев, А.А. Аграновский, О.В. Кушляева. Сборник материалов I Всероссийской НПК «Исследование вопросов радиационной, химической и биологической защиты в мирное и военное время», состоявшейся 11 – 12 ноября 2020 г. в Военной академии радиационной, химической и биологической защиты им. Маршала С.К. Тимошенко, г. Кострома, МО. НТС ВА РХБЗ. - № 4(90). – Ч I. – Кострома, 2020. – С. 201 -211.

27. Разработка предложений по совершенствованию комплекса машин и оборудования для безопасной утилизации древесины в лесонасаждениях с радиоактивным загрязнением. Бакалаврская работа. Поясн. записка. Студент: IV - го курса, 361 уч. гр. ИФ Асламова А.Ю. Науч. рук. Кушляев В.Ф. Химки: ФГБОУ ВО «АГЗ МЧС России». – 2020 – 81 с.

28. Кушляев В.Ф. Предложения к разработке техники для безопасной заготовки и утилизации древесины с радиоактивным загрязнением// В.Ф. Кушляев, А.С. Еропкин, О.В. Кушляева. Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции «Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения» - 22 апреля 2021 г. ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России. - С.51-57.

29. Кушляев В.Ф. Транспортно-технологические машины повышенной проходимости для условий Арктической зоны Российской Федерации// В.Ф. Кушляев, А.А.

Аграновский, Д.В. Кушляев. Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидации. Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций МЧС Республики Беларусь. Минск. 2021. № 2 (50). - с.139-163.

30. Технология и система машин с окоркой деревьев на лесосеке для безопасной заготовки и утилизации древесины, зараженной радиацией, опасных сухостойных, изъеденных короедом и обгорелых деревьев// В.Ф. Кушляев, А.Ю. Асламов, Д.В. Курчин, О.В. Кушляева, Д.В. Кушляев, В.А. Леонов, А.И. Ильин, А.Б. Сдобнов. Конкурсная работа академии гражданской защиты МЧС России, представленная на конкурс работ МЧС России «Есть идея-2021» 10 декабря 2021 г. Химки. Объем 98 стр. с рис. и табл. Научн. рук. доц. каф. № 34, к.т.н., с.н.с. Кушляев В.Ф.

31. Кушляев В.Ф. Нагрузки на ходовую систему и компоновка машин повышенной проходимости для выполнения работ в сложных условиях// В.Ф. Кушляев, Д.В. Кушляев, О.В. Кушляева, А.Д. Сози, М.А. Зеленов. Наука молодых: сборник научных статьей участников XIV Всероссийской научно-практической конференции, 22-23 декабря 2021 г. г. Арзамас, Арзамасский филиал ННГУ. СУНЦ ННГУ, АПИ (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Арзамас: Арзамасский филиал ННГУ, 2021. – С.188-195.

32. Кушляев В.Ф. Программа и методика исследовательских испытаний машин с автоматизированной системой управления для безопасной заготовки и утилизации древесины зараженной радиацией, опасных сухостойных, изъеденных короедом и обгорелых деревьев// В.Ф. Кушляев, Д.В. Кушляев, О.В. Кушляева, А.Д. Сози, М.А. Зеленов, А.К. Брагин. Сборник статьей XVIII Международной научно-практической конференции «Гражданская оборона и природно-технические системы» - ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – 24-25 марта 2022 г. Воронеж. - С.135-158.

33. Юнкина У.П. К методике проектирования манипулятора, обеспечивающего безопасное функционирование машины в чрезвычайных ситуациях// У.П. Юнкина, М.Ю. Яковенко, Д.В. Кушляев, О.В. Кушляева, В.Ф. Кушляев. Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 14 апреля 2022 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – С.452-469.

34. Кушляев В.Ф. Система машин и модель оценки производительности основной машины для разрубки противопожарных просек и обработки деревьев после лесных пожаров// В.Ф. Кушляев, Д.В. Кушляев, О.В. Кушляева, А.Д. Сози, М.А.Зеленов, А.К. Брагин. Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности: сборник материалов дней науки с международным участием, 6-10 декабря 2021 г. – Екатеринбург: ФГБОУ ВО «Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. Ч.1. – 2022. –С. 142-151.

УДК 614.8

А. В. Лагутина, А. Ю. Баранник
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (федеральный центр науки и высоких технологий) (ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ))

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РОБОТИЗАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОГО АВТОМОБИЛЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ АВИАЦИОННЫХ БОМБ, ФУГАСОВ И ДРУГИХ КРУПНОКАЛИБЕРНЫХ НЕРАЗОРВАВШИХСЯ БОЕПРИПАСОВ

В статье рассмотрены вопросы, направленные на повышение безопасности выполнения мероприятий по обезвреживанию, транспортировке и утилизации взрывоопасных предметов, путем внедрения робототехнических технологий при создании специального автомобиля для транспортировки авиационных бомб, фугасов и других крупнокалиберных неразорвавшихся боеприпасов.

Ключевые слова: специальный автомобиль, взрывоопасные предметы, разминирование, утилизация, транспортировка, робототехническое средство.

A. V. Lagutina, A. Yu. Barannik

PROPOSALS FOR ROBOTICS OF A SPECIAL VEHICLE FOR TRANSPORTING AIRCRAFT BOMBES, HEAD GUNS AND OTHER LARGE-CALIBER UNEXPLODED AMMUNITION

The article discusses issues aimed at improving the safety of carrying out activities for the neutralization, transportation and disposal of explosive objects, through the introduction of robotic technologies when creating a special vehicle for transporting aircraft bombs, landmines and other large-caliber unexploded ordnance.

Key words: special vehicle, explosive objects, mine clearance, disposal, transportation, robotic device

Целью данной статьи является формирование предложений по внедрению робототехнических технологий при создании специального автомобиля для транспортировки авиационных бомб, фугасов и других крупнокалиберных неразорвавшихся боеприпасов.

Постановка задачи исследования. В соответствии с Федеральным законом № 351-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» и Федеральным законом № 28-ФЗ «О гражданской обороне» значительно увеличивается объем задач по уничтожению взрывоопасных предметов.

© Лагутина А. В., Баранник А. Ю., 2023

С целью повышения эффективности решения данных задач необходимо рассмотреть возможность повышения безопасности выполнения одного из ключевых мероприятий – транспортировка взрывоопасных предметов к месту утилизации путем формирования подходов к созданию специального автомобиля для транспортировки авиационных бомб, фугасов и других крупнокалиберных неразорвавшихся боеприпасов с элементами роботизации.

Анализ изменений законодательства Российской Федерации в области организации и проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения показал, что в 2022 году произошли существенные изменения в части законодательной базы, касающейся вопросов в части организации работ по обезвреживанию взрывоопасных предметов. Так в июле 2022 года был принят закон (Федеральный закон № 351-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации») [7], который уточнил действия федеральных органов исполнительной власти в выполнении задач по разминированию. Этим законодательным актом были внесены изменения в статью 22 «Тушение пожаров и проведение аварийно-спасательных работ» главы IV «Обеспечение пожарной безопасности» Федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» [8].

В частности, перечень действий, осуществляемых подразделениями пожарной охраны, дополнен следующим положением: «участие в проведении работ по поиску, обезвреживанию и (или) уничтожению взрывоопасных предметов в порядке, определяемом федеральным органом исполнительной власти в области обороны совместно с федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности, и другими федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными на организацию проведения указанных работ, оказании помощи в реализации международных программ, проектов и операций по гуманитарному разминированию, выполнение взрывных работ».

Кроме того ФЗ № 351 определяет следующие изменения в статью 15 Федерального закона от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне», которая дополняется еще одним разделом, касающимся деятельности Государственной противопожарной службы Российской Федерации: «6. Спасательные воинские формирования, профессиональные аварийно-спасательные формирования федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области гражданской обороны, и структурные подразделения федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы участвуют в проведении работ по поиску, обезвреживанию и (или) уничтожению взрывоопасных предметов в порядке, определяемом федеральным органом исполнительной власти в области обороны совместно с федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области гражданской обороны, и другими федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными на организацию проведения указанных работ, оказании помощи в реализации международных программ, проектов и операций по гумани-

тарному разминированию, а также выполняют взрывные работы в порядке, определяемом федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области гражданской обороны» [6].

Таким образом, в соответствии с вышеуказанными документами, одной из актуальных задач деятельности подразделений пожарной охраны является повышение эффективности мероприятий по поиску, обезвреживанию и (или) уничтожению взрывоопасных предметов (далее – ВОП) [5].

Одним из ключевых направлений реализации вышеуказанных законодательных актов является создание условий, когда человек при очистке местности от ВОП будет в максимальной степени исключен из процесса непосредственной работы с взрывчатыми веществами. Для этого необходимо оснащение подразделений, выполняющих данные задачи, роботизированными средствами разминирования, способными в максимальной степени заменить человека и тем самым обеспечить безопасность работ [3, 4].

В данной статье представлены предложения, направленные на повышение безопасности выполнения одного из важнейших элементов мероприятий по обезвреживанию взрывоопасных предметов, а именно мероприятий по транспортировке ВОП к месту утилизации.

Порядок перевозки ВОП в МЧС России определен Временной инструкцией по порядку привлечения и выполнения в территориальных органах МЧС России аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с обнаружением взрывоопасных предметов (утверждена заместителем министра МЧС России 19.06.2020 г.) (далее – инструкция) [1]. В соответствии с данной инструкцией на специальном автомобиле пиротехнического подразделения должна осуществляться перевозка взрывчатых веществ (далее – ВВ) и средств взрывания (далее – СВ), необходимых для выполнения задачи по разведке и очистке местности от ВОП. При этом количество капсюлей-детонаторов (электродетонаторов, зажигательных трубок) не должно превышать 100 шт., а ВВ – 25 кг. Расстояние между ящиком с ВВ и ящиком с СВ должно составлять не менее 1,5 м. Специальный автомобиль должен быть оборудован проблесковым маячком желтого цвета на крыше кабины, а спереди и сзади автомобиля должны быть установлены знаки опасных грузов.

Для защиты личного состава, находящегося в кабине специального автомобиля, предусматривается оборудование в кузове защитного экрана, состоящего из двух стенок бруса или накатника толщиной 15 см каждая. Пространство между стенками в 60-70 см должно заполняться песком или грунтом (рис. 1). При необходимости таким же образом может защищаться весь периметр автомобиля.

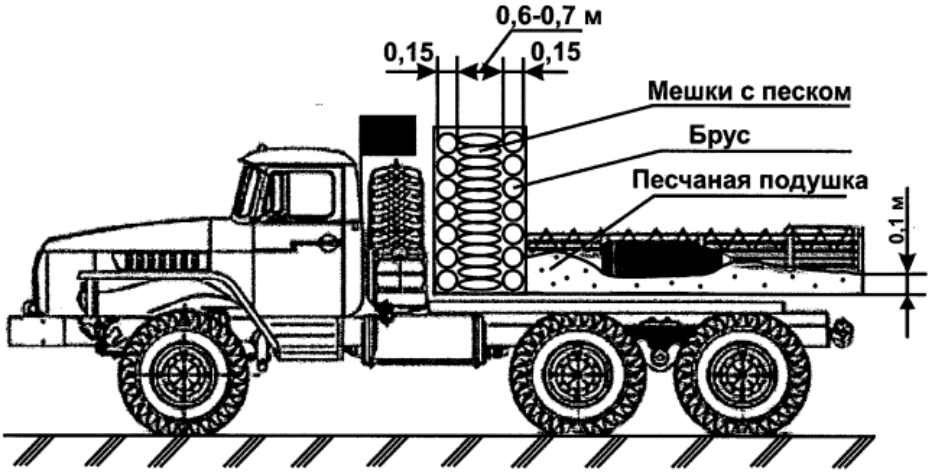


Рис. 1. Оборудование автомобиля для перевозки ВОП

Перевозка ВОП предполагается укладкой их в один ряд по высоте на настил из песка или опилок. При этом должен быть исключен контакт ВОП между собой.

В настоящее время проводятся исследования, целью которых является создание специального автомобиля для транспортировки авиационных бомб, фугасов и других крупнокалиберных неразорвавшихся боеприпасов (далее – специальный автомобиль).

Актуальность данных исследований обусловлена наличием большого количества неразорвавшихся предметов, а также отсутствием в специальных подразделениях МЧС России специальных средств для безопасной транспортировки взрывоопасных предметов от места нахождения к месту утилизации в случае невозможности их ликвидации на месте.

Анализ порядка выполнения мероприятий, связанных с транспортировкой взрывоопасных предметов показывает, что полная роботизация данного процесса в настоящее время не возможна. Это связанно с тем, что технология создания беспилотных грузовых автомобилей в настоящее время обеспечивает передвижение только по специально оборудованным автомобильным дорогам и таким образом не обеспечивает возможность применения таких автомобилей по бездорожью или по неподготовленным дорогам. Следовательно, исключение человека при транспортировке ВОП в настоящее время не возможно.

Исходя из этого, был сделан вывод, что основными элементами роботизации специального автомобиля будут:

введение в его состав робототехнического средства транспортировки ВОП;

оснащение системой дистанционного управления и технического зрения крана погрузочного гидравлического [2].

Основные характеристики данных элементов приведены ниже.

Робототехническое средство предназначено для транспортирования ВОП (рис. 2, табл. 1).

Рис. 2. РТК Богомол В4

Таблица 1. **Технические характеристики РТК Богомол В4**

№ п/п	Показатели	Характеристики
1.	Габариты (Д×Ш×В)	143×106×57
2.	Максимальная грузоподъемность	250 кг
3.	Максимальная скорость движения	до 32 км/ч
4.	Дальность управления по радиоканалу	до 2 км
5.	Масса	280 кг
6.	Максимальный преодолеваемый угол подъема	40
7.	Время работы в непрерывном движении	до 10 ч
8.	Время работы в режиме ожидания	72 ч

Кран погрузочный гидравлический предназначен для проведения погрузочно-разгрузочных работ. Представляет собой подъемное устройство, включающее в себя подъемный механизм, систему управления, опорную раму и опоры-аутригеры. Особенностью данной КМУ являются сниженные габариты в транспортном положении, что обеспечивает возможность перевозки специального автомобиля самолетом ИЛ-76 (табл. 2).

Таблица 2. **Технические характеристики крана погрузочного гидравлического**

№ п/п	Показатели	Характеристики
1	Количество гидравлических телескопируемых секций стрелы, шт.	2
2	Грузоподъёмность (нетто), т: Основного подъёма (гидравлические удлинители):	
2.1	максимальная	4,1
2.2	на максимальном вылете	1,425

№ п/п	Показатели	Характеристики
2.3	дополнительного подъёма (на дополнительной скобе в основании рукояти), максимальная	4,6
3	Вылет основного подъёма, м	
3.1	максимальный	8,5
3.2	минимальный	2
4	Масса установки в транспортном положении, т	2,05

Вывод. Выполнение по очистке местности от ВОП связано со значительным риском для жизни и здоровья личного состава пожарно-спасательных подразделений, выполняющих данные задачи. В связи с этим при разработке специального автомобиля для транспортировки авиационных бомб, фугасов и других крупнокалиберных неразорвавшихся боеприпасов необходимо максимально ограничить участие человека при выполнении всех операций по погрузке и транспортировке ВОП. Предложенный подход позволяет на основе внедрения в конструкцию разрабатываемых автомобилей серийных конструктивных элементов кранов погрузочных гидравлических и робототехнических средств в значительной мере решать данную задачу и повысить безопасность выполнения задач по очистке местности от ВОП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временная инструкция по порядку привлечения и выполнения в территориальных органах МЧС России аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций, связанных с обнаружением взрывоопасных предметов, утверждена заместителем Министра МЧС России П.Ф. Барышевым, 19.06.2020 г.

2. ГОСТ 33167-2014 «Краны погрузочные гидравлические. Требования безопасности».

3. Комплексные исследования в области создания и внедрения перспективных робототехнических средств, в том числе развитие учебной базы для подготовки операторов робототехнических комплексов, материально-технической базы для эксплуатации робототехнических комплексов и подходов к технико-экономическому обоснованию рациональности системы испытаний робототехнических комплексов в МЧС России: отчет о НИР (3 этап, заключительный): ВНИИПО МЧС России; М., 2021. – 502 с. – Инв. № 6742.

4. Комплексные исследования в области создания и внедрения перспективных робототехнических средств, в том числе развитие учебной базы для подготовки операторов робототехнических комплексов, материально-технической базы для эксплуатации робототехнических комплексов и подходов к технико-экономическому обоснованию рациональности системы испытаний робототехнических комплексов в МЧС России: отчет о НИР (2 этап, заключительный): ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ); М., 2021 – 192 с. – Инв. № 2023.

5. Лагутина А.В., Баранник А.Ю. Перспективы применения робототехнических комплексов подразделениями пожарной охраны при выполнении мероприятий по очистке местности от взрывоопасных предметов // Актуальные вопросы пожаро-

тушения: сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 26 мая 2023 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – 101-106.

6. Федеральный закон от 12.02.1998 N 28-ФЗ «О гражданской обороне».

7. Федеральный закон от 14.07.2022 N 351-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

8. Федеральный закон от 21.12.1994 N 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

УДК 614.849

А. А. Лазарев, О. С. Романова, В. Ю. Емелин, А. М. Мочалов, А. А. Липинская
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

О ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ, НЕ ПРОВЕРЕННЫХ НАДЗОРНЫМИ ОРГАНАМИ

Проведен анализ пожарной обстановки в стране, в том числе на поднадзорных объектах, предложены рекомендации к данной проблематике.

Ключевые слова: пожарная опасность, контрольные (надзорные) мероприятия, пожарная безопасность, нарушения.

A.A. Lazarev, O. S. Romanova, V. Y. Emelin, A. M. Mochalov, A. A. Lipinskaya

ABOUT FIRE SAFETY OF OBJECTS WITHOUT INSPECTIONS OF SUPERVISORY AUTHORITIES

The analysis of the fire situation in the country, including at supervised facilities, is carried out, recommendations for this problem are proposed.

Key words: fire danger, control (supervisory) measures, fire safety, violations.

Пожарная безопасность объектов может обеспечиваться различными организационными мерами [1-6]. Главное, чтобы эта организационная деятельность была не формальной и в полной мере направлялась на предотвращение пожаров и защиту людей. Пожары наносят значительный материальный ущерб и могут привести к травмам и гибели людей. Но, анализ их причин будет способствовать выработке профилактических мер [7, 8].

© Лазарев А. А., Романова О. С., Емелин В. Ю., Мочалов А. М., Липинская А. А., 2023

Основы пожарной безопасности закладываются на этапе проектирования и планирования процесса, учитываются инженерные и технологические мероприятия, представленные в проектах. Выполнение правил пожарной безопасности является обязательным для всех граждан и организаций независимо от формы собственности.

В 2022 году органами МЧС России проведено 488 контрольных (надзорных) мероприятий и проверок (в 2021 г. — 3379, уменьшение на 85,5 %). [9]. Согласно информационно-аналитического сборника ФГБУ ВНИИПО МЧС России в 2018 году произошло 131840 пожаров, в 2019 году — 471426 ед., в 2020 году — 439306 ед., 2021 — 390764 ед., 2022 — 352509 ед. [9].

Анализом статистики в 2019–2020гг. прослеживаются всплески пожаров, небольшое снижение в 2021–2022гг. [9].

Несмотря на статистику пожаров, уже в 2020 году назначение и проведение проверок, органами надзора (контроля), в том числе, МЧС России приостановлено [9].

Кроме того, в таблице приведена статистика пожаров на поднадзорных органам МЧС России объектах, из которой следует, что количество пожаров на таких объектах растет [9].

Таблица. **Статистика пожаров на поднадзорных органам МЧС России объектах**

Виды объектов	2021		2022	
	Пожары, ед.	Гибель, чел.	Пожары, ед.	Гибель, чел.
Поднадзорные объекты	16 339	303	19 448	199
из них объекты субъектов малого и среднего предпринимательства	6 092	114	7 350	95
% от общего количества на поднадзорных объектах	37	38	38	48

Как правило, отсутствие специально оборудованных мест для курения влечет курение в неустановленных местах, нередко вблизи легковоспламеняющихся материалов.

Также выделяют следующие причины пожаров:

− ненадлежащее состояние электрооборудования, нарушения требований пожарной безопасности при эксплуатации генераторов теплоты, в том числе печного и газового отопления, различных технологических установок, автомобильной техники;

− нарушение установленных требований к монтажу, использованию осветительного оборудования;

− использование в быту электронагревательных приборов «домашнего» производства;

− хранение, обращение с нарушением требований к легковоспламеняющимися, горючими жидкостями, сжатыми газами;

− эксплуатация оборудования, находящегося в состоянии, требующем ремонта, замены, в результате чего возникает возможность возникновения пожара и угрозы безопасности людей.

Резонансные пожары вынуждают проводить внеплановые контрольные (надзорные) мероприятия. Так, трагедия в торговом центре «Зимняя вишня» в г. Кемерово вызвала внеплановые проверки пожарной безопасности объектов по всей России. После трагедии проведено около 86 000 объектов, включая 11 000 ТРЦ, выявлено более 282 000 нарушений пожарной безопасности [9].

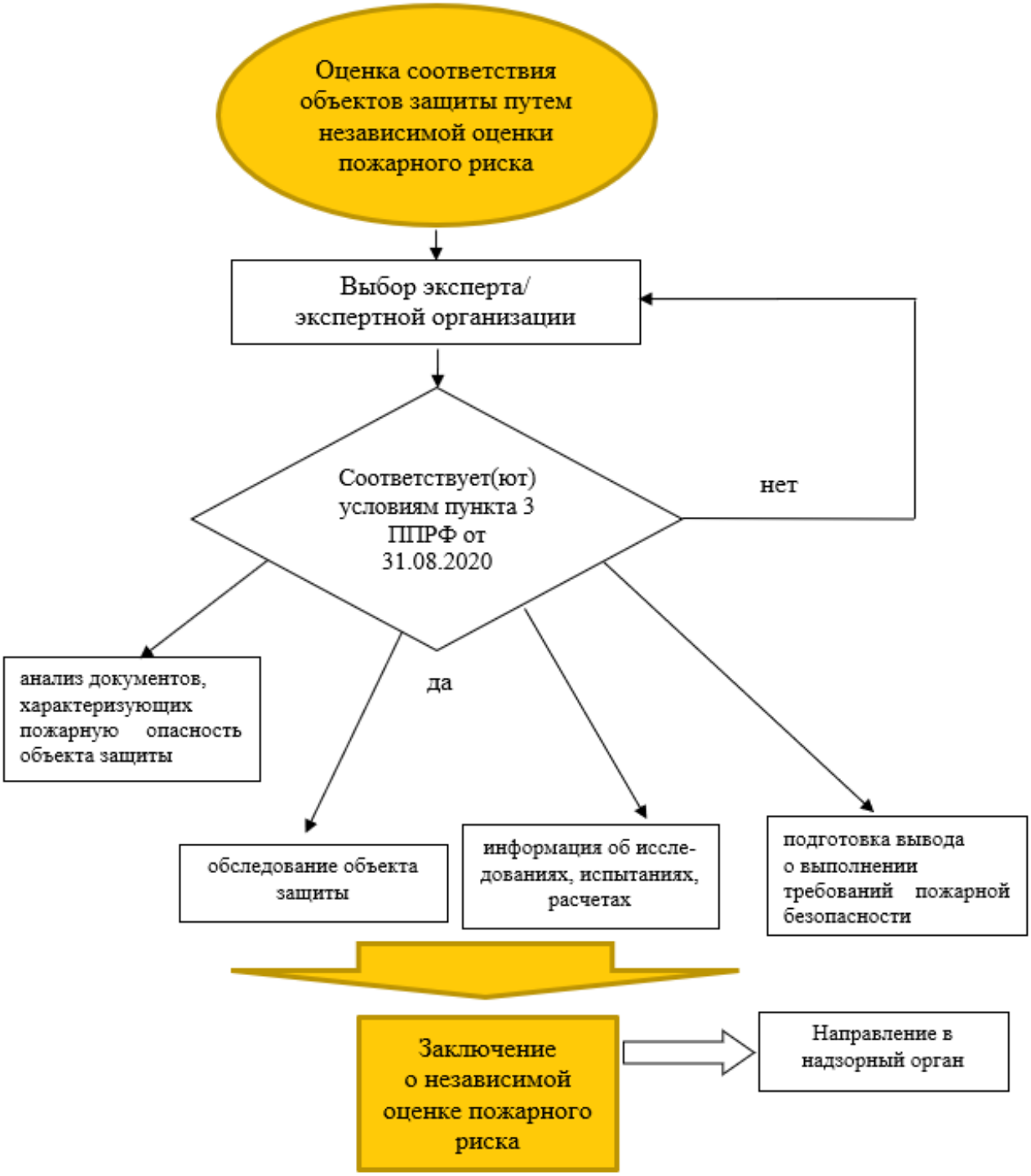


Рисунок. Организационно-структурная схема НОР

Пожары в подконтрольных (поднадзорных) объектах приводят к гибели людей, разрушению сооружений и осложнению экологической ситуации. При этом, несмотря на пожарную обстановку, собственники объектов, не принимают необходимых решений, не уделяют вопросам обеспечения пожарной безопасности должного внимания, в том числе и подготовке специалистов [10].

В настоящее время количество надзорных мероприятий снижается. В результате их отсутствия ухудшается пожарная обстановка на подконтрольных объектах, вырастают риски возникновения пожаров. Одним из вариантов решения этой проблемы может быть организация независимой оценки пожарного риска (далее – НОР, аудит пожарной безопасности). Организационно-структурная схема оценки представлена на рисунке.

В данной ситуации руководителям организаций различных форм собственности предлагается организовать служебный контроль внутри организации, установить длительность и регулярность проведения профилактических мероприятий. Система независимой оценки рисков создана для повышения защищенности имущества юридических лиц и предпринимателей.

НОР и положительное заключение свидетельствуют о пожаробезопасности объекта. При проведении НОР снижается административная нагрузка для предпринимателей.

На основе проведенного анализа выявлен ряд организационных проблем. Решением указанных проблем представляется целесообразным выполнение алгоритма организационно-структурной схемы НОР. Этот альтернативный вариант поможет администрации объекта поддержать его пожарную безопасность на должном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазарев А.А., Казаков А.Х., Сторонкина О.Е., Мочалов А.М. Ведомственный контроль как средство предупреждения пожаров в садоводческом некоммерческом товариществе Черекского района Кабардино-балкарской республики. Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 1 (46). С. 103-110.

2. Чистяков К. А. Ведомственный пожарный надзор как одно из средств обеспечения пожарной безопасности в уголовно-исполнительной системе Российской Федерации // Ведомости уголовно-исполнительной системы. 2020. № 12 (223). С. 69–74.

3. Ткаченко Е.В. Противопожарное состояние на объектах с массовым пребыванием людей // Точная наука. 2021. № 116. С. 9-11.

4. Лазарев А.А., Лапшин С.С., Мочалов А.М., Емелин В.Ю., Троицкая Д.Д. Сравнительный анализ восприятия школьниками противопожарных памяток и видеороликов // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 4 (74). С. 81-88.

5. 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.

6. Романова О.С. Методологические аспекты исследования организационной (корпоративной) культуры. Вестник Ивановского государственного университета. Серия: Экономика. 2020. № 3 (45). С. 7-17.

7. Бритков А.А., Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Возможные причины разрушения отопительных котлов на твердом топливе // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности. 2018. С. 200-202.

8. Мартынов И.М., Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Расследование дел о пожарах в многоквартирных домах из-за обрыва N (PEN) провода, определение ответчика // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2017. Т. 1. № 8. С. 559-562.

9. Официальный сайт МЧС России [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://mchs.gov.ru/

10. Солдатов Р.А., Лазарев А.А., Карасев Е.В., Курочкина Е.Ю., Таратанов Н.А. Применение электронных тестов при дистанционном и смешанном обучении с использованием информационно-цифрового инструмента FIRETEST // Пожарная и аварийная безопасность. 2022. № 4 (27). С. 119-128.

УДК 614.849

А. А. Липинская, А. А. Лазарев, О. С. Романова, В. Ю. Емелин, А. М. Мочалов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ СУДЕБНОЙ ПРАКТИКИ ПРИВЕДЕНИЯ В ПОЖАРОБЕЗОПАСНОЕ СОСТОЯНИЕ ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ

На основе анализа судебной практики и тактики поведения защитников предложены решения по обоснованию позиции органов ГПН, необходимости выполнения предписания.

Ключевые слова: пожарная опасность, торговый центр, проведение контрольных (надзорных) мероприятий.

A. A. Lipinskaya, A. A. Lazarev, O. S. Romanova, V. Y. Emelin, A. M. Mochalov

ANALYSIS OF JUDICIAL PRACTICE OF BRINGING SHOPPING MALLS INTO A FIRE-SAFE CONDITION

Based on the analysis of judicial practice and tactics of behavior of defenders, solutions are proposed to substantiate the position of the GPN bodies, the need to fulfill the prescription.

Key words: fire danger, shopping center, carrying out control (supervisory) measures.

© Липинская А. А., Лазарев А. А., Романова О. С., Емелин В. Ю., Мочалов А. М., 2023

Пожарная безопасность торговых центров (далее — ТЦ) неоднократно рассматривалась исследователями [1–4]. В статье [3] выделялись 3 основных подхода к доказыванию пожарной опасности ТЦ в суде: интерпретационный, поверочно-измерительный и историко-ретроспективный. Существует также опасность того, что представитель ТЦ или защитник может неверно истолковать требования нормативных правовых актов. Сотрудник ГПН может быть готов к разоблачению подмены понятий или необоснованной конъектурной модификации требований норм [5]. Такие знания потребуются как для ведения противопожарной пропаганды [6], так и для расследования пожаров [7, 8].

Одним из возможных причин такого поведения может быть обжалование предписания надзорного органа. Так, например, администрацией одного ТЦ в г. Иваново было принято решение о том, что работы по выделению помещения пожарного поста и обработке перекрытий огнезащитными материалами уже выполнены.

Посчитав также, что ежегодное выполнение указанных работ не требуется, так как всё по мнению администрации объекта было сделано в соответствии с законодательством, была направлена жалоба на предписание в Арбитражный суд. Заявитель подчеркивал, что представил все необходимые документы по запросу МЧС РФ, замечания по качеству работ отсутствовали. Помещение пожарного поста обустраивалось на основе проекта, разработанного сторонней организацией, обладающего всеми необходимыми разрешениями.

Материалы для строительства пожарного поста по утверждению представителей ТЦ имеют сертификаты соответствия требованиям пожарной безопасности. Также отмечались ошибочными выводы надзорного органа о необходимости подтверждения решений проектной организации протоколами испытаний.

Второй и третий этажи здания заявителем характеризовались как имеющие одинаковый функционал - производственные помещения. Противопожарное покрытие между этажами показалось излишним, так как они имеют одинаковый функционал.

В 2016 году в ТЦ были выполнены работы по обработке железобетонных ребристых плит огнезащитным покрытием. Основанием для проведения работ послужило ранее выданное предписание. Работы проводились в соответствии с заключенным договором с лицензиатом МЧС России.

По мнению представителей ТЦ вид работ был выбран с учетом характеристик межэтажного перекрытия и строительных норм и правил. Они стремились при помощи краски ВУП-2Б повысить предел огнестойкости железобетонных конструкций до REI 150.

Также были озвучены следующие утверждения:

• подготовка дополнительной документации по огнезащите не требуется для здания ТЦ;

• проект огнезащиты – это специальные технические условия и договор с лицензиатом, выполнявшим работы;

• после выполнения работ подрядной организацией, проведены испытания в независимой лаборатории;

• средняя толщина огнезащитной обработки соответствует нормативным документам;

• лаборатория исследовала только характеристики краски, но толщина огнезащитного слоя измерялась;

• перекрытия между вторым и третьим этажом соответствуют необходимому пределу огнестойкости;

• неясно, какие действия должно совершить руководство ТЦ для выполнения предписания.

Надзорный орган не согласился с требованиями ТЦ и настаивал на нарушениях пожарной безопасности.

Для ТЦ были разработаны специальные технические условия (далее – СТУ) для обеспечения пожарной безопасности этого здания. Основанием для разработки СТУ послужило наличие помещений с разной функциональной пожарной опасностью и отсутствие общероссийских норм для проектирования многофункциональных зданий. СТУ должны соблюдаться на всех этапах проектирования, реконструкции здания и эксплуатации.

В здании ТЦ проведены работы по монтажу противопожарных ограждений и конструкций в помещении охраны. Гипсокартон был использован для монтажа противопожарной перегородки 1-го типа. Объекты защиты (продукция) общего назначения и пожарная техника подлежат обязательному подтверждению соответствия требованиям пожарной безопасности.

В ходе проведения контрольного (надзорного) мероприятия был предоставлен Протокол испытания продукции. В результате проверки были обнаружены нарушения требований пожарной безопасности. Надзорный орган обязан был выдать предписание об устранении нарушений. Установленные судом обстоятельства свидетельствуют о соответствии оспариваемого предписания законодательству. Требования заявителя были признаны неподлежащими удовлетворению, так как отсутствует совокупность двух условий.

Ссылка заявителя, что в случае использовании краски ВУП-2Б была проведена именно конструктивная огнезащита согласно акту о приемке выполненных работ судом была отклонена по следующим основаниям.

Согласно акту 2016 года, были выполнены работы по перетирке внутренних помещений от побелки, огрунтовка бетонных поверхностей и нанесение самой огнезащитной краски. Данные работы не отвечают требованиям конструктивной огнезащиты установленными п. 3.2 Свода правил СП 2.13130 [9]. Тот факт, что покрытие на основе краски ВУП-2Б повышает предел огнестойкости бетонных конструкций до 150 минут, не свидетельствует о выполнении разработанных для ТЦ специальных технических условий, которые устанавливают необходимость именно конструктивной огнезащиты перекрытий 2 и 3 этажей. В связи с чем, изложенные обстоятельства свидетельствуют о наличии

у надзорного органа законных оснований для вынесения оспариваемого предписания.

Указанная судебная практика может быть использована как в отдельности, так и единовременно, а также в сочетании с постановкой процессуальных вопросов производства по административным делам. Это обусловлено тем, что бремя доказывания своей правоты лежит на сотруднике ГПН, а любое неустранимое сомнение будет истолковано судом не в его пользу. Правоприменительная практика требует разноплановых подходов к обоснованию пожарной опасности ТЦ в суде и доказывания необходимости выполнения предписания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Присадков В.И. [и др.] Инженерный метод выбора рационального варианта противопожарной защиты объектов с экономической ответственностью. Пожаровзрывобезопасность. 2016. № 8. С. 49-57.

2. Клушин А.Н., Лазарев А.А. О совершенствовании технического регулирования при разработке правил пожарной безопасности для торгово-развлекательного центра. В сборнике: Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России. 2019. С. 628-631.

3. 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.

4. Лазарев А.А., Мочалова Т.А., Курушин И.А. Разработка предложений по совершенствованию общественного контроля пожарной безопасности торгового центра. Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 1 (46). С. 111-119.

5. Солдатов Р.А., Лазарев А.А., Карасев Е.В., Курочкина Е.Ю., Таратанов Н.А. Применение электронных тестов при дистанционном и смешанном обучении с использованием информационно-цифрового инструмента FIRETEST // Пожарная и аварийная безопасность. 2022. № 4 (27). С. 119-128.

6. Лазарев А.А., Лапшин С.С., Мочалов А.М., Емелин В.Ю., Троицкая Д.Д. Сравнительный анализ восприятия школьниками противопожарных памяток и видеороликов // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 4 (74). С. 81-88.

7. Бритков А.А., Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Возможные причины разрушения отопительных котлов на твердом топливе // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности. 2018. С. 200-202.

8. Мартынов И.М., Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Расследование дел о пожарах в многоквартирных домах из-за обрыва N (PEN) провода, определение ответчика // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2017. Т. 1. № 8. С. 559-562.

9. Свод правил СП 2.13130.2020 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты

УДК 614.8.067

И. А. Литовкин
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ГАЗОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ

В статье приведен пример обоснования применения автоматической системы газового пожаротушения для помещения хранения книг библиотеки, анализируется проведение своевременной эвакуации персонала и посетителей, что является важнейшим показателем эффективности системы обеспечения пожарной безопасности на объекте с массовым пребыванием людей.

Ключевые слова: объекты с массовым пребыванием людей, система обеспечения пожарной безопасности, пожарная опасность, эвакуация, расчёт автоматической системы газового пожаротушения.

I. A. Litovkin

JUSTIFICATION OF THE USE OF AN AUTOMATIC GAS FIRE EXTINGUISHING SYSTEM

The article provides an example of justification for the use of an automatic gas fire extinguishing system for the storage of library books, analyzes the timely evacuation of staff and visitors, which is the most important indicator of the effectiveness of the fire safety system at an object with a mass stay of people

Key words: objects with mass stay of people, fire safety system, fire danger, evacuation, calculation of automatic gas fire extinguishing system

Пожарной безопасности объектов с массовым пребыванием людей повсеместно уделяется большое внимание. На государственном уровне разработаны мероприятия, обеспечивающие безопасность путем повышения уровня пожарной безопасности зданий, сооружений на основе использования современных достижений науки и техники в этой области.

В современной России применяется большое количество концепций по эффективной противопожарной защите библиотек. Современная концепция сохраненного обнаружения возгорания имеет особое значение, поскольку каждая секунда пожара имеет последствия и чем быстрее приступить к тушению пожара – тем меньше влияние опасных факторов пожара на людей. Однако добиться полного устранения нарушений требований пожарной безопасности полностью на рассматриваемых объектах не удается. Среди наиболее распространенных нарушений встречаются неисправность систем оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, недостаточное обеспечение первичными средствами пожаротушения, серьезные нарушения требований к путям эвакуации.

© Литовкин И. А., 2023

Помещения общественных зданий перенасыщены материалами, которые при воздействии высок температур выделяют опасные вещества, способствующие гибели людей. Неосторожное обращение с огнем по-прежнему является основной причиной пожаров в зданиях с массовым пребыванием людей (36,5 % от всех пожаров). Нарушение правил эксплуатации электрооборудования и бытовых приборов составляет 32 % от всех пожаров.

Использование современного оборудования на начальной стадии развития пожара снижает риск развития негативных последствий, направлено на уменьшение ущерба при тушении пожара.

Рассмотрим один из вариантов противопожарной защиты зданий библиотек - автоматическое пожаротушение.

В таблице представлены помещения, которые подлежат защите установкой автоматического газового пожаротушения. Это помещения с размещением большого количества пожарной нагрузки при отсутствии постоянных рабочих мест. Условия – температура воздуха в помещениях от 20±5°С, относительная влажность до 80 %, без запыленности, скорость воздушных потоков не превышать 1 м/с.

Горючая нагрузка в этих помещениях представлена картоном, бумагой.

Таблица. **Пожарная нагрузка в библиотеке**

Материал пожарной нагрузки	**низшая теплота сгорания *i-го* материала пожарной нагрузки, МДж/кг**	**вес *i* -го материала пожарной нагрузки, кг**
Книги на стеллажах	13,8	5203
Стекло	25,1	156
Древесина в изделиях	13,8	809
Полипропилен (в изделиях)	45,6	213

Оборудование для разработки проектов применятся исключительно сертифицированное и выпускаемое серийно.

Станции пожаротушения также должны соответствовать строгим требованиям, среди которых – отделение помещения станции пожаротушения противопожарными перегородками 1-го типа и перекрытиями 3-го типа, выход из станции должен быть наружу (в вестибюль, лестничную клетку, коридор) при условии расстояния от выхода из станции до лестничной клетки не превышает 25 м и в этот коридор нет выходов из помещений категорий А и Б.

Высота помещения станции пожаротушения должна быть не менее 2,5 м.

Температурный режим в помещении станции должен быть от 5 до 35 С. В помещении станции должно быть организовано круглосуточное дежурство, помещение оборудуют телефонной связью, приточно-вытяжной вентиляцией.

Вход в помещение оборудуется световым табло «Станция пожаротушения» (рис. 1). Входная дверь оборудуется запорными устройствами, приборы в помещении располагаются так, чтобы можно было свободно к ним подойти и обслуживать.

Модули в составе установки должны быть закреплены в соответствии с технической документацией изготовителя (рис. 2).

Рис. 1. Табло «Станция пожаротушения»

Установки производят с учетом соблюдения требований безопасности при проведении работ по монтажу, эксплуатации установки с соблюдением требований технической документации для установок. Предохранительные устройства для сброса ГОТВ (газа) располагают таким образом, чтобы персонал не травмировался при работе устройств. В помещение вход разрешен с использованием изолирующих средств защиты органов дыхания в случае, если присутствуют продукты горения в помещении. В зависимости от условий применения, к установкам могут быть предъявлены дополнительные требования безопасности.

Рис. 2. Модули в составе установки

Также установки должны соответствовать требованиям технической документации с целью охраны окружающей среды. Обслуживание рассматриваемого оборудования осуществляется лицами, имеющими документ, подтверждающий обучение по специальным программам и при наличии удостоверения на право обслуживания сосудов (ПБ 03-576-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением»).

Передача извещений «Пожар», «Внимание», «Неисправность» передается на пост с круглосуточным пребыванием персонала, для чего устанавливается адресный расширитель «С2000-АР8».

Выпуск газового огнетушащего средства задерживается на 30 секунд с целью эвакуации работникам библиотеки.

Таким образом, по причине того, что в библиотеке находится огромное количество книг, печатной продукции, газовое пожаротушение на сегодняшний день - наиболее выгодный вид пожаротушения, не приносящий вред книжной продукции, мебели и другим ценностям, что наиболее важно для библиотечного фонда.

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/.

2. СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования».

3. ГОСТ Р 53283-2009 Установки газового пожаротушения автоматические. Устройства распределительные. Общие технические требования. Методы испытаний.

УДК 621.31

Г. Н. Малашенков, А. Л. Холостов
Академия ГПС МЧС России

ПОЧЕМУ В КВАРТИРЕ 380 ВОЛЬТ?

Рассмотрен вопрос появления в электрической сети жилого сектора повышенного напряжения при обрыве нулевого провода.

Ключевые слова: аварийный режим работы, обрыв нулевого проводника, линейное напряжение, фазное напряжение, реле защиты.

© Малашенков Г. Н., Холостов А. Л., 2023

G. N. Malashenkov, A. L. Holostov

WHY IS THERE 380 VOLTS IN THE APARTMENT?

The issue of the appearance of high voltage in the electrical network of the residential sector when the neutral wire is broken is considered.

Key words: emergency operation mode, neutral wire break, line voltage, phase voltage, protective relay.

В своей профессиональной деятельности сотрудникам пожарной охраны (дознавателям, специалистам испытательных пожарных лабораторий) приходится принимать участие в экспертизе пожаров, возникших по электротехнической причине. Из собственного опыта, можно уверенно сказать, что одной из наиболее частых причин пожаров является появление повышенного напряжения в электрической сети объекта. Почему в розетке вместо 220 В стало 380 В не понимают многие выпускники учебных заведений МЧС России. Поэтому данная публикация нацелена на устранение этого пробела знаний.

Аварийные режимы работы электрических сетей и способы предотвращения пожаров от них хорошо изучены и подробно освящены в научной и учебной литературе [1, 2]. В данной статье хотелось бы детально рассмотреть вопрос появления в электрической сети жилого сектора повышенного напряжения, являющегося спутником выхода из строя бытовой техники и последующего возгорания по этой причине.

Значение номинального напряжения подаваемого в квартиру или частный дом, коттедж знает даже школьник. Как можно заметить, что с напряжением что-то не в порядке? Если лампочки накаливания стали светить очень ярко или тускло, телевизор перестал работать и ощущается запах горелой пластмассы, то с напряжением явно какие-то проблемы. Вероятной причиной появления в электрической сети квартиры напряжения 380 В является повреждение (обрыв) нулевого провода или как говорят электрики — отгорел ноль.

К сожалению, такие ситуации не являются редкими и происходят все чаще. Это связано с общим износом электрических сетей, низкой квалификацией обслуживающего персонала, а также слабым уровнем контроля над электрохозяйством соответствующих надзорных органов. Но есть и объективная техническая причина. В советские времена энерговооруженность квартир ограничивалась десятью лампочками, холодильником, стиральной машиной и телевизором. Нагрузка в многоквартирном доме была практически полностью активной, линейной и однородной. При этом фазные токи в нулевом проводе практически компенсировали друг друга, а ток в нем был незначительным.

Поэтому нулевой провод разрешалось делать сечением меньше фазных проводников. На данный момент времени нагрузка в жилых помещениях многоквартирных домов может отличаться в разы. Нагрузка в домах перестала быть симметричной и однородной, из-за этого компенсации фазных токов не

происходит. Поэтому ток в нулевом проводе может достигать значительных величин, из-за чего и происходит перегорание его токопроводящей жилы.

Давайте рассмотрим, что же происходит при обрыве нуля. Предположим, что в многоквартирном доме в подъезде на лестничной площадке расположены четыре стандартные квартиры. Каждая квартира питается от своей отдельной фазы А, В или С и общего нулевого провода N. Изначально условимся, что нагрузка в квартире номер три и четыре, питающаяся от фазы С, отключена. Согласно ГОСТ [3] напряжение между линейным и нейтральным проводниками в данной точке электрической цепи переменного тока называется фазным и равно 220 В – это именно то напряжение, которое и приходит в электрическую сеть квартиры.

Согласно того же ГОСТ [3] напряжение между двумя линейными проводниками в данной точке электрической цепи называется линейным и в нашем примере равно 380 В. Это неотъемлемое свойство трехфазной электрической сети переменного синусоидального тока, линейное напряжение больше фазного в $\sqrt{3}$ раз. Не надо объяснять, что такое напряжение опасно для бытовых электроприборов, рассчитанных на 220 В. Представим, что по каким-то причинам, произошел обрыв нулевого провода на питающей линии. Не имеет значения, где произошел обрыв, на первом этаже подъезда или в электрощитовой всего дома.

Очевидно, что обе квартиры становятся подключенными последовательно между двумя фазами А и В (путь прохождения тока показан черными стрелками на рисунке). А напряжение между фазными проводами — 380 Вольт. Таким образом, вместо 220 В в квартиру попадает напряжение равное 380 В.

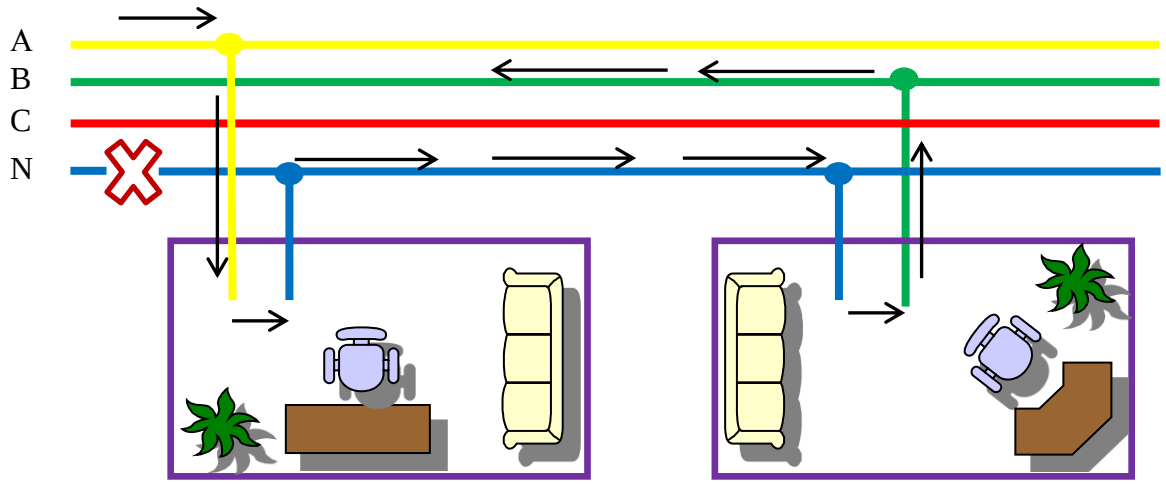


Рисунок. Схема протекания токов

Что делать в данном случае? Если вы находитесь дома, то необходимо как можно скорее отключить вводной автомат. Аварийная ситуация с повышением напряжения может возникнуть и тогда, когда дома никого нет. Если Вы, уходя из дома, отключаете все электроприборы, что трудно себе представить, то бес-

покоиться не о чем. По-факту, постоянно работающего оборудования в современных квартирах более чем достаточно – холодильники, работающие в дежурном режиме телевизоры и музыкальные центры, компьютерная техника и т. д. Здесь нужно надеяться только на автоматические аппараты защиты. Для этого в квартирном щитке необходимо установить специальное устройство – реле защиты от перенапряжения.

При выходе напряжения за допустимые пределы (нижний или верхний) реле отключит подачу электроэнергии в квартиру, а при восстановлении номинальных значений – автоматически подключит снова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черкасов В.Н., Зыков В.И. Пожарная безопасность электроустановок: учеб. - 5-е изд. –М.: Академия ГПС МЧС России, 2012.

2. Смелков Г.И. Пожарная безопасность электроустановок. - М.: ООО «Кабель», 2009 г.

3. ГОСТ Р МЭК 60050-826-2009 Установки электрические. Термины и определения.

УДК 614.83, 614,84

Д. А. Малышев[1], А. П. Напруткин[2], А. Л. Холостов[2], Г. Н. Малашенков[2]
[1] Главное управление МЧС России по Республике Коми
[2] Академия ГПС МЧС России

УСТОЙЧИВОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ДДС 101 В СИСТЕМЕ-112

Рассмотрен вопрос обеспечения устойчивости функционирования дежурно-диспетчерской службы ДДС-101 в Системе-112. Определены факторы, влияющие на устойчивость работы этой системы.

Ключевые слова: дежурно-диспетчерская служба, устойчивость функционирования, количество автоматизированных рабочих мест.

D. A. Malyshev, A. P. Naprutkin, A. L. Holostov, G. N. Malashenkov

STABILITY OF FUNCTIONING OF EDDS 101 IN THE SYSTEM-112

The issue of ensuring the stability of the operation of the EDDS-101 dispatch service in the System-112 is considered. The factors influencing the stability of this system are determined.

Key words: duty dispatch service, stability of functioning, the number of automated workplaces.

© Малышев Д. А., Напруткин А. П., Холостов А. Л., Малашенков Г. Н., 2023

Одной из важных функций дежурно-диспетчерской службы (ДДС) является своевременный прием и обработка сообщений о техногенных авариях и происшествиях социально-значимого характера. Существуют достаточно жесткие требования по длительности ожидания связи заявителя с диспетчером и времени обслуживания диспетчером поступившего сообщения [1]. Выполнение этих требований связано с количеством операторов в дежурной смене и их квалификацией. Большее количество операторов позволит сократить время ожидания соединения заявителя с диспетчером, но будет экономически нецелесообразно, а низкая квалификация будет влиять также и на время обработки поступающих сообщений.

Особенностью приема и обработки сообщений в Системе-112 является двухуровневый характер их обслуживания. Сначала вызов поступает диспетчеру Системы-112, а затем переадресуется в соответствующую дежурно-диспетчерскую службу (пожарная охрана, полиция, скорая медицинская помощь). При чем доля вызовов в каждую из этих служб в общем потоке вызовов различна.

Анализ статистических данных по различным регионам позволяет сделать вывод о нестационарности потока поступающих сообщений не только по отдельным месяцам, но и по времени суток [2]. Кроме того, характерной особенностью каждого региона или города является преобладание того или иного типа вызовов (например, полиции или пожарной охраны). Попутно стоит заметить, что Система-112 позволяет также направлять сообщения сразу в несколько дежурных служб.

В качестве примера приведем на рисунке распределение средних значений поступивших сообщений по часам суток за декабрь 2018 г. с округлением до целых значений в диспетчерскую службу Республики Коми [3].

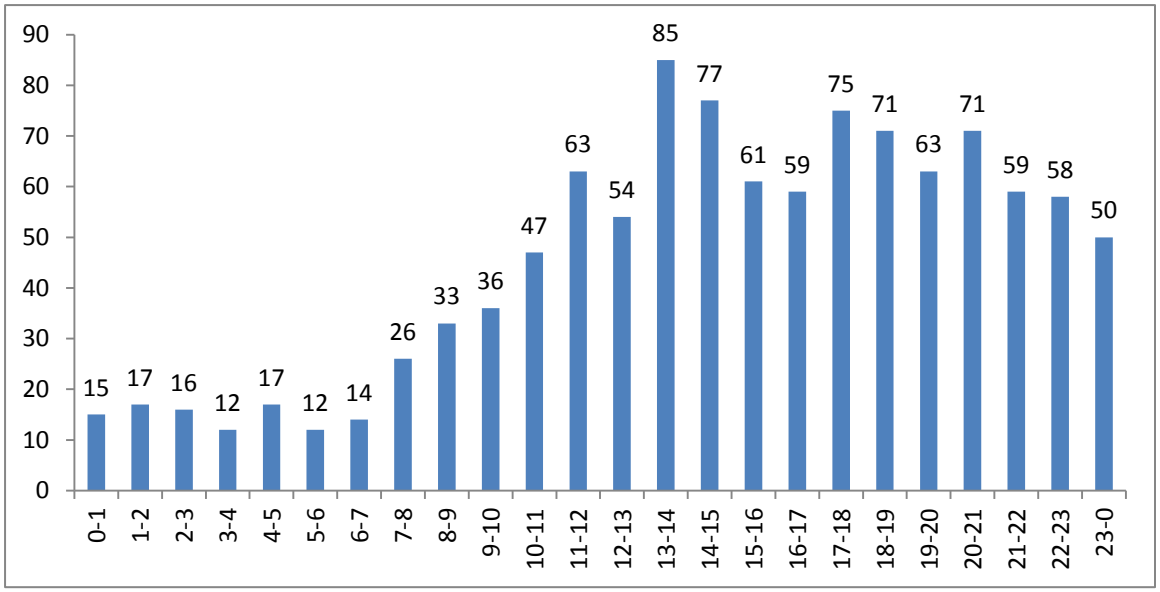


Рисунок. Распределение средних значений поступивших сообщений по часам суток за декабрь 2018 г. с округлением до целых значений в Республике Коми

Говоря об устойчивости функционирования соответствующей дежурно-диспетчерской службы, мы имеем в виду выполнение вероятностно-временных требований по приему и обслуживанию поступающих сообщений.

Путей обеспечения устойчивой работы может быть несколько. В том числе увеличение количественных показателей (числа автоматизированных рабочих мест) повышение производительности оборудования, разработка специального программного обеспечения, позволяющего сократить время обработки поступающих сообщений. Одним из наиболее простых решений на наш взгляд представляется грамотное планирование работы диспетчеров.

Для этого необходимо провести тщательный анализ изменения количества поступающих сообщений по времени года, по дням недели и времени суток. Как отмечалось выше, в ряде регионов удалось выявить некоторые устойчивые закономерности по изменению количества поступающих сообщений по этим временным промежуткам. И, ориентируясь на квалификацию диспетчеров, можно планировать их работу с учетом колебаний интенсивности потока поступающих сообщений по времени суток, дням недели и т.п.

Продемонстрируем на примере как влияет несущественное повышение скорости обслуживания сообщений (или, иначе говоря, квалификации диспетчеров) на выполнение вероятностно-временных требований по приему и обслуживанию сообщений, что можно рассматривать в свою очередь, как обеспечение устойчивости функционирования ДДС.

Если проанализировать данные рисунка то, можно установить, что среднее значение интенсивности поступающих сообщений составляет 45,21 выз/час, максимальное 85 выз/час, минимальное 12 выз/час.

Отклонение в максимальную сторону от среднего значения составляет 84 %. Естественно, обеспечивать выполнение соответствующих вероятностно-временных требований по обслуживанию сообщений необходимо по максимальным значениям интенсивности их поступления. Далее в таблице приведем средние значения по месяцам за 2018 г. и максимальные отклонения (+90 %) для оценки устойчивости работы диспетчерской службы в часы максимальной нагрузки.

В таблице также рассчитано необходимое количество автоматизированных рабочих мест (АРМ) по методике [4] для среднего (столбец 3) и максимального (столбец 5) значений интенсивности поступающих сообщений. При этом время обслуживания составляло 75 сек, а время ожидания 20 сек.

Таблица. **Данные по нагрузке и количеству АРМ**

Месяц	**2018**			
	Среднее значение выз/час	**Количество АРМ**	**max (+90%) выз/час**	**Количество АРМ**
1	2	3	4	5
Январь	40,6	3	77,1	4
Февраль	41,99	3	79,8	4
Март	43,49	3	82,6	4

Месяц	2018			
	Среднее значение выз/час	Количество АРМ	max (+90%) выз/час	Количество АРМ
Апрель	50,28	3	95,5	5
Май	47,48	3	90,2	4
Июнь	47,14	3	89,6	4
Июль	45,85	3	87,1	4
Август	45,73	3	86,9	4
Сентябрь	49,73	3	94,5	5
Октябрь	50,76	3	96,4	5
Ноябрь	46,56	3	88,5	4
Декабрь	45,21	3	85,9	4

Как видно из таблицы в часы максимальной нагрузки в основном достаточно 4 АРМ, только в 3-х случаях требуется 5 АРМ. Если детально проанализировать эти случаи (апрель, сентябрь и октябрь), то с учетом проведенных расчетов по методике [4], можно утверждать следующее:

1. В первом случае временные требования превышены на 1,9 сек. (21.9 сек.), во втором случае превышение составляет 1,1 сек. (21,1 сек.), в третьем случае - 2,6 сек. (22,6 сек). Таким образом в целом невыполнение временных требований составляет всего 2-3 секунды.

2. Анализ данных таблицы позволяет сделать вывод, что это как раз и есть сезонные колебания, характерные для данного региона.

3. Если в это время спланировать работу в часы максимальной нагрузки наиболее квалифицированных диспетчеров, сократив время обработки сообщений всего на 2-3 секунды, то можно обеспечить выполнение временных требований сменой из 4 диспетчеров. Таким образом не придется решать вопрос об увеличении количественных показателей дежурной смены и удастся обеспечить устойчивость работы диспетчерской службы обычным составом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические материалы по созданию системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112» в субъекте Российской Федерации «СИСТЕМА-112» [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.mchs.gov.ru/document/420422, дата обращения 23.01.2020.

2. Артамонов, В.С. «Методика определения рационального числа операторов и линий связи Центра управления силами Федеральной противопожарной службы» [Текст] / В.С. Артамонов, К.В. Погорельская, А.А. Таранцев // Пожаровзрывобезопасность. – 2007. – Т.16. – № 6. – С. 4–9.

3. Малышев Д.А. Поддержка управления системой вызова экстренных служб на региональном уровне на основе количественных показателей дежурно-диспетчерских служб : дис. … канд. техн. наук. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2022. - 155 с.

4. Таранцев А.А., Малышев Д.А., Ищенко А.Д. Об особенностях функционирования дежурно-диспетчерских служб экстренного реагирования [Текст] / // Пожаровзрывобезопасность. – 2016. – Т.25. – №2. – С. 75-80.

УДК 614.841

А. Р. Манаева, Н. М. Твердынин, Л. Р. Шарифуллина
ФГБВОУ ВО «Академия гражданской защиты МЧС России
имени генерал-лейтенанта Д. И. Михайлика»

ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИНОЛЕУМОВ В КАЧЕСТВЕ НАПОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Произведен анализ линолеумов на соответствие нормативным требованиям по показателям токсичности на путях эвакуации в зданиях текстильного производства. Показано, что большинство современных линолеумов (свыше 98 %) возможно использовать в качестве напольных покрытий на путях эвакуации предприятий текстильной промышленности вне зависимости от этажности помещения.

Ключевые слова: пути эвакуации, обеспечение безопасности зданий и сооружений, производство текстильных изделий

A. R. Manaeva, N. M. Tverdynin, L. R. Sharifullina

FIRE SAFETY ASSESSMENT OF THE USE OF LINOLEUM AS FLOOR COVERINGS IN TEXTILE ENTERPRISES

Analysis on compliance linoleumov on toxicity on the escape routes in buildings of textile production. Shows that most modern linoleumov (over 98 %) can be used as floor coverings on the escape routes of textile industry enterprises regardless of the height of a premise**.**

Key words: ways of evacuation, security of buildings and structures, production of textiles

Российская Федерация по числу погибших при пожаре находится на 45 месте в мире (7 погибших на каждые 100 тысяч человек населения страны) [1], поэтому повышение пожарной безопасности является актуальной задачей. Обеспечение пожарной безопасности предприятий осуществляется не только наличием первичных средств пожаротушения, но и объемно-конструктивными решениями, архитектурной планировкой зданий и сооружений в соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 [2]. Огромную роль играет ограничение распространения пожара в начальную стадию пожара (НСП), до наступления критических значений опасных факторов пожара, чтобы люди могли своевременно эвакуироваться из помещений. В соответствии с СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы» [3] для обеспечения необходимого уровня пожарной безопасности строительного объекта, нужно обеспечить своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей.

© Манаева А. Р., Твердынин Н. М., Шарифуллина Л. Р., 2023

Пожарная опасность предприятий текстильной промышленности высокая ввиду обращения на них огромного количества органических горючих веществ (хлопок, хлопчатобумажные ткани, лен), состоящих из целлюлозы. Известно, что целлюлозные материалы содержат кислород, участвующий в процессе горения так же, как и кислород воздуха. Это уменьшает объем воздуха, теоретически необходимый для их горения, обуславливает их низкую теплоту сгорания и способность к тлению.

Практически все помещения цехов текстильной и хлопчатобумажной промышленности, швейных и трикотажных фабрик относятся по взрывопожарной и пожарной опасности к помещениям категорий В1-В4 (пожароопасные) [3] (таблица).

Таблица. **Помещения текстильной промышленности в зависимости от пожарной нагрузки**

Категории помещений	Пожарная нагрузка, МДж/м^2	Примеры производств
В 1	Более 2200	цехи хлопчатобумажной промышленности
В 2	1401–2200	цехи текстильной промышленности
В 3	181–1400	трикотажные фабрики
В 4	1–180	швейные фабрики

Ввиду высокого пожарного риска на предприятиях текстильной промышленности актуальным решением для их минимизации является устройство безопасных путей эвакуации [4]. В связи с этим предъявляются строгие требования к пожароопасным характеристикам отделочных материалов, применяемых на эвакуационных путях (Таблица 28 № 123-ФЗ от 22.07.2008 г. "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности") [4].

Как правило, на путях эвакуации объектов текстильной промышленности широко используются различные напольные покрытия- линолеумы из поливинилхлорида (ПВХ). Применяемые напольные покрытия должны отвечать не только потребительским и эксплуатационным свойствам, но и отвечать требованиям пожарной безопасности [5].

Класс пожарной опасности строительных материалов (КМ) расшифровывается в соответствии с ФЗ-123 [4]. На путях эвакуации объектов текстильной промышленности возможно применение только малоопасных по токсичности (Т1) и умеренноопасных (Т2) строительных материалов. Токсичность (H_{CL50}) рассчитывается как:

$$H_{CL50} = \frac{m}{V}, \qquad (1)$$

где m-масса токсиканта, г;

V- внутренний объем установки при испытании, м^3.

Токсичность строительных материалов определяется в соответствии с ГОСТ 12.1.044-2018 [7]. Ранее нами было получено, что большинство современных линолеумов по дымообразующей способности относятся к группам Д 2 (умеренная дымообразующая способность) и Д 3 (высокая дымообразующая способность). Однако существенную опасность при пожарах представляет также токсичность продуктов разложения веществ из-за синергетического взаимодействия с дымообразованием и увеличением площади соприкосновения токсичных веществ с органами дыхания.

Определение токсичности материалов, применяемых на путях эвакуации, представляет весьма непростую задачу. Метод, представленный в [7], требует значительного количества лабораторных животных. В работе [8] предложен расчетно-экспериментальный метод оценки токсичности продуктов горения по составу газовой смеси. Основу метода составляет математическая модель (3),предназначенная для оценки токсичности продуктов горения напольных покрытий на основе ПВХ по составу газовой смеси.

$$FED = \frac{a_m[CO]}{[CO_2]-b_m} + \frac{21-[O_2]}{21-H_{CL50,HCl}} + \frac{[HCl]}{H_{CL50,HCl}} + \frac{[N_xO_y]}{H_{CL50,N_xO_y}}, \qquad (2)$$

где FED-фракционная эффективная доза, показывающая взаимосвязь между летальностью животных и концентрацией в газовой смеси токсикантов;

H_{CL50}i-концентрация соответствующего компонента газовой смеси, вызывающая гибель 50 % животных (% об.);

a_m и b_m- коэффициенты, отражающие изменение токсического эффекта CO, в зависимости от концентрации CO_2 в газовой смеси (при использовании в качестве подопытных животных мышей a_m=-21,05 и b_m=134864).

В модели (2) учитывается содержание CO, CO_2, HCl, NO_2 и изменение токсичности CO от содержания в газовой смеси CO_2.

По значениям показателей токсичности, полученных при использовании математической модели (2) (выборка составляла 170 наименований НП на основе ПВХ): основная часть исследованных НП (94 %) относится к умеренно опасным (Т2), 4%-к малоопасным (Т1) и 2%- к высокоопасным (Т3).

Путем анализа нормативной базы по показателям пожароопасности, можно утверждать, что большинство современных линолеумов (свыше 98 %) возможно использовать в качестве напольных покрытий на путях эвакуации предприятий текстильной промышленности (группы токсичности Т1 и Т2) в соответствии с ФЗ 123[4] вне зависимости от этажности помещения.

Вывод

1. В соответствии с современными нормативными материалами по пожарной безопасности примерно 98 % современных линолеумов можно использовать в качестве напольных покрытий на путях эвакуации при пожаре на предприятиях текстильной промышленности.

2. Предприятия текстильной промышленности входят в группу предприятий с повышенной пожароопасностью ввиду обращения на них твердых горючих материалов, содержащих в своем составе целлюлозу, для возгорания которой достаточно теплового потока мощностью 10 кВт/м^2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермакова, Н.В. О дымообразующей способности отделочных материалов// Auditorim.2017. № 3 (15). С.104-107.

2. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/9051953 (дата обращения: 2.10.2023).

3. СП 1.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы [Текст]: свод правил [с изм. № 1]: утв. Приказом МЧС России от 25.03.2009 № 171, дата введ. 2009-05-01. Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200071143 (дата обращения: 2.10.2023).

4. Российская Федерация Федеральный Закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изменениями на 14 июля 2022 года) (редакция, действующая с 1 марта 2023 года) Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/902111644 (дата обращения: 2.10.2023).

5. Манаева А.Р. Анализ пожарной опасности объектов социального назначения с использованием в качестве напольных покрытий линолеумов на основе поливинилхлорида//Качество и жизнь. 2017. № 3 (15). С. 89-92.

6. Манаева А.Р. Применение рентгеноструктурного анализа при определении компонентного состава в моделях терморазрушения//Качество и жизнь. 2017. № 3 (15). С.92-95.

7. ГОСТ 12.1.044-2018 Межгосударственный стандарт. ССБТ. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200160696 (дата обращения: 2.10.2023).

8. Соколик Г.А. Оценка токсичности продуктов горения материалов, изготовленных на основе поливинилхлорида/ Г.А. Соколик, С.Л. Лейнова,С.Ф. Свирщевский, С.Я. Рубинчик, Д.И. Клевченя// Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь.- 2014.-№ 2 (20).- С.42-48.

УДК 614.8.084

А. М. Матросов, В. Л. Воронин, С. Н. Ульева, А. Л. Никифоров
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ОПАСНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ В ЖИЛОМ СЕКТОРЕ

Проанализирована статистика возникновения пожаров по причине неисправной работы электрооборудования, рассмотрена методика испытания образцов изоляции. Исследован процесс термодеструкции электроизоляции, предложено устройство диагностики развития опасных режимов работы.

Ключевые слова: пожарная опасность электропроводок, термодеструкция, термоиндикатор, устройство контроля.

A. M. Matrosov, V. L. Voronin, S. N. Uleva, A. L. Nikiforov

DEVICE FOR MONITORING DANGEROUS OPERATING MODES OF ELECTRICAL EQUIPMENT IN THE RESIDENTIAL SECTOR

The statistics of the occurrence of fires due to faulty operation of electrical equipment are analyzed, the method of testing insulation samples is considered. The process of thermal destruction of electrical insulation is investigated, a device for diagnosing the development of dangerous operating modes is proposed.

Keywords: fire hazard of electrical wiring, thermal destruction, thermal indicator, control device.

Современная жизнь невозможна без электроприборов: светильников, гаджетов, электроники и бытовой техники. Люди привыкли к комфорту и развлечениям, которые дарит технический прогресс. С помощью приборов можно упростить и ускорить домашние хлопоты по уборке и готовке. Компьютеры, телевизоры и смартфоны помогают разнообразить досуг, открывают простор для самообразования, повышения квалификации. А мягкий свет ламп позволяет читать или работать в ночное время суток, свободно общаться и передвигаться по дому.

Чтобы все эти приборы и устройства работали, требуется наличие электроэнергии, поэтому все здания, дома, квартиры, производственные объекты буквально пронизаны электрическими артериями – электропроводками.

Срок годности современной электропроводки, для прокладки которой используются кабели с медными жилами, составляет около 20–30 лет при условии их нормальной эксплуатации. Развитие аварийных режимов работы, связанных с выделением большого количества тепла, сокращает сроки службы проводок в

© Матросов А. М., Воронин В. Л., Ульева С. Н., Никифоров А. Л., 2023

разы. Разрушение изоляции зачастую не происходит мгновенно, а носит довольно протяженный характер. Период, когда электропроводка работает в предаварийном режиме работы может растягиваться на достаточно длительный промежуток времени, многие процессы можно остановить, вовремя обнаружив проблему. Проведенный анализ показал, что разрушение изоляции в электропроводках, инициированное тепловыми проявлениями электрического тока, связаны с процессами термоокислительной деструкции. Деструкция полимерных материалов, входящих в состав электрокабельных изделий, приводит к «старению» электропроводок и потере диэлектрических свойств.

Экспериментальные исследования показали, что длительное температурное воздействие на провода с ПВХ-изоляцией приводит к тому, что последующая эксплуатация таких проводок представляет пожарную опасность, что объясняется снижением термостойкости изоляции, ее размягчением и переходом в вязко-текучее состояние. Этот переход у длительно используемых проводов происходит при более низких температурах, чем у исходных проводок. Снижение показателя термостойкости находится в прямой зависимости с диэлектрическими показателями полимеров, то есть нагрев и переход в вязко-текучее состояние приводят к возрастанию показателя диэлектрической проницаемости полимера и, соответственно, к снижению напряжения электрического пробоя. Пробой заканчивается коротким замыканием и воспламенением изоляции на большой протяженности электрокабельного изделия, так как в данном случае изоляция будет находиться в состоянии близком к температуре плавления.

К сожалению, существующие на сегодняшний день аппараты защиты срабатывают уже при наступлении аварийного режима работы, никак не защищая электропроводку от развития процессов, приводящих к старению изоляции.

Целью данной работы является разработка технического устройства контроля развития пожароопасных режимов работы электропроводок.

Практическая значимость обоснована тем, что результаты работы позволят проводить оценку пожарной опасности электропроводок и диагностировать наступление предаварийного режима работы.

Предлагаемое нами устройство будет непрерывно контролировать состояние изоляции своевременно сигнализируя о нарушениях температурного режима работы электрооборудования, что является крайне важным с позиции обеспечения пожарной безопасности такого широко используемого объекта, как электропроводки.

В основе принципа работы предлагаемого устройства, лежит научно обоснованный выбор термохромного красителя и обращение его окраски в контрастный цвет. Цветовые термоиндикаторы являются одним из перспективных средств не только регистрации, но и измерения температуры. К таким термоиндикаторам относятся вещества, обладающие способностью резко изменять свой цвет при определенной температуре, называемой температурой перехода. Проведенное ранее экспериментальное исследование позволило изучить процессы,

происходящие в изоляционных материалах при развитии предаварийных режимов работы, связанных с повышением температуры электропроводки. Для предотвращения процесса разрушения изоляционного материала, был экспериментально определен температурный диапазон начала процесса деструкции. С помощью полученных в результате анализа научной литературы данных, был выбран термохромный краситель с необходимым температурным переходом.

Срабатывание устройства происходит при нагревании свыше установленной предельной температуры изоляционного материала, на который нанесена термохромная краска, краска начинает менять свой цвет и устройство сигнализирует о наличии неисправности. Луч света, испускаемый белым лазерным светодиодом, отражается от поверхности, преломляется и попадает на приемное устройство – фоторезистор. Замыкается электрическая цепь и сигнальное устройство начинает подавать сигнал тревоги - сирену. Инерционность срабатывания несколько секунд.

Для данного устройства используется лазерный светодиод. Лазер в силу своих физических свойств фокусируется на поверхности точнее: ему не нужны отчетливо видные неровности, отбрасывающие тени. Поэтому работа лазерных диодов возможна даже на зеркальных и стеклянных поверхностях, которыми и служит проводка, куда требуется установка данного устройства.

При достижении недопустимых для нормальных режимов работы электрооборудования температур термоиндикатор изменяет цвет и устройство сигнализирует о наличии неисправности. При обнаружении измененного цвета термохромного красителя необходимо задуматься о том, что электроустановка работает с нарушением режима эксплуатации, что может привести к выходу ее из строя и как следствие к возникновению пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кабели и провода. Основы кабельной техники/А.И. Балашов, М.А. Боев, А.С. Воронцов и др. Под ред. И.Б. Пешкова. — М.: Энергоатомиздат, 2009, 470 с.

2. Физикохимия полимеров / Кочнев А.М., Заикин А.Е., Галибеев С.С., Архиреев В.П. // Казань: Изд-во «Фэн», 2003. – 512 с.

3. Методы термического анализа. / Т.Б. Шаталова, О.А. Шляхтин, Е. Веряева – Москва, 2011. – 72 с.

4. Матросов А.М., Лазарев И.А, Ульева С.Н., Никифоров А.Л. Оценка влияния термоокислительной деструкции на пожароопасные характеристики изоляции электропроводок // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 90-й годовщине образования гражданской обороны, Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – С.114-117.

5. Богданов И.А. Оценка влияния температурных воздействий на пожарную опасность изоляции на основе ПВХ-диэлектриков / Богданов И.А., Шабунин С.А., Ульева С.Н., Никифоров А.Л., Шарабанова И.Ю. // Современные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 4 (45). – С. 64-70.

6. Матросов А.М., Ульева С.Н., Никифоров А.Л. Обеспечение безопасной эксплуатации электропроводок на объектах индивидуального жилищного строительств. // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 90-летию образования гражданской обороны, Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. - С. 352-356.

УДК 620.16

И. В. Медведев*, Е. В. Зарубина**
* ООО «ЭКСПЕРТ», г. Киров
** Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА ШКАФА ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ

Обеспечение надежного размещения пожарного оборудования, специальных кнопок для отключения силовых автоматов.

Ключевые слова: шкаф пожарный, пожарная сигнализация, пожарное оборудование, охрана.

I. V. Medvedev, E. V. Zarubina

DEVELOPMENT OF A CABINET TO INCREASE THE RELIABILITY OF FIRE PROTECTION OF OBJECTS

Ensuring reliable placement of fire equipment, special buttons for disabling power machines.

Key words: fire cabinet, fire alarm system, fire equipment, security.

Очень важным моментом, при возникновении чрезвычайной ситуации, когда произошёл пожар, загорание и т.д. после выполнения положенных действий (вызов пожарных, использование огнетушителей и т.п.) быстро покинуть помещение.

Шкафы размещаются на путях эвакуации и могут быть полезны не только пожарным подразделениям, но и эвакуирующимся людям.

В предлагаемых шкафах размещаются инструменты, которые помогут быстро отключить электроэнергию во всех помещениях объекта. В металлическом шкафу размещаются ключи К-80 и специальные ключи для открытия дверей на чердаки, крыши, технические помещения, подвалы и т.д.

© Медведев И. В., Зарубина Е. В., 2023

Данные шкафы должны выполняться с электро-замком, подключенным к системе пожарной сигнализации и с условием автоматического открытия (снятия питания с клемм проводов электро-замка). Изготавливать их нужно из листовой стали и обрабатывать порошковым напылением для повышения прочностных характеристик и устойчивости к негативным внешним воздействиям.

Шкаф модели «МИВ-4» устанавливается на высоту выше 180см. от уровня пола.

Внешний вид шкафа «МИВ-4» изображен на рисунке.

Рисунок. Внешний вид шкафа «МИВ-4»

Места установки и применения:

- В лестничном марше на путях эвакуации на объектах защиты для размещения в нем ключей К-80 и специальных ключей для открытия дверей на чердаки, крыши, технические помещения, подвалы и т.д.

- Вблизи с дверями от входа в электрощитовые в подвале для удобства и оперативности отключения электропитания второй категории. (размещение в шкафу специальных кнопок, которые при нажатии отключают силовые автоматы)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на полезную модель № 188164 Российская Федерация, МПК A62C 33/04 (2006.01), F16K 35/06 (2006.01). Запорное устройство для соединительных головок: № 2018127967, заявл. 30.07.2018: опубл. 01.04.2019 Бюл. № 10/ Медведев И.В.: ил. – Текст: непосредственный.

2. https://43.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/2591554.

3. А.С. Шмелев, Д.И. Ширстов, Е.В. Зарубина. К вопросу использования внутренних противопожарных водопроводов // «Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов» материалы X Всероссийская научно-практическая конференция, Иваново, 20 апреля 2023 г. – Иваново : ИПСА ГПС МЧС России, 2023 С. 559-563.

УДК 620.16

И. В. Медведев*, Е. В. Зарубина**
*ООО «ЭКСПЕРТ», г. Киров
** Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ЗАПОРНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЖАРНЫХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ГОЛОВОК

Обеспечение сохранности пожарного рукава, крана на месте присоединения двух пожарных соединительных головок вблизи пожарного крана.

Ключевые слова: пожарный кран, пожарный рукав, соединительная полугайка пожарного рукава, система водоснабжения, надежность системы водоснабжения.

I. V. Medvedev*, E. V. Zarubina

DEVELOPMENT OF A LOCKING DEVICE FOR FIRE CONNECTION HEADS

Ensuring the safety of the fire hose, the crane at the place of connection of two fire connecting heads near the fire crane.

Key words: fire crane, fire hose, connecting half-nut of the fire hose, water supply system, reliability of the water supply system.

© Медведев И. В., Зарубина Е. В., 2023

В настоящее время эксплуатация системы внутреннего пожарного водопровода в жилых зданиях повышенной этажности практически отсутствует, так как в большинстве случаев, нет укомплектованности пожарного шкафа. Отсутствуют рукава пожарные со стволами, а присутствует мусор, сор в местах подключения пожарного оборудования (рис. 1).

Рис. 1. Состояние пожарных шкафов в многоэтажке

В нашей стране при эксплуатации противопожарного оборудования в многоэтажных домах управляющие компании столкнулись с периодическими и регулярными кражами пожарных рукавов. Тем самым подчеркнули несовершенство (отсутствие) способов защиты от кражи пожарного оборудования при проектировании зданий и сооружений.

Обеспечение сохранности и надежности присоединения пожарного рукава и пожарного ствола направлено на выполнение требований Федерального закона № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и СП 10.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Внутренний противопожарный водопровод. Нормы и правила проектирования».

Предлагаемое запорное устройство представляет собой металлическую трубу 1, а также сквозное отверстие 2, кронштейн 3, шарниры 4, 5 и штифт 6, образующие шарнирное сварное соединение.

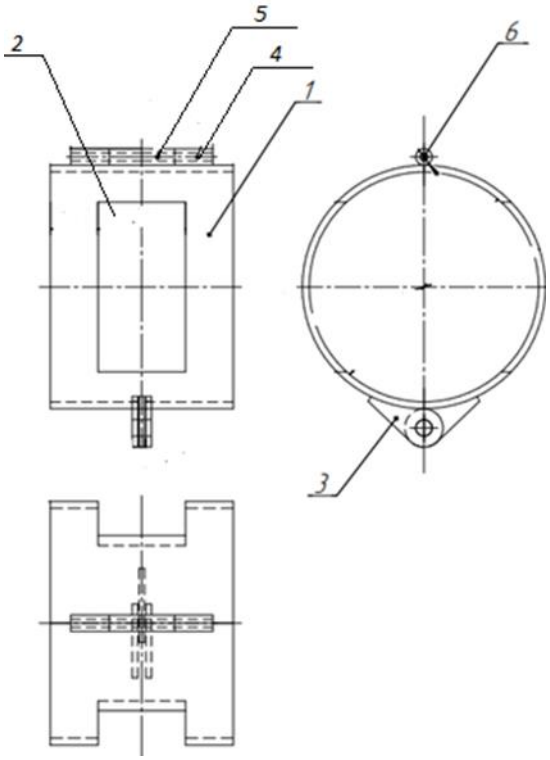


Рис. 2. Схема запорного устройства для пожарных соединительных головок

Запорное устройство устанавливается на месте соединения двух соединительных головок пожарного рукава и ствола [ГОСТ Р 53279—2009] только тогда, когда соединительные головки будут сведены до смыкания друг с другом, что необходимо для полного соединения двух деталей (полутруб) запорного устройства и фиксации при помощи специализированного замка под специализированный ключ.

Таким образом, предлагаемое техническое решение является простым в эксплуатации и позволяет повысить надежность хранения пожарного рукава и ствола в пожарном шкафу.

Модель МИВ-1 (исп.01) предназначена для фиксации пожарного рукава диаметром 51 на полугайки ГР и ГЦ/ГМ диаметром 51 – это изделие разработано для защиты пожарного рукава с использованием навесного или кодового замка (для замка на изделии имеются специальные петли) (рис.3). При разработке изделия предусмотрен способ снятия при помощи специального инструмента (топора пожарного) для этого кодовый или навесной замок конструктивно имеет технологическое решение под острую часть топора (кирки). И в момент вращения при определенном усилии рук человека через рычаг топорища кодовый или навесной замок разламывается и (или) ушко замка разгибается. И снять «запорное устройство для пожарных соединительных головок» будет возможным с места установки нормативом времени не более 15 секунд.

Рис. 3. Установка запорного устройства «МИВ-1 (исп.01)» на полугайке пожарного крана с рукавом

Рис. 4. Работа топором поясном пожарным по размыканию запорного устройства «МИВ-1»

На рис. 5 показана (выделена) рабочая зона для открытия запорных устройств «МИВ-1».

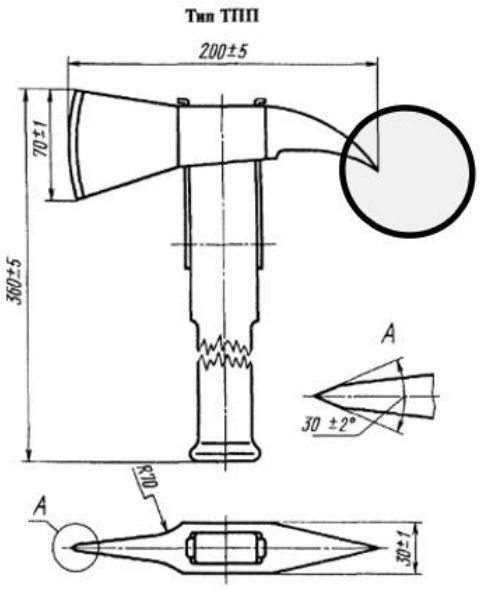


Рис. 5. Рабочая зона для открытия запорных устройств

Рис. 6. Место установки топора для демонтажа

Место установки топора для демонтажа «запорных устройств для пожарных соединительных головок МИВ-1» показано на рис.6.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на полезную модель № 188164 Российская Федерация, МПК A62C 33/04 (2006.01), F16K 35/06 (2006.01). Запорное устройство для соединительных головок: № 2018127967, заявл. 30.07.2018: опубл. 01.04.2019 Бюл. № 10/ Медведев И.В.: ил. – Текст: непосредственный.

2. https://43.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/2591554.

3. Григорьев В.В., Зарубина Е. В., Т.В. Шмелева. Исследование устройства по определению эксплуатационных характеристик трубопровода. «Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов», посвященная 90-летию образования гражданской обороны., 2022 - С. 91-96.

4. Уткин А.А., Зарубина Е. В., Т.В. Шмелева. Разработка устройства для исследования эксплуатационных характеристик трубопровода. IX Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов», посвященная 90-летию образования гражданской обороны, 2022. - С. 420-424.

УДК 620.16

И. В. Медведев*, Е. В. Зарубина**
*ООО «ЭКСПЕРТ», г. Киров
**Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЗАПОРНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПОЖАРНЫХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ГОЛОВОК

Поиск эффективных решений, направленных на комплексную защиту системы внутреннего пожарного водопровода.

Ключевые слова: пожарный рукав, защита от кражи, внутренний пожарный водопровод, пожарный кран, шкаф, запорное устройство для пожарных соединительных головок, охрана.

I. V. Medvedev*, E.V. Zarubina

DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR THE USE OF LOCKING DEVICES FOR FIRE CONNECTION HEADS

Search for effective solutions aimed at comprehensive protection of the internal fire water supply system.

Keywords: fire hose, theft protection, internal fire water supply, fire faucet, cabinet, locking device for fire connection heads, security.

Ответственность по исправному состоянию пожарных кранов лежит на руководителях организаций (согласно ППР 1479), и все должны относиться к этому с должной степенью ответственности. Но в виду того, что Правительством РФ принято решение установить особый порядок и частично наложить мораторий на проведение проверок в 2022, 2023 году, в том числе проверок среднего и малого бизнеса органами государственного пожарного надзора, контролировать исправное состояние не только пожарных кранов, но и всех систем пожарной безопасности у таких организаций, не представляется возможным. 10 марта 2022 года было официально опубликовано постановление Правительства РФ от 10.03.2022 г. № 336 «Об особенностях организации и осуществления государственного контроля, муниципального контроля», которое в тот же день вступило в силу. Данным законодательным актом наложен запрет на проведение с 10 марта 2022 года большинства плановых проверок на всех объектах, включая средний и малый бизнес, а также предусмотрена отмена внеплановых проверок. Поэтому стимулом содержать в необходимых условиях противопожарное оборудование должно стать обеспечение пожарной безопасности себе и своему имуществу.

© Медведев И. В., Зарубина Е. В., 2023

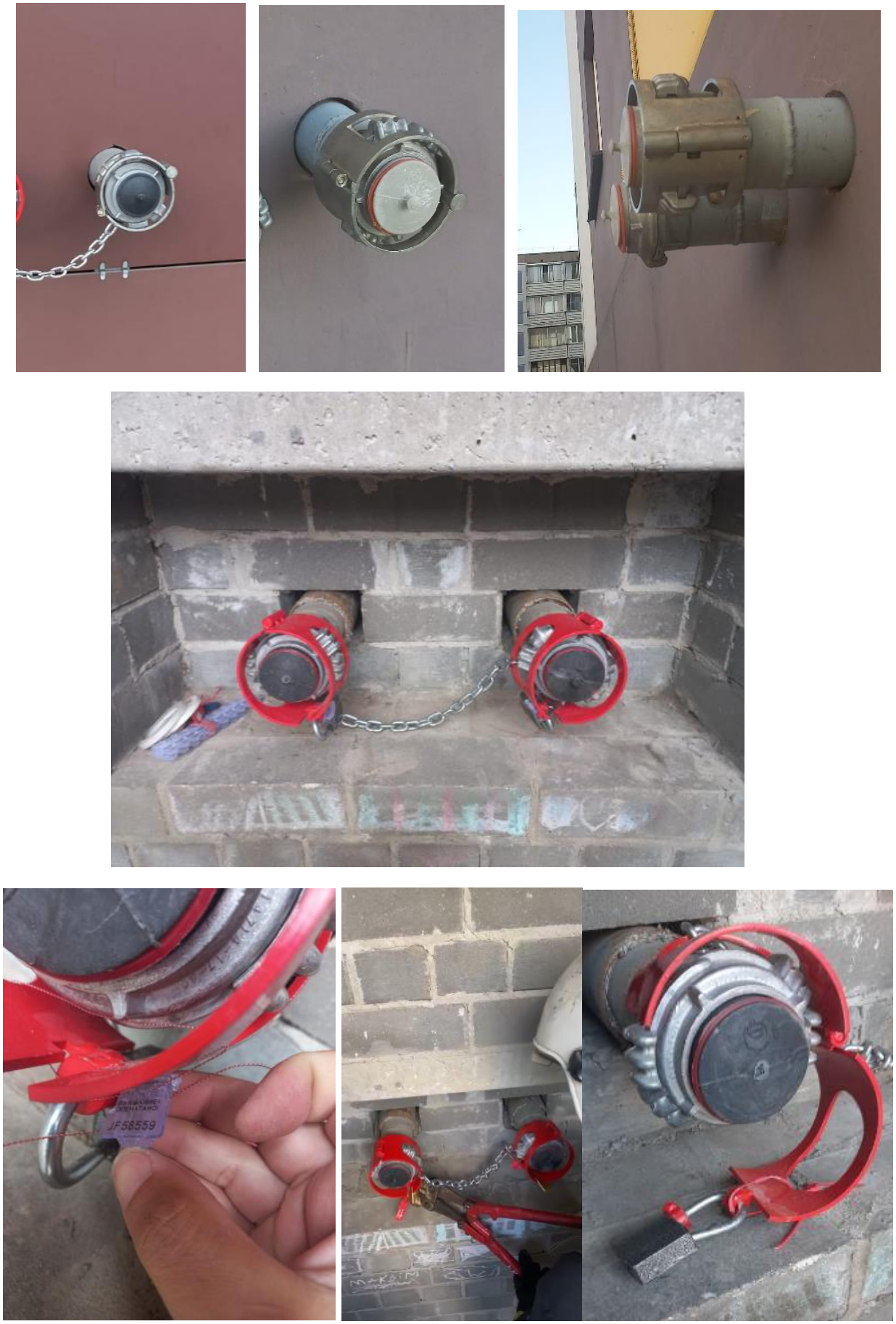


Рисунок. Внешний вид изделия «МИВ-3»

Во избежание попадания мусора в системы противопожарного водопровода предлагается запорное устройство МИВ-3.

На полугайки ГР и ГЦ диаметром 80 — это изделие разработано для защиты от попадания всевозможного мусора (бутылок, камней, палок и т.д.) в магистраль ВПВ в местах подключения передвижной пожарной техники с использованием навесного или кодового замка (для замка на изделии имеются специальные петли). Порядок действий пожарного расчета должен быть таким:

- При нахождении на объекте патрубков для подключения передвижной пожарной техники пожарный обязан оценить возможность использования существующей магистрали ВПВ (наличие на запорных устройствах «МИВ-3» (исп. 01) и пломб-свидетелей, как показано на фотографиях 7 и 8.);
- При помощи спец. инструмента перекусить ушки навесных замков это изображено на фотографиях 9, 10 и снять (скинуть) запорное устройство с места установки.

На рисунке изображен внешний вид изделия «МИВ-3».

Из вышесказанного можно сделать вывод, что, во-первых, исправное содержание пожарных кранов и ВПВ, во-вторых, проведение инструктажей во всех организациях, по эффективному использованию пожарных кранов при возгорании на объектах защиты, может спасти как имущество, так и человеческие жизни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент на полезную модель № 188164 Российская Федерация, МПК A62C 33/04 (2006.01), F16K 35/06 (2006.01). Запорное устройство для соединительных головок: № 2018127967, заявл. 30.07.2018: опубл. 01.04.2019 Бюл. № 10/ Медведев И.В.: ил. – Текст: непосредственный.

2. https://portal.tpu.ru/SHARED/b/BGA/bio/bachelors/Tab/MKE.pdf.

3. Григорьев В.В., Зарубина Е. В., Т.В. Шмелева. Исследование устройства по определению эксплуатационных характеристик трубопровода. «Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов», посвященная 90-летию образования гражданской обороны., 2022 - С. 91-96.

4. Уткин А.А., Зарубина Е. В., Т.В. Шмелева. Разработка устройства для исследования эксплуатационных характеристик трубопровода. IX Всероссийская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов», посвященная 90-летию образования гражданской обороны, 2022. - С. 420-424.

УДК 614.841.4

К. В. Митушки, И. В. Сараев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РОБОТИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ США

В статье представлен обзор наиболее распространённых роботизированных комплексов для противопожарной защиты и ликвидации последствий пожаров и взрывов на территории США. Показано, что роботизированные комплексы имеют множество различных модификаций.

Ключевые слова: робот, роботизированный комплекс, противопожарная защита, обзор.

K. V. Mitushki, I. V. Saraev

ROBOTIC COMPLEXES FOR FIRE PROTECTION AND ELIMINATION OF THE CONSEQUENCES OF FIRE AND EXPLOSIONS USA

The article provides an overview of the most common robotic systems for fire protection and liquidation of the consequences of fires and explosions in the United States. It has been shown that robotic systems have many different modifications.

Key words: robot, robotic complex, fire protection, overview.

В настоящее время, как и всегда, защита зданий и сооружений, а также предприятий, от пожара весьма актуальна. Количество таких объектов в Российской Федерации растет с каждым годом. Особенно актуальна данная проблема для объектов лесозаготовительной промышленности [1].

В работе будет рассмотрена, применяемая при проведении аварийно-спасательных, а также других неотложных работ, техника – это роботизированные комплексы на базе движущегося робота. Данная техника находи свою актуальность при работе в условиях особой опасности для жизни и здоровья спасателей. Ведь роботами на пожаре можно управлять дистанционно с безопасного расстояния и подавать огнетушащие вещества на его тушение.

Начнём обзор с роботизированного комплекса Howe & Howe (Thermite EV2), США (рис. 1) [2]. Робот Thermite EV2 является полностью электрическим. Управляется программно-управляемым контроллером для эффективного обнаружения пожаров. Благодаря модульной конструкции, включающей ствол для подачи огнетушащих веществ и дополнительное навесное оборудование, он применим для различных вариантов работ на пожаре. Робот Thermite EV2 пита-

© Митушки К. В., Сараев И. В., 2023

ется от аккумуляторной батареи вместо двигателя, работающего на горючем топливе и в отличие от двигателя с масляным охлаждением, Thermite EV2 не требует кислорода для работы. Благодаря способности работать несколько часов без подзарядки и возможности перемещаться дальше в условиях высокой температуры и опасных сред, он расширяет возможности пожарных, позволяя им сохранять безопасную дистанцию на пожарах.

Ключевые особенности робота [3]:

1) простое управление при помощи контроллера;
2) расход огнетушащих веществ – 4730 л/м;
3) скорость передвижения – 9,66 км/ч;
4) вес робота – 725 кг;
5) сделано в США.

Рис. 1. Thermite EV2

Далее рассмотрим робота Thermite RS3, производящегося той же фирмой (Textrone Systems), США (рис. 2). Благодаря высокой производительности лафетного ствола (9493 л/мин) Thermite RS3 обладает большой мощностью, для ведения боевых действий по тушению пожара. Модульная конструкция RS3 и более широкая посадка позволяют спасателям устанавливать дополнительное оборудование, включая плуг в сборе, резервуар для пенообразователя и дымосос. Thermite RS3 обладает достаточной мощностью для перемещения значительных объектов со своего пути, грузоподъемностью до 3500 тонн.

Ключевые особенности робота [4]:

1) расход огнетушащих веществ – 9493 л/м (воды или пены);
2) скорость передвижения – 12,9 км/ч;
3) дистанционное управление;
4) до 20 часов работы без дозаправки;
5) Вес — 1588 кг;
6) Дальность подачи водяной струи по горизонтали — до 100 м; по вертикали — до 50 м.

Рис. 2. Thermite RS3

Далее рассмотрим робота MVF-5, DOK-ING, США (рис. 3) [5]. Робот MVF-5 – это многофункциональная роботизированная система для реагирования в чрезвычайные ситуации. Он помогает пожарным и спасателям выполнять задачи в самых суровых, наиболее требовательных и опасных для жизни усло-

виях. Основной задачей MVF-5 является тушение пожаров в экстремальных условиях, в труднодоступных зонах повышенного риска, устранение дорожных заграждений и завалов без прямой угрозы для операторов.

Благодаря своим размерам MVF-5 можно легко перемещать различными видами транспорта. Воздушная доставка любым крупным коммерческим грузовым судном (например, B-777, 747) и военными грузовыми самолетами (например, A-340, Ил-76)

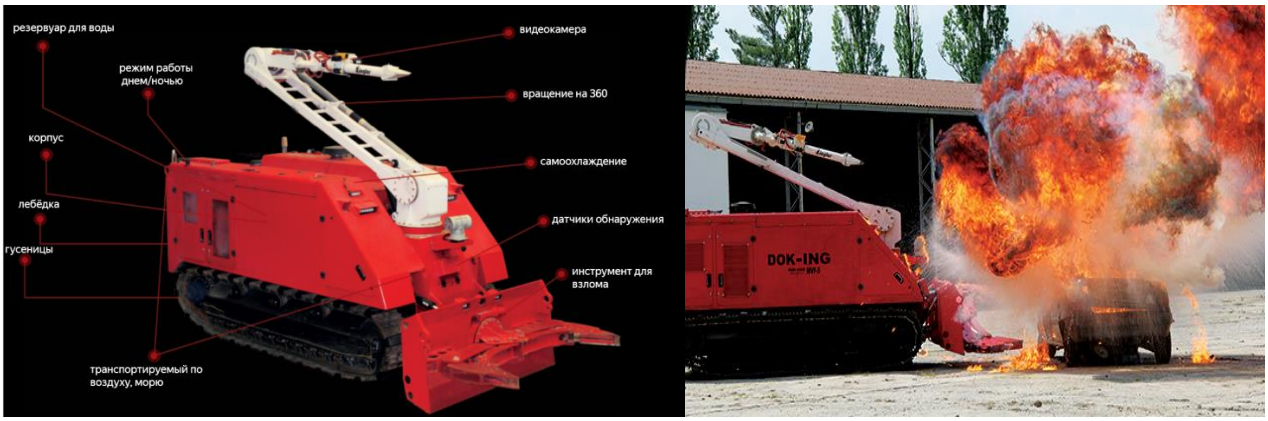


Рис. 3. Робот MVF-5, DOK-ING

Ключевые особенности робота:

1) видеосъемка на 360 градусов;
2) мобильность на бездорожье;
3) ёмкость резервуара для воды — 2500 л;
4) ёмкость бака для пены — 500 л;
5) вес — 16000 кг.

Таким образом, подводя итоги обзора роботизированных комплексов Американского производства можно сделать вывод, что наиболее удобными и современными системами защиты для объектов лесозаготовительной промышленности от пожара являются роботизированные противопожарные комплексы. Однако основным сдерживающим фактором для широкого применения и распространения таких комплексов является высокая стоимость их установки и обслуживания, связанная с необходимостью применения значительного количества роботов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 9923-2021 Техника пожарная. Общие технические требования. Методы испытаний.

2. Официальный сайт компании Howe & Howe (Textrone Systems) [Электронный ресурс]. URL: https://www.howeandhowe.com/news-flash/articles/press-release/howe-howe-unveils-its-next-generation-thermite-ev2-electric (дата обращения: 01.10.2023).

3. Каталог пожарных роботов [Электронный ресурс]. URL: https://robotrends.ru/robopedia/katalog-pozharnyh-robotov (дата обращения: 01.10.2023).

4. Официальный сайт компании Thermite [Электронный ресурс] URL: https://www.howeandhowe.com/civil/thermite (дата обращения: 01.10.2023).

5. Роботизированная система реагирования на чрезвычайные ситуации [Электронный ресурс]. URL: https://dok-ing.hr/defence-security/mvf-5/ (дата обращения: 01.10.2023).

УДК 614.842.847

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

ПРОБЛЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО МНЕНИЯ О НЕОБХОДИМОСТИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО И ОБЩЕСТВЕННОГО НАДЗОРА В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье обсуждается необходимость осуществления общественного контроля (надзора) пожарной безопасности на различных объектах и анализируется общественное мнение по данному вопросу.

Ключевые слова: пожарная безопасность, общественный контроль (надзор), объект защиты.

T. A. Mochalova, O. E. Storonkina

THE PROBLEM OF FORMING PUBLIC OPINION ABOUT THE NEED FOR STATE AND PUBLIC SUPERVISION IN THE FIELD OF FIRE SAFETY

The article discusses the need for public control (supervision) of fire safety at various facilities and analyzes public opinion on this issue.

Key words: fire safety, public control (supervision), object of protection.

Для минимизации риска причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям, вызванного нарушениями обязательных требований, осуществляется контроль (надзор) соблюдения данных требований государственными и муниципальными органами.

Деятельность контрольных (надзорных) органов направлена на предупреждение, выявление и пресечение нарушений обязательных требований, осуществляемая в пределах полномочий указанных органов.

© Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е., 2023

В свою очередь, одним из способов поддержания законности и эффективности деятельности государственных органов является общественный контроль. Его цели и задачи установлены ст. 5 Федерального закона от 21.07.2014 «Об основах общественного контроля в Российской Федерации» № 212-ФЗ [1].

Общественный контроль представляет собой ответственное наблюдение гражданами за исполнением властями своих обязательств. Он осуществляется в различных сферах жизнедеятельности государства: здравоохранения и образования, правоохранительной, избирательной и экологической сферах, и т.д. В него вовлечены как субъекты, опосредованные государством, так и граждане, и их объединения.

Осуществление общественного контроля пожарной безопасности распространено в обществе в меньшей степени, по сравнению, например, с противопожарной пропагандой, принимающей все более современные формы [2]. Однако проблема осуществления общественного контроля в области пожарной безопасности, является актуальной, так как знание общественными лицами правил пожарной безопасности помогает предотвращать и предупреждать нарушение требований пожарной безопасности. Данное направление общественного контроля (надзора) следует развивать, так как граждане имеют личную заинтересованность в обеспечении пожарной безопасности часто посещаемых объектов, например торгово-развлекательных центров, учреждений образования и здравоохранения и др.

С целью выяснения общественного мнения о необходимости осуществления общественного надзора отдельных обязательных требований пожарной безопасности нами был проведен опрос читателей Портала пожарной и промышленной безопасности [3]. Читателям предлагалось ответить на следующие вопросы.

1. Как Вы считаете, необходимо осуществлять общественный контроль за соблюдением требований пожарной безопасности на различных объектах?

- да
- нет
- не знаю

2. Лично Вы приняли бы участие в осуществлении общественного контроля требований пожарной безопасности?

- да
- нет

3. На каких объектах защиты требуется проведение общественного контроля требований пожарной безопасности?

- в торгово-развлекательных центрах;
- в образовательных организациях (детские сады, школы и т.п.);
- на спортивных объектах;
- на всех видах объектов.

По состоянию на 03.10.2023 в опросе приняли участие 285 человек, мнения респондентов распределились следующим образом.

Считают необходимым осуществлять общественный контроль за соблюдением требований пожарной безопасности на различных объектах 203 человека (71, 23 %); 67 человек (23,51 %) не считают данное мероприятие необходимым; 15 респондентов (5,26 %) воздержались.

Принять личное участие в осуществлении общественного контроля требований пожарной безопасности выразили желание 182 человека (63,86 %), отказались участвовать в данном мероприятии 103 опрошенных (36,14 %).

При ответе на третий вопрос большинство респондентов (58,25 %) отметили все виды объектов; вторым по популярности (44,56 %) стал ответ «торгово-развлекательные центры». По-видимому, это связано с крупными пожарами на данных объектах, унесшими жизни большого числа граждан, в том числе детей.

Результаты опроса подтверждают нашу гипотезу о том, что большинство граждан считают осуществление общественного контроля (надзора) пожарной безопасности необходимым и лично готовы принять в нем участие.

Ранее проведенное нами исследование показало [4, 5], что при этом важно, чтобы лица, осуществляющие общественный контроль пожарной безопасности, хорошо знали отдельные обязательные требования пожарной безопасности (доступные для них) и умели их применять на практике. Для этого необходимо проводить обучение общественников специалистами по пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.07.2014 «Об основах общественного контроля в Российской Федерации» № 212-ФЗ.

2. Искусственный интеллект как цифровой ресурс для модификации противопожарной пропаганды при подготовке в магистратуре / Н.О. Солодова, А.А. Лазарев, О.Е. Сторонкина [и др.] // Пожарная и аварийная безопасность. – 2023. – № 1(28). – С. 81-89. – EDN FJFYWV.

3. https:// portal.edufire37.ru.

4. Лазарев, А.А. Разработка предложений по совершенствованию общественного контроля пожарной безопасности торгового центра / А.А. Лазарев, Т.А. Мочалова, И.А. Курушин // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 1(46). – С. 111-119. – EDN CXDNXT.

5. Курушин, И.А. Разработка проекта проверочного листа для лиц, осуществляющих общественный контроль в области пожарной безопасности в местах массового пребывания людей / И.А. Курушин, Т.А. Мочалова // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 2022 года. – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2023. – С. 34-40. – EDN OOQVST.

УДК 614.842.847

Т. А. Мочалова, О. Е. Сторонкина, А. А. Осмоловская
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ КОМБИНАТОВ

В статье рассматриваются особенности и модель проведения профилактических обследований деревообрабатывающего комбината в области пожарной безопасности, а также соответствующие методические рекомендации.

Ключевые слова: пожарно-профилактическое обследование, методические рекомендации, деревообрабатывающий комбинат профилактический визит.

T. A. Mochalova, O. E. Storonkina, A. A. Osmolovskaya

DEVELOPMENT OF METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS FOR CONDUCTING FIRE PREVENTIVE INSPECTIONS OF WOOD PROCESSING INDUSTRIES

The article discusses the features and model of conducting preventive inspections of a woodworking plant in the field of fire safety, as well as relevant methodological recommendations.

Key words: fire prevention inspection, methodological recommendations, woodworking plant preventive visit.

Согласно статистическим данным о пожарах в Российской Федерации за 2022 год на производственных объектах произошло 1949 пожаров, причиной которых в основном стали нарушения правил пожарной безопасности инженерно-техническими работниками и служащими [1]. Ввиду того, что пожары приводят к значительному материальному и социально-экономическому ущербу, гибели и травмированию людей, законодателями большое внимание уделяется вопросам обновления и совершенствования законодательного и нормативного правового обеспечения стабилизации оперативной обстановки с пожарами. К числу таких вопросов относится проверка на соответствия объектов требованиям Федерального закона от 22.07.2008 № 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» [2].

В современной деревообрабатывающей отрасли используются как пиломатриалы широкого спектра, так и различные пожаро- и взрывоопасные лаки, краски, растворители и т.п. Отдельные производственные процессы (например, сушка) выполняются при повышенной температуре. Стремление производителей к увеличению выпуска продукции, повышению ее качества и улучшению

© Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е., Осмоловская А. А., 2023

внешнего вида изделий, интенсивно увеличивает пожарную опасность цехов и участков, связанных с процессами деревообработки.

Возрастающие темпы роста производства, усложнение, происходящих в нем технологических процессов с одновременным требованием улучшения условий и безопасности труда вызывают необходимость постоянного совершенствования системы государственных мер борьбы с огнем [3, 4, 5].

Целью работы является разработка методических рекомендаций по проведению профилактических обследований деревообрабатывающего комбината для контроля обеспечения требований пожарной безопасности на объекте надзора, обеспечивающей высокий уровень данной деятельности и минимальное административное давление.

Пожарно-профилактическое обследование деревообрабатывающего комбината – это комплекс мероприятий, направленных на проверку и оценку степени соответствия (несоответствия) объектов деревообрабатывающего комбината требованиям пожарной безопасности.

Основные назначения пожарно-профилактического обследования деревообрабатывающего комбината:

– сбор и анализ информации об уровне пожарной безопасности на объектах;

– контроль соответствия условий эксплуатации объектов требованиям, предъявляемым правилами пожарной безопасности;

– выявление потенциально опасных зон или конкретных мест, где вероятность возгорания выше, чем в других местах;

– выполнение соответствующих экспертиз, замеров, испытаний, обследований;

– осуществление расчетов пожарных рисков и подготовка заключения о состоянии объекта;

– разработка мер по устранению выявленных недостатков с целью обеспечения на объекте должного уровня ПБ.

На рисунке представлена модель проведения профилактических обследований деревообрабатывающего комбината в виде блок-схемы.

Моделирование проведения профилактических исследований деревообрабатывающий комбинат в области пожарной безопасности, начинается с систематического анализа результатов проверок противопожарного состояния предприятия. Это позволит выявить наиболее характерные недостатки и успешно устранить их. Если, например, замечены отклонения от установленного технологического режима, то это требует усиления борьбы по улучшению производственной дисциплины, разъяснению рабочим правил пожарной безопасности.

Второй этап – обзор организационных мероприятий, направленных на профилактику пожаров на деревообрабатывающем комбинате [6, 7, 8]. Это может быть, как анализ технических решений противопожарной защиты, так и работа непосредственных руководителей с рабочим персоналом в области ГО, ЧС

и пожарной безопасности. Противопожарные мероприятия технического характера должны быть обоснованы, экономически целесообразны и вполне осуществимы в условиях предприятия. Руководство и пожарно-техническая комиссия деревообрабатывающего комбината должны проводить занятия агитационно-обучающего характера по соблюдению правил противопожарной безопасности, по первоочередным действиям при возникновении пожара и оказанию первой помощи пострадавшим.

Третьим этапом является изучение порядка взаимодействия администрации деревообрабатывающего комбината и органов местного самоуправления с различной ведомственной принадлежности по вопросам профилактики пожаров. Взаимодействие с органами местного самоуправления и ведомственными учреждениями является одной из главных и ключевых аспектов развивающейся организации. По уровню взаимодействия организации можно в некотором смысле даже судить о ней по важным вопросам, например, соблюдение трудового законодательства, внутреннего правопорядка, требований пожарной безопасности и противопожарной защиты, и т.д., так как представители консультируются между собой в затруднительных ситуациях.

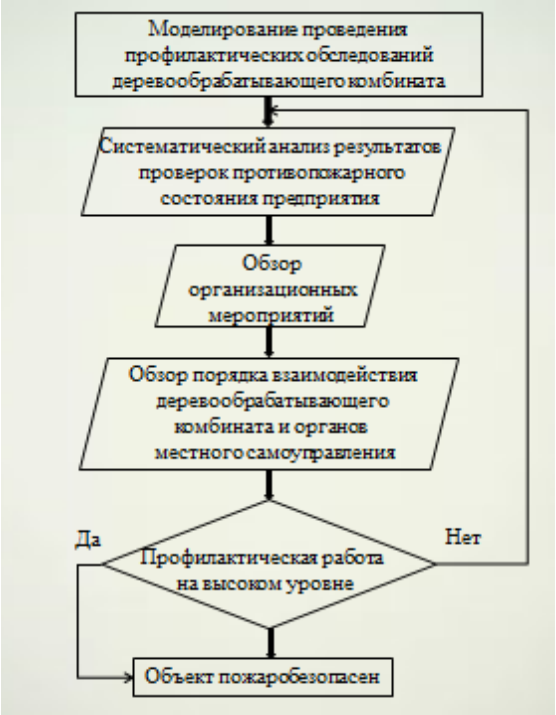


Рисунок. Модель проведения профилактических обследований деревообрабатывающего комбината в области пожарной безопасности

Данная трехступенчатая модель направлена на выявление проблемных вопросов в области профилактики пожаров на каждом этапе, прогнозирования пожаров и ЧС на объекте, а также принятия мер, направленных на предотвращение пожаров и повышения «противопожарной грамотности» у персонала.

Для подтверждения достоверности выявленных в ходе исследования данных, было проведено экспериментальное исследование по реализации процесса проведения профилактических обследований объектов надзора в области пожарной безопасности на деревообрабатывающем комбинате. Эксперимент проводился в режиме реального времени по согласованию с надзорным органом и руководством деревообрабатывающего комбината.

На первом этапе были изучены документы по последней проверке данного объекта по соблюдению требований пожарной безопасности, были выявлены нарушения. К окончанию эксперимента нарушения были устранены.

Вторым этапом эксперимента был обзор организационных мероприятий. Проведено обследование деревообрабатывающего комбината на наличие системы противопожарной защиты, включающей в себя систему автоматического пожаротушения, систему пожарной сигнализации и систему оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре; тренировка по эвакуации персонала при сработке автоматической пожарной сигнализации (персонал не был заранее уведомлен о проведении тренировки); тестирование руководящего состава и персонала деревообрабатывающего комбината в области пожарной безопасности. Вопросы были взяты из перечня вопросов по пожарно-техническому минимуму. Каждый билет включал пять вопросов. Тестированию подлежало 5 человек из пожарно-технической комиссии, 5 человек из добровольной пожарной дружины и 10 человек рабочего персонала из различных производственных цехов.

Третьим этапом эксперимента являлся обзор порядка взаимодействия администрации деревообрабатывающего комбината и органов местного самоуправления в области профилактики пожаров.

Затем при помощи метода экспертных оценок нами были определены значения показателей деятельности и доказана адекватность применения блок-схемы этапов моделирования проведения пожарно-профилактических обследований деревообрабатывающего комбината.

По итогам исследования нами внесены предложения в отдел надзорной деятельности и профилактической работы для изменения подходов к проведению профилактического визита на деревообрабатывающий комбинат. Определен перечень пунктов, которые необходимо внести в приказ о пожарно-технической комиссии. Внесены предложения по техническому оснащению средствами противопожарной пропаганды. Так, для повышения уровня пожарной безопасности в каждом здании, не зависимо от его функционального назначения, должны быть созданы уголки пожарной безопасности, которые содержали бы алгоритм действий при возникновении пожара, порядок работы с первичными средствами пожаротушения и порядок пользования средств индивидуальной защиты органов дыхания [9]. В административно-бытовом корпусе, в месте скопления большого количества персонала, необходимо установить видеостойки, которые можно задействовать, как постояннодействующий агитационных технический комплекс. Данные видеостойки можно оснастить любой информацией с помощью флеш-накопителя. Видеоролики и комментарии к ним, которые возможно воспроизводить круглосуточно на данных видеостойках позволят в разы повысить уровень пожарной безопасности [10]. Работники могут наглядно увидеть, как правильно пользоваться пожарным инвентарем с комментариями.

Согласно проведенному нами социально-экономическому анализу предлагаемых рекомендаций и предложений по проведению пожарно-профилактических обследований предприятия материальные затраты составят 234280 рублей, что для крупного предприятий незначительные вложения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.-аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.

2. Федеральный закон от 22.07. 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

3. Акмаев, Р.Н. Методология ранжирования опасных производственных объектов в нефтегазовом секторе / Р. Н. Акмаев, О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов IV международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России, Иваново, 15 октября 2020 года. – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2020. – С. 305-307. – EDN PMIDGW.

4. Разработка мероприятий по повышению пожарной безопасности на опасном производственном объекте / Р. Н. Акмаев, В. О. Филиппов, О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова // Современные пожаробезопасные материалы и технологии Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Иваново, 14 октября 2021 года. – Иваново: ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС России, 2021. – С. 178-184. – EDN SYSLYY.

5. Романова О.С. Методологические аспекты исследования организационной (корпоративной) культуры // Вестник Ивановского государственного университета. Серия: Экономика. 2020. № 3 (45). С. 7-17.

6. Мочалова, Т.А. Об актуальности проведения исследования эффективности профилактической работы по предупреждению пожаров, проводимой на территории Республики Мордовия (на примере города Саранск) / Т.А. Мочалова, Т.В. Сычева, О.Е. Сторонкина // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов IV международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России, Иваново, 15 октября 2020 года. – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2020. – С. 383-384. – EDN GZQHHL.

7. Лазарев, А.А. Совершенствование противопожарных профилактических обследований на производственном объекте / А. А. Лазарев, В. Ю. Емелин, А. В. Петров // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 20 апреля 2021 года. – Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2021. – С. 193-202. – EDN QBHEMQ.

8. Лазарев, А. А. О проведении профилактических обследований объектов защиты / А. А. Лазарев, В. Ю. Емелин, А. В. Борзых // Пожарная и аварийная безопасность. – 2020. – № 2(17). – С. 11-17. – EDN KWHGNB.

9. Лазарев, А.А. Об особенностях противопожарной пропаганды в Ивановской области в 2020 году / А.А. Лазарев, И.Ю. Шарабанова, В.Ю. Емелин // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XV Международной научно-практической конференции, посвященной 30-й годовщине МЧС России, Иваново, 17–18 ноября 2020 года. – Иваново: ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС России, 2020. – С. 56-58. – EDN ZMERUD.

10. Сравнительный анализ восприятия школьниками противопожарных памяток и видеороликов / А. А. Лазарев, С. С. Лапшин, А. М. Мочалов [и др.] // Технологии техносферной безопасности. – 2017. – № 4(74). – С. 81-88. – EDN YWYDJN.

УДК 614.841.411

А. Л. Никифоров, И. А. Легкова, С. Н. Ульева, И. Ю. Шарабанова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОГНЕЗАЩИТЫ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Разработка технологических приемов обеспечения пожарной безопасности целлюлозных материалов и эффективных огнезащитных составов является важной и актуальной задачей современности. При этом внимание должно уделяться вопросам защиты данных материалов не только от горения, но и от термодеструкции. Кром е того, огнезащита древесины и текстиля должна учитывать функциональное назначения изделий, выполненных из этих материалов.

Ключевые слова: целлюлоза, древесина, текстильные материалы, огнезащита, горючесть, термодеструкция.

A. L. Nikiforov, I. A. Legkova, S. N. Uleva, I. Yu. Sharabanova

TOPICAL ISSUES OF FIRE PROTECTION OF CELLULOSE MATERIALS

The development of technological methods for ensuring fire safety of cellulose materials and effective flame retardants is an important and urgent task of our time. At the same time, attention should be paid to the issues of protection of these materials not only from gorenje, but also from thermal degradation. In addition, the fire protection of wood and textiles should take into account the functional purpose of products made of these materials.

Key words: cellulose, wood, textile materials, fire protection, combustibility, thermal degradation.

Целлюлоза – первый из известных человечеству природный полимер, используемый и по сегодняшний день. Среди целлюлозных материалов основную долю составляют изделия из древесины и ее производных, а также льняные и хлопчатобумажные ткани. Широкое применение целлюлозных материалов, заставляет думать и о том, что все эти материалы горючие. Проблему снижения пожароопасных свойств, на первый взгляд, можно считать решенной за счет огнезащитных обработок обеспечивающих надежную защиту от возгорания и от распространения пламени. Рынок современных огнезащитных препаратов представлен огромным количеством составов, которые различаются по химической природе, количеству компонентов, технологии нанесения и ряду других показателей, а вот недостаток у всех этих препаратов один.

© Никифоров А. Л., Легкова И. А., Ульева С. Н., Шарабанова И. Ю., 2023

Проблема заключается в том, что, обрабатывая древесину огнезащитными составами или создавая негорючие материалы на основе производных древесины мы уходим от главного качества данного материала – низкой теплопроводности. Пропиточные обработки огнезащитными составами не только ухудшает эксплуатационные характеристики, связанные с обеспечением теплового баланса между температурой окружающей среды и температурой внутри помещения, но и ухудшают ситуацию с термической устойчивостью материала. Основу материала, прошедшего огнезащитную обработку, составляет целлюлоза – природный полимер, который при воздействии открытого пламени способен воспламеняться, а при воздействии высоких температур в присутствии окислителя самовоспламеняться. При воздействии высоких температур в отсутствии окислителя протекает термодеструкция и разрушение целлюлозного материала. То есть прочность силовых конструкций, обработанных огнезащитными составами при воздействии высоких температур и открытого пламени, все равно будет падать. При этом для обработанных огнезащитными составами материалов скорость деструкции будет выше, чем у нативной древесины, что объясняется увеличением коэффициента теплопроводности обработанного материала. Таким образом, вырисовывается проблема – традиционные огнезащитные мероприятия не обеспечивают сохранения целостности и несущей способности строительным конструкциям из древесины и ее производных. Требуются новые подходы, направленные на разработку конструктивных методов защиты. Использование интумесцентных составов для этих целей тоже имеет ряд технических и экономических ограничений. В настоящее время нами ведется разработка новой технологии и состава для обеспечения защиты строительных конструкций из древесины от воздействия открытого пламени и высоких температур.

Еще одна группа целлюлозных материалов представлена текстильными изделиями и, в первую очередь, тканями из хлопка и льна. Как и для древесины, для обеспечения огнезащиты текстиля разработано значительное количество технологий и огнезащитных составов. При этом я бы выделил два подхода, которые используются в настоящее время для придания огнезащитных свойств хлопчатобумажным, льняным и ряду смесовых на их основе тканей. Первый – пропитка водными огнезащитными составами на основе неорганических солей, либо негорючих органических соединений, которые не вступают в химическую связь с волокнообразующим полимером (целлюлозой), а закрепляются в его порах. Данная технология не обеспечивает устойчивость огнезащиты к влажным обработкам - после термообработки или сушки обработанного материала антипирен сохраняет способность растворения и вымывания водой. Другой вариант предусматривает получение на целлюлозосодержащих тканях перманентной огнезащиты, т.е. обработки устойчивой к многочисленным стиркам. Как показывает опыт, такая огнезащитная обработка никак не влияет на термостойкость тканей.

По своей сути оба этих метода, как и в случае с огнезащитой древесины не защищают волокнообразующий полимер от термодеструкции. При этом огнезащитные обработки ухудшают теплоизолирующие свойства тканей. Соответственно следует задуматься – где и для чего могут быть использованы такие ткани. Если только для выполнения требования не гореть, то результат достигнут, но если посмотреть на это с другой стороны с точки зрения защиты человека от ожогового травматизма, то ситуация представляется не такой уж оптимистичной. Подобные огнезащитные обработки используются для изготовления специальной защитной одежды сварщиков, работников горячих цехов, пожарных. Материалы с такой обработкой с точки зрения теплофизических защитных функции оставляют желать лучшего. Таким образом налицо актуальная проблема – с какой целью текстильному материалу придаются огнезащитные свойства. То есть в данном случае обработка должна решать целый комплекс проблем, а не только проблему снижения горючести. Текстильный материал должен еще иметь какое-то функциональное назначение. То есть при разработке огнезащиты текстильных материалов важно учитывать не только требования обеспечения пожарной безопасности, но и сохранять те полезные свойства текстильного материала в соответствии с его функциональным назначением.

Подводя итог и резюмируя сказанное можно констатировать, что разработка технологических приемов обеспечения пожарной безопасности целлюлозных материалов и эффективных огнезащитных составов является важной и актуальной задачей современности. При этом внимание должно уделяться вопросам защиты данных материалов не только от горения, но и от термодеструкции. Огнезащита древесины и текстиля должна учитывать функциональное назначения изделий, выполненных из этих материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трушкин Д.В., Корольченко О.Н. Бельцова Т.Г. Горючесть древесины, обработанной огнезащитными составами // Пожаровзрывобезопасность. 2008, том 17, № 1 - с. 29-33.

2. Сиплатов А.А., Никифоров А.Л., Панев Н.М., Мусатов В.А. Разработка нового подхода к обеспечению защиты строительных конструкций из древесины и материалов на ее основе от воздействия высоких температур и открытого пламени// Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 1 (46). - с. 136-144.

3. Спиридонова В.Г., Циркина О.Г. Исследование пожароопасных свойств тканей из целлюлозных волокон методами термического анализа// Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2023. № 2 (404). - с. 123-128.

4. Спиридонова В.Г., Циркина О.Г. Защитные вспучивающиеся составы для тканей технического назначения // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сб. мат. X Всеросс. науч.-практ. конф. Иваново: ИПСА ГПС МЧС России,20 апреля 2023 г. - с. 483-487.

5. Спиридонова В.Г., Циркина О.Г. Сорокин Д.В., Никифоров А.Л. Обоснование актуальных подходов к оценке пожароопасных свойств текстильных материалов

и способов огнезащиты тканей различного функционального назначения // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 2 (47). - с.126-133.

УДК 614.681

А. А. Осмоловская, О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБЗОР МЕТОДОВ ЭКСПЕРТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ОБГОРЕВШИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье приведен анализ различных методов экспертного исследования обгоревших текстильных материалов и изделий, используемых при расследовании дел о пожарах.

Ключевые слова: текстильные материалы, морфологическое исследование, оптическая микроскопия, метод термогравиметрического анализа, химический анализ.

A. A.Osmolovskaya, O. E. Storonkina, T. A. Mochalova

REVIEW OF METHODS OF EXPERT RESEARCH OF BURNT TEXTILE MATERIALS

The article provides an analysis of various methods of expert research of burnt textile materials and products used in the investigation of cases of fires.

Key words: textile materials, morphological examination, optical microscopy, thermogravimetric analysis method, chemical analysis.

Пожары в жилых зданиях, в большинстве случаев, связаны с возгоранием текстильных материалов, составляющих основную горючую нагрузку в помещениях квартир. Пожарная опасность текстильных изделий обусловлена способностью этих материалов к образованию опасных факторов пожара, а повышенная горючесть и легкость воспламенения тканей приводят к быстрому распространению огня по ним.

Исследование текстильных материалов может быть источником информации не только о развитии пожара, но и его причине, поэтому важно понимать, как различные виды ткани будут вести себя в условиях, близких к условиям пожара.

Для исследования обгоревших остатков текстильных материалов и изделий, изъятых с места пожара в судебных экспертных учреждениях может быть использован целый комплекс методов, включающих морфологический, хими-

© Осмоловская А. А., Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А., 2023

ческий, дифференциальный термический анализ, ИК – спектроскопию и т.д. [1, 2].

Морфологическое исследование позволяет связать морфологические признаки и физические свойства обгоревших текстильных материалов с температурами термического воздействия на них. А появление компьютеров и фотоаппаратов с высоким разрешением позволяют проводить исследование текстильных материалов достаточно быстро и просто, в связи с чем методика морфологического исследования обгоревших текстильных материалов стала доступна для реализации [3].

Оптическая микроскопия дает понимание о морфологическом строении и позволяет предположить первоначальную структуру без разрушения образца. Исследование проводится в отраженном свете, с помощью работающих в этом режиме микроскопов и в несколько этапов. На первом этапе с помощью стереоскопических микроскопов изучаются внешние признаки карбонизованного остатка. На следующем этапе изучается морфология поверхности отдельных фрагментов карбонизованного остатка материала и обугленных волокон в режиме отраженного света с увеличением, достаточным для выявления соответствующих диагностических признаков [3].

Метод термогравиметрического анализа (ТГА) отлично себя зарекомендовал при изучении свойств различных органических веществ и материалов в процессе температурного воздействия. Он имеет ряд преимуществ перед другими методами исследований, такие как гибкость постановки эксперимента, одновременное получение нескольких характеристик материала, быстрое снятие информации, возможность автоматизации при обработке данных, использование малого количества вещества [4].

Термогравиметрический метод исследования и анализа, основан на регистрации изменения массы образца в зависимости от его температуры в условиях программированного изменения температуры среды.

Метод ИК - спектроскопии обеспечивает некоторые возможности дифференциации обгоревших тканей, а также возможность отличить их от обгоревших биологических объектов. Метод позволяет классифицировать остатки текстильных материалов по типу волокон, но при условии, что температура нагрева материала не превышала некоего граничного значения (предельной температуры). Например, вискоза сохраняет в спектре отличия от хлопка до 200 °С; после нагрева в интервале 200–300 °С спектр становится неотличим от спектра исходного хлопкового волокна. А выше 300 °С и у хлопка, и у вискозы исчезают характеристические полосы при 3400 и 1050–1100 см$^{-1}$, позволяющие выделить их среди прочих текстильных материалов. Шерстяные и шелковые ткани по ИК-спектрам невозможно отличить друг от друга даже в нативном виде [1].

Метод химического анализа. При применении данного метода сначала проводится микроскопическое исследование, для дифференциации происхождения волокон (синтетического происхождения или натурального). Далее осуществляется термическое разложение пробы с улавливанием образующихся га-

зов и измерением их кислотности (pH) или визуальным контролем pH по индикатору. Продукты разложения полиамидного волокна дают pH щелочную среду. Кислую среду с pH менее 2,5 дают полиакрил и поливинилхлорид. На заключительном этапе исследуемые объекты подвергаются кислотному или щелочному гидролизу. Исследование продуктов деструкции рекомендуется проводить методами газожидкостной и тонкослойной хроматографий [5].

Следует отметить, что приведенные в статье методы экспертного исследования обгоревших текстильных материалов далеко не все методы, которые могут быть использованы пожарно-техническими специалистами в области экспертизы пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чешко, И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). СПб.: СПб ИПБ МВД России, 1997. – 560 с.

2. Сторонкина, О. Е. Исследование показателей пожарной опасности текстильных материалов в целях судебной пожарно-технической экспертизы / О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова, Д. В. Калашников // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2021. – № 4(68). – С. 80-85. – DOI 10.6060/snt.20216804.00012. – EDN NZHRYB.

3. Осмоловская, А. А. Исследование поведения текстильных материалов при высокоинтенсивном нагреве / А. А. Осмоловская // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Железногорск, 26 мая 2023 года. – Железногорск: ФГБОУ ВО "Сибирская пожарно-спасательная академия", 2023. – С. 236-238. – EDN GPBLDL.

4. Сторонкина, О. Е. Возможности термического анализа в экспертных исследованиях текстильных материалов по делам о пожарах / О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова // Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности: сборник материалов Дней науки с международным участием, посвященных 90-летию Гражданской обороны России. В 2-х частях, Екатеринбург, 26–28 октября 2022 года. Том Часть 1. – Екатеринбург: Уральский институт Государственной противопожарной службы МЧС России, 2022. – С. 163-166. – EDN ZLRVYW.

5. Применение некоторых инструментальных методов для исследования сожженных волокнистых материалов: методическое письмо для экспертов. М.: ВНИИСЭ, 1988.

УДК 355.587

З. А. Панферова, К. С. Бородин
Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России»
(федеральный центр науки и высоких технологий)

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ НОРМАТИВНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭКИПИРОВКИ СПАСАТЕЛЕЙ

Приведен обзор рекомендуемых вариантов экипировки спасателей в зависимости климатических условий, в которых планируется проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ. Приведен краткий перечень элементов одежды, экипировки, средств индивидуальной защиты, обзор положений действующих нормативных правовых актов и нормативно-технических документов.

Ключевые слова: экипировка, куртка, брюки, спасатели, аварийно-спасательные работы, обувь, комплект одежды, средства индивидуальной защиты, агрессивная среда, требования, фурнитура, ткань, свойства, защита.

Z. A. Panferova, K. S. Borodin

PROBLEMATIC ISSUES OF REGULATORY REGULATION OF RESCUE EQUIPMENT

An overview of the recommended options for equipping rescuers is given depending on the climatic conditions in which emergency rescue and other urgent operations are planned. A short list of elements of clothing, equipment, personal protective equipment, an overview of the provisions of the current regulatory legal acts and regulatory and technical documents is provided.

Key words: equipment, jacket, trousers, rescuers, emergency rescue operations, shoes, set of clothes, personal protective equipment, aggressive environment, requirements, fittings, fabric, properties, protection.

Качественная экипировка, позволяющая успешно осуществлять аварийно-спасательные работы, оказывает сильное влияние на безопасность спасателей, что является важным фактором для спасения пострадавших.

Так, например, непромокаемая и непродуваемая одежда, отрегулированная по фигуре, повысит комфорт при ликвидации чрезвычайной ситуации в условиях осадков и ветра [1, 2]. Обувь должна иметь устойчивое сцепление на любых поверхностях и препятствовать скольжению и получению травм.

При формировании комплектов одежды спасателей необходимо также учитывать средства защиты рук, ног, головы, кожи [3].

© Панферова З. А., Бородин К. С., 2023

По состоянию на 2023 год варианты комплектов одежды, экипировки и средств индивидуальной защиты должны соответствовать требованиям ТР ЕАЭС 050/2021, ТР ТС 019/2011, приказа МЧС России от 10.08.2017 № 337, ГОСТ 12.4.280-2014, ГОСТ 11209-2014, ГОСТ Р 12.4.260-2011, приказа Минздравсоцразвития РФ от 01.09.2010 № 777н, приказов Минтруда России от 29.10.2021 № 766н, от 29.10.2021 года № 767н, ГОСТ 20881-91.

Основное назначение комплектов одежды, экипировки и средств индивидуальной защиты – обеспечение эффективной защиты спасателей от поражающих факторов чрезвычайной ситуации в различных температурных диапазонах, показаниях влажности и др.

Варианты комплектов одежды

Типовые или универсальные комплекты одежды могут состоять из комбинезона или куртки и брюк. Должны обеспечивать легкость, простоту, удобство, эргономичность, наличие свойств ткани, позволяющих поддерживать оптимальную температуру тела и потоотведение, желательно преобладание в составе хлопчатобумажной ткани (более 50 %). Требования к отделке, обработке, покрытию не предъявляются. Фурнитура должна соответствовать ОСТ 17-891-86, ГОСТ 30019.1-93, ОСТ 17-10-033-2000, все элементы фурнитуры должны обеспечивать надежность, заявленный функционал, коррозионную стойкость, устойчивость к механическим воздействиям.

Комплекты одежды специального назначения должны использоваться для защиты от вредных и опасных факторов, воздействующих на спасателей, могут быть представлены одноразовыми комбинезонами, для использования при работе в агрессивных средах, с химически и биологически опасными веществами, при воздействии радиации, повышенных температур, ликвидации последствий разливов нефти, масел и др. Требования к материалам будут формироваться в зависимости от назначения комплектов такой одежды, преимущественно должна соблюдаться герметичность, непромокаемость, защита максимальной поверхности кожных покровов. Фурнитура должна быть представлена влагозащитными молниями, текстильными застежками (липучками), кулисками, способными минимизировать возможность затекания различных веществ.

«Летний» комплект одежды может состоять из типового (универсального), в случае повышенной температуры и влажности окружающей среды, в зависимости от субъекта Российской Федерации могут дополнительно включаться куртки с коротким рукавом, солнцезащитные очки, шорты, головной убор (желательно наличие козырька для защиты от солнечных лучей). При наличии насекомых необходимы накомарники, противоклещевые костюмы. Используемая ткань должна обеспечивать вентилируемость и потоотведение, возможность быстрой сушки, желательно преобладание в составе хлопчатобумажной ткани (более 50% от общего состава), требования к фурнитуре соответствуют требованиям к типовому (универсальному) комплекту.

«Зимний» комплект одежды может состоять из верхней куртки, легкой куртки, жилета, брюк (могут быть с «самосбросами») или полукомбинезона, костюма флисового, комплекта термобелья, шапки (может быть ушанка), балаклавы, перчаток «верхонок», перчаток тактических. Должны соблюдаться требования ГОСТ 12.4.303-2016, ГОСТ 29335-92, ГОСТ 29338-92, ГОСТ Р 12.4.185-99, ГОСТ 12.4.141-99. Требования к материалам: сохранение тепла, непромокаемость, наличие ветрозащитных свойств, пропитка ткани для защиты от осадков, также желательна пропитка для маслогрязезащиты [4].

«Штормовой» комплект одежды может включать элементы зимнего с обязательным условием ветрозащиты. В комплект могут быть включены гамаши. Ткань может быть как рипстоп, так и мембранной (предпочтительнее) [5]. Фурнитура должна минимизировать «парусность», т.е. позволять максимально подогнать комплект под фигуру, могут использоваться усиливающие накладки на местах, наиболее подверженных износу и истиранию.

Во все комплекты одежды должны включаться хлопчатобумажные футболки, носки, желателен ремень.

Варианты комплектов экипировки

К экипировке помимо одежды можно отнести спальник, коврик туристический, сидушку туристическую, вещевой мешок (рюкзак), штурмовой рюкзак, фонарь (налобный или ручной), набор индивидуальных принадлежностей для приема пищи, набор индивидуальных принадлежностей для гигиенических процедур, однако стоит также учитывать, что данные предметы могут быть как индивидуальными, так и групповыми:

1. Требования к спальнику должны предъявляться в соответствии с предполагаемым климатическим использованием, таким образом, необходимо минимум два варианта спальников – зимний и летний, которые отличаются как по температуре комфорта, так и по весовым характеристикам и габаритным размерам в сложенном состоянии. Также необходимо учитывать конструктивные элементы спальника, может быть одеяло или кокон.

2. Коврик туристический конструктивно может быть как складывающийся (например гармошкой), скручивающийся, так и самонадувающийся (предпочтительнее). Также следует обращать внимание на температурный диапазон использования.

3. Вещевой мешок (рюкзак) – следует обращать внимание на объем, измеряемый в литрах (желательно средний размер около 120 литров), должен обладать возможностью подгонки под фигуру, иметь прочно вшитые стяжки для изменения объема, желательно наличие гермочехла, жесткого каркаса (может быть съемным), грудной стяжки и анатомического пояса, во многих рюкзаках реализована возможность переноски пострадавшего путем открывания нижнего отсека рюкзака. Ткань должна быть стойкой к промоканию, прорезанию, прокалыванию, воздействию атмосферных осадков, истиранию. Фурнитура – фастексы и регуляторы лямок должны быть изготовлены из прочного пластика, стойкого к температурному воздействию, желательно наличие световозвраща-

ющих элементов, молнии должны обладать влагозащитой и двумя замками, желательно наличие с разных сторон рюкзака петель для рук.

4. Штурмовой рюкзак (предпочтительный объем до 50 литров) для проведения разведки в горной и лесистой местности.

5. Фонарь должен выдерживать падения, обладать влагостойкостью, при использовании ручного фонаря желательны прорезиненная ручка, возможность фиксации положения «выключено» для предотвращения случайной разрядки, предпочтительнее питание аккумуляторное.

Варианты комплектов средств индивидуальной защиты

К средствам индивидуальной защиты можно отнести: перчатки, обувь, маску (полумаску, очки), защитный шлем (каска), подшлемник, наколенники, налокотники, косынку (бандана), защитные крема, средства для защиты от клещей и других насекомых:

1. Перчатки предназначены для защиты рук при проведении аварийно-спасательных работ в различных температурных режимах, могут быть одноразовыми, многоразовыми, иметь противоударные накладки, прорезиненные ладони, ткань может содержать кевларовые и др. волокна, препятствующие прорезанию.

2. Обувь предназначена для защиты ног, должна фиксировать голеностоп, иметь антипрокольную стельку, подносок металлический, выраженный протектор для сопротивления скольжению. В зависимости от климатических особенностей и сезона, обувь может быть летняя, демисезонная, зимняя, резиновые сапоги.

3. Защитные шлемы (каски) предназначены для защиты головы, применяются в зависимости от вида аварийно-спасательных работ, могут быть строительные, альпинистские (возможен вариант с перфорацией), пожарные и др. Должны фиксироваться согласно размеру головы, обеспечивать достаточный обзор, сохранять свои свойства в условиях различных температур, обеспечивать возможность крепления дополнительного оборудования.

В завершении статьи следует отметить, что необходимо проводить актуализацию положений действующих нормативных правовых актов и нормативно-технических документов в соответствии с современными достижениями в области составов тканей, исследований эргономичности элементов одежды. Необходимо нормативное закрепление составов комплектов экипировки спасателей, внесение изменений в действующие положения с учетом расширения номенклатуры закупаемых изделий согласно функциональным обязанностям различных подразделений МЧС России. В комплекты необходимо вносить новые элементы, которые позволят повысить безопасность спасателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С.П. Тодосейчук, В.В. Щеголькова, И.В. Легонин Анализ требований к спецодежде спасателей с целью ее совершенствования при выполнении работ в различных

климатических условиях / Технологии гражданской безопасности. – 2019. – Т. 16, № 3(61). – С. 10-13. – DOI 10.54234/CST.19968493.2019.16.3.61.2.10. – EDN ODBBIO.

2. Х.Ш. Абдикодиров Совершенствование безопасности труда спасателей работающих в условиях чрезвычайных ситуаций / Universum: технические науки. – 2022. – № 6-1(99). – С. 13-17. – DOI 10.32743/UniTech.2022.99.6.13828. – EDN OQNBSF.

3. А.С. Лукьянов, В.В. Кобяк, Д.К. Жук, Ю.С. Шатилов Эргономические требования по размещению снаряжения на боевой одежде спасателя - пожарного / Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2021. – № 1(49). – С. 117-126. – EDN UGIQRU.

4. М.Ф. Баринов, А.А. Шиян Разработка предложений по применению средств электрообогрева военнослужащими спасательных воинских формирований и спасателями в одежде и снаряжении / Проблемы и пути совершенствования проведения аварийно-спасательных работ при ликвидации чрезвычайных ситуаций : Сборник трудов секции № 2 XXXII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2022 года. – Химки: Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. – С. 15-22. – EDN TTWKBU.

5. Т.В. Шеремет, О.Д. Навроцкий, Я.А. Романенко Анализ современных тканей для изготовления специальной защитной одежды пожарных-спасателей / Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация. – 2018. – № 1(43). – С. 90-95. – EDN YMIIAX.

УДК 614.841

В. И. Попов, А. Н. Песикин, М. В. Пуганов, А. Х. Салихова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ОТКРЫТЫХ АВТОСТОЯНОК

Пожары на открытых стоянках возникают довольно часто с большими материальными потерями. Категории по взрывопожарной и пожарной опасности открытых стоянок, как правило, не устанавливают и не обозначают. Следовательно, требования пожарной безопасности обосновать невозможно. Много стоянок возникают без учета положений генерального плана объекта. Планы эвакуации автомобилей не разрабатываются. План расстановки автомобилей разрабатывается и обозначается на площадке не на всех стоянках. Необходима разработка нормативных требований пожарной безопасности для открытых стоянок с учетом их пожарной опасности.

Ключевые слова: открытые автостоянки, пожары, автомобили, нормативные требования, категорирование.

© Попов В. И., Песикин А. Н., Пуганов М. В., Салихова А. Х., 2023

V. I. Popov, A. N. Pesikin, M. V. Puganov, A. H. Salihova

FIRE SAFETY OF OPEN PARKING LOTS

Categories for explosion and fire hazard of open parking lots, as a rule, are not established and are not designated. Therefore, it is impossible to justify the fire safety requirements. Many parking lots arise without taking into account the provisions of the general plan of the object. Car evacuation plans are not being developed. The car placement plan is being developed and marked on the site not at all parking lots. Fires in open parking lots occur quite often with great material losses. It is necessary to develop regulatory fire safety requirements for open parking lots, taking into account their fire hazard.

Key words: open parking lots, fires, cars, regulatory requirements, categorization.

Наиболее распространённые и проблемные объекты в населённых пунктах и на производственных предприятиях в последнее время стали открытые стоянки автотранспортных средств. Автостоянки в селитебной зоне располагаются на всех свободных земельных участках и проездах, при этом располагаемые автомобили затрудняют проезд пожарных автомобилей и другого транспорта аварийных служб. Нередко автомобили размещают на площадках для разворота, на крышках люков пожарных гидрантов и вблизи площадок пирсов у водоемов. При пожарах на стоянках возникают проблемы эвакуации автомобилей, для удаления от горящих транспортных средств.

В федеральном законе «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ст. 32) закрытые автостоянки отнесены к классу функциональной пожарной опасности Ф5.2 здания производственного или складского назначения (стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта) [1]. Сведения о классе функциональной пожарной опасности открытых стоянках в законе не приведены.

Автостоянки характеризуются высокой пожарной опасностью. Так, с начала 2023 года произошло около 11 тыс. пожаров, большинство из которых на открытых автостоянках [2]. Распространенными причинами являются нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования, неосторожное обращение с огнем [2].

Пожары в стоянках приводят уничтожению, хранящимся на них транспортных средств. Например, пожар (15 мая 2013 года) на автостоянке в г. Вязьма Смоленской области уничтожил 31 автомобиль и 29 авто были повреждены. Всего на территории стоянки находилось около 200 автомобилей под пятью навесами [3].

В нормативных документах по пожарной безопасности приводятся многочисленные определения автостоянок:

- Парковка (парковочное место) - специально обозначенное и при необходимости обустроенное и оборудованное место, являющееся в том числе частью автомобильной дороги и (или) примыкающее к проезжей части и (или) тротуару, обочине, эстакаде или мосту либо являющееся частью подэстакадных

или подмостовых пространств, площадей и иных объектов улично-дорожной сети и предназначенное для организованной стоянки транспортных средств на платной основе или без взимания платы по решению собственника или иного владельца автомобильной дороги, собственника земельного участка [4].

- Парковка - стоянка автомобилей (открытая площадка) общего пользования, устраиваемая на элементах поперечного профиля улично-дорожной сети (проезжей части, тротуаре), имеющая въезд и выезд только со стороны проезжей части улицы (дороги), устраиваемая при условии обеспечения пропускной способности проезжей части и тротуаров [5].
- Стоянка автомобилей (здесь) - открытая площадка, предназначенная для хранения и (или) паркования автомобилей [5].
- Гостевая стоянка автомобилей - открытая площадка, предназначенная для парковки легковых автомобилей посетителей жилых зон [5].
- Приобъектная стоянка автомобилей - открытая площадка или гараж-стоянка (наземная, подземная, встроенная), предназначенные для паркования легковых автомобилей посетителей объектов различного функционального назначения [5].
- Наземная стоянка автомобилей открытого типа: Стоянка автомобилей, в которой не менее 50 % площади внешней поверхности наружных ограждений на каждом ярусе (этаже) составляют проемы, остальное – парапеты [6].
- Плоскостная открытая стоянка автомобилей - Специальная площадка (без устройства фундаментов) для открытого или закрытого (в отдельных боксах или металлических тентах) хранения автомобилей и других индивидуальных мототранспортных средств в одном уровне [4].
- Стоянка автомобилей (стоянка, паркинг, парковка, гараж, гараж-стоянка) - здание, сооружение (часть здания, сооружения) или специальная открытая площадка, предназначенная для хранения (стоянки) легковых автомобилей и других мототранспортных средств (мотоциклов, мотороллеров, мотоколясок, мопедов, скутеров и т.п.) [6].

В Правилах дорожного движения дано следующее определение:

- Парковка (парковочное место) – специально обозначенное и при необходимости обустроенное и оборудованное место, являющееся в том числе частью автомобильной дороги и (или) примыкающее к проезжей части и (или) тротуару, обочине, эстакаде или мосту либо являющееся частью подэстакадных или подмостовых пространств, площадей и иных объектов улично-дорожной сети, зданий, строений или сооружений и предназначенное для организованной стоянки транспортных средств на платной основе или без взимания платы по решению собственника или иного владельца автомобильной дороги, собственника земельного участка либо собственника соответствующей части здания, строения или сооружения [7].

Стоянки автомобилей в помещениях, зданиях категорируются в соответствии с требованиями СП 12.13130.2009 [8] и рекомендациями Пособия [9]. Особенности категорирования стоянок по взрывопожарной и пожарной опасно-

сти отмечены в статье [10]. Открытые автостоянки не относятся к наружным установкам и не категорируются. Указанное положение подтверждается письмом Департамента надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России [11].

Открытые автостоянки не относятся к промышленным и сельскохозяйственным объектам, не относятся к гражданским объектам, следовательно, общие требования современных нормативов к таким объектам не распространяются.

Противопожарные разрывы от открытых стоянок легковых автомобилей до зданий и сооружений нормативами не определены.

Сводом правил СП 467.1325800.2019 при осуществлении эксплуатации стоянок автомобилей всех видов установлены следующие требования [12]:

- обеспечить работоспособность систем доступа на территорию;
- обеспечение в соответствии с установленными требованиями и проектом знаков, указателей, информационных стендов и табло;
- исправное состояние разметки мест парковки и направлений движения;
- устройств, разделяющих ряды парковочных мест.

Предусматривается сводом правил контроль проездов и парковочных зон для обеспечения свободного проезда пожарной техники к местам стоянки автомобилей. Количество въездов-выездов со стоянок автомобилей должно соответствовать требованиям пожарной безопасности [12].

В документе «Правила противопожарного режима в Российской Федерации» запрещается стоянка автотранспорта на крышках колодцев пожарных гидрантов, в местах вывода на фасады зданий, сооружений патрубков для подключения мобильной пожарной техники, а также в пределах разворотных площадок и на разметке площадок для установки пожарной, специальной и аварийно-спасательной техники, на пожарных пирсах [13]. Правилами, на объектах транспортной инфраструктуры установлено в отношении помещений для хранения (стоянки) транспорта в количестве более 25 единиц разработку плана расстановки транспортных средств с описанием очередности и порядка их эвакуации при пожаре, а также оснащение указанных помещений и площадок открытого хранения транспортных средств (кроме индивидуальных) буксирными тросами и штангами из расчета 1 трос (штанга) на 10 единиц техники [13].

Выводы:

Открытые стоянки автомобилей представляют значительную пожарную опасность. Пожары на автостоянках сопровождаются значительными материальными потерями. Требования пожарной безопасности при проектировании и эксплуатации автостоянок практически не установлены за исключением выше приведенных. Целесообразно разработать свод правил по открытым автостоянкам, в который включить требования с учетом особенностей пожарной безопасности. Следует установить минимально допустимое расстояние между автомобилями с учетом вида автотранспорта и применяемого топлива. Для огра-

ничения развития пожара ограничить количество автомобилей в группе (целесообразно 10 автомобилей) и установить минимальный разрыв между группами не менее 8 м.

При эксплуатации следует установить необходимость разработки плана расстановки автомобилей и нанесение на площадке разметку в соответствии с планом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 28 июля 2008 года № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. С начала нового года в России произошло около 300 пожаров в гаражном секторе. Mchs.gov.ru (дата обращения 11.02.2023).

3. Пожаротушение и пожарная безопасность автостоянок. https://pozhar.info/wp-content/uploads/2017/12/последствия-пожара-на-автостоянке.jpeg. (Дата обращения 10.02.2023).

4. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 № 190-ФЗ.

5. СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*" (утв. Приказом Минстроя России от 30.12.2016 № 1034/пр).

6. СП 113.13330.2016 Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99*

7. О Правилах дорожного движения (вместе с «Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения»). Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 № 1090 (ред. от 02.06.2023).

8. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

Пособие по применению СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» / И.М. Смолин, Н.Л. Полетаев, Д.М. Гордиенко и др. М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2014. 147 с.

9. Попов В.И., Песикин А.Н., Пуганов М.В. Классификация автостоянок по пожарной опасности. Ж. Современные проблемы гражданской защиты. № 1. 2021. С. 74-79.

10. О рассмотрении обращения. Письмо от 11.10.2019 № 34216915 Департамента надзорной деятельности и профилактической работы МЧС России.

11. СП 467.1325800.2019 Стоянки автомобилей. Правила эксплуатации.

12. Правила противопожарного режима в Российской Федерации. Постановление Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 года № 1479.

УДК 614.841.2.001.5

М. Ю. Принцева, Т. Д. Теплякова
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

СПЕКТРОФЛУОРИМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОТОРНЫХ МАСЕЛ ПРИ ЭКСПЕРТИЗЕ ПОЖАРОВ

Рассмотрены спектры флуоресценции разных видов и марок моторных масел. Показано как изменяется спектр флуоресценции моторного масла в зависимости от вида и марки. Полученные сведения будут полезны при исследовании пожаров, причиной которых являлся поджог.

Ключевые слова: моторные масла, флуоресценция, спектры флуоресценции, горючая жидкость, поджог, экспертиза пожаров.

M. Yu. Printseva, T. D. Teplyakova

SPECTROFLUORIMETRIC STUDY OF MOTOR OILS DURING THE EXAMINATION OF FIRES

Fluorescence spectra of different types and brands of motor oils are considered. It is shown how the fluorescence spectrum of engine oil varies depending on the type and brand. The information obtained will be useful in the study of fires caused by arson.

Key words: motor oils, fluorescence, fluorescence spectra, combustible liquid, arson, fire examination.

Флуоресцентная спектроскопия является наиболее чувствительным методом исследования остатков горючих жидкостей при исследовании пожаров, причиной которых является поджог.

В настоящее время все судебно-экспертные учреждения ФПС МЧС России снабжены отечественными спектрофлуриметрами «Флуорат-02-Панорама», производства «Люмэкс», г. Санкт-Петербург.

Исследование остатков горючих жидкостей после пожара методом флуоресцентной спектроскопии проводится по методике [1,2], в которой указаны условия проведения спектрофлуориметрического исследования, приведены основные спектры флуоресценции разных товарных нефтепродуктов и технических жидкостей ненефтяной природы (смесевые растворители, клеи), а также комбинации максимумов (областей) в спектрах флуоресценции различных средств поджога.

На спектрах флуоресценции выгоревших и не подвергнутых термическому воздействию (нативных) нефтепродуктов и технических жидкостях ненефтяной природы могут присутствовать в разной комбинации максимумы в области моноциклических, бициклических, трициклических типа

© Принцева М. Ю., Теплякова Т. Д., 2023

фенантрена и его гомологов, а также в областях полициклических ароматических углеводородов типа антрацен, пирен и другие, а также их гомологов.

Для нефтепродуктов тяжелых фракций нефти (масла, смазки мазут и др.), а также сильно выгоревших дизельных топлив характерно присутствие на спектре флуоресценции максимумов в области бициклических (БАУ) 300-330 нм и трициклических ароматических углеводородов (ТАУ) типа фенантрен и его гомологи 340–370 нм [1,2].

При формировании всероссийской электронной базы спектральных данных по горючим жидкостям и обработке большого количества моторных масел разного вида и марок было выявлено, что на спектре флуоресценции моторных масел могут присутствовать не только максимумы в области 300–330 нм и 340–370 нм характерные для БАУ и ТАУ типа фенантрена и его гомологов, а также другие максимумы флуоресценции в зависимости от вида и марки масла.

Известно, что моторные масла как по отдельности, так и в смеси с нефтепродуктами легкокипящих фракций нефти такими как бензин, керосин, бензиновые растворители и т.д. применяются поджигателями для совершения преступлений [3], из-за уменьшения скорости горения и общедоступности, приобрести их можно в любом магазине автомобильных товаров. При исследовании таких смесей методом флуоресцентной спектроскопии из-за высокой интенсивности флуоресценции моторных масел, как и других нефтепродуктов тяжелых фракций нефти, вид спектра будет представлять собой спектр нативного моторного масла, а максимумы характерные для нефтепродуктов легкокипящих фракций нефти будут нивелироваться.

Известно [4–6], что моторные масла подразделяются на три группы — минеральные (нефтяные), синтетические и полусинтетические. Минеральные моторные масла производятся непосредственно из нефти путем перегонки мазута, синтетические масла получают путем направленного химического синтеза, а полусинтетические масла представляют собой смесь минеральной основы и синтетических компонентов. Соответственно спектры флуоресценции разных видов моторных масел могут иметь разные спектры флуоресценции.

На рис. 1–3 приведены спектры флуоресценции разных производителей, марок и видов моторных масел. Видно, что помимо характерных для моторных масел максимумов в области 300–330 нм и 340–370 нм на спектрах флуоресценции полусинтетических моторных масел присутствует только один широкий максимум в области 320–370 нм с максимумом при 340 нм. По виду спектра флуоресценции спектры таких моторных масел схожи со спектром нативного дизельного топлива, однако максимум сдвинут в область ТАУ (рис. 1).

Для синтетических моторных масел характерно присутствие на спектре флуоресценции широких максимумов в области 320–370 нм и 380–430 нм. В

зависимости от марки моторного масла может меняться соотношении этих максимумов на спектре флуоресценции (рис. 2, 3).

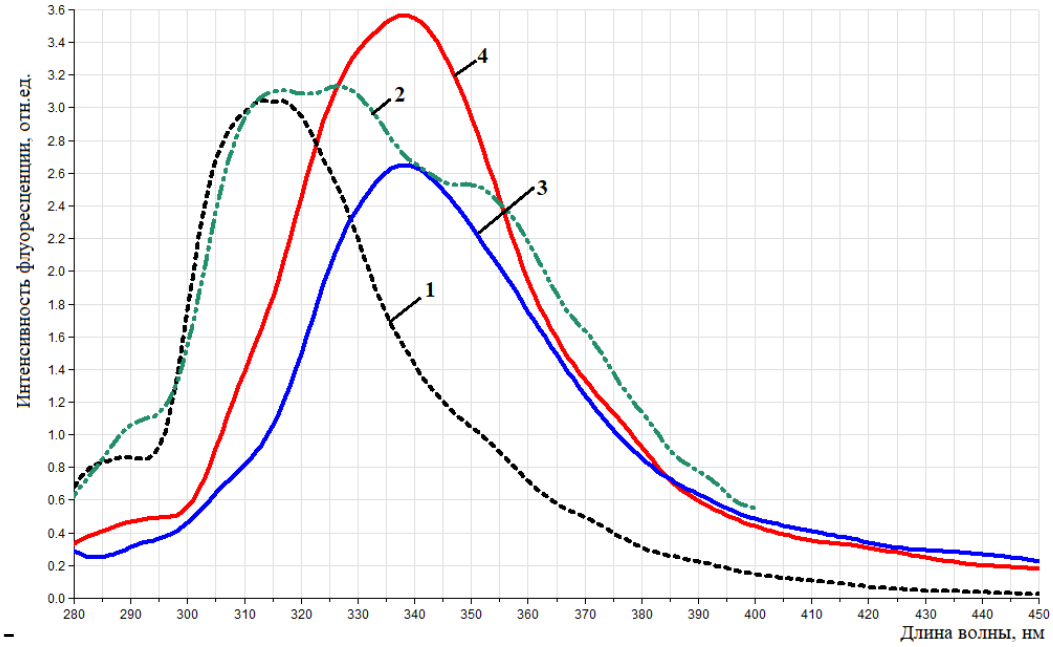


Рис. 1. Спектры флуоресценции моторных масел и дизельного топлива:
1 – топливо дизельное ЕВРО (ГОСТ 32511-2013);
2 – минеральное моторное масло всесезонное SAE 15W-40;
3 – полусинтетическое моторное масло всесезонное Liqui Moly Optimal Synth 5W-40;
4 – полусинтетическое моторное масло всесезонное Mobil Ultra 10w-40

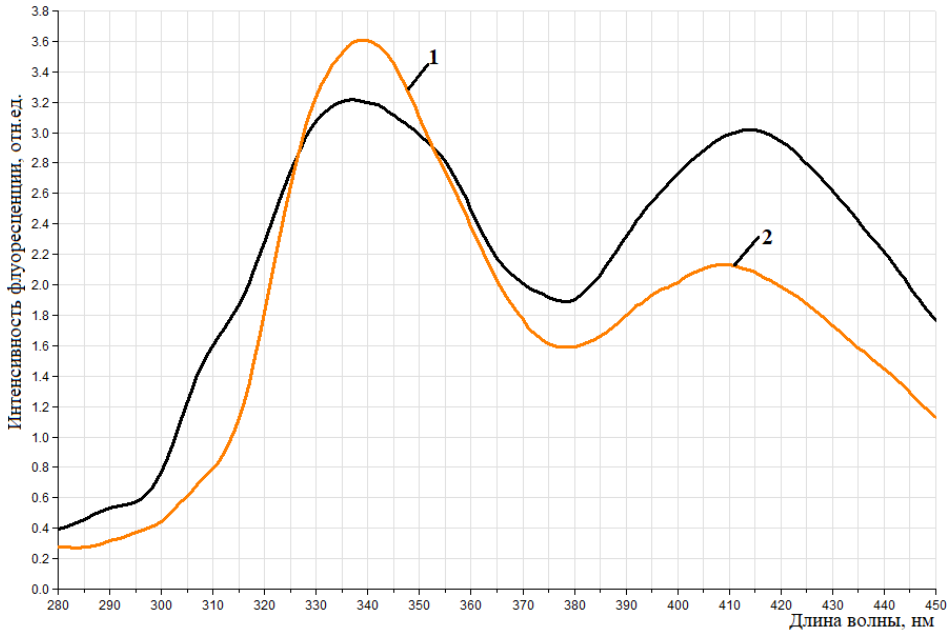


Рис. 2. Спектры флуоресценции моторных масел:
1 – синтетическое моторное масло Lukoil Genesis Armortech GC 5W-30;
2 – синтетическое моторное масло Total Quartz INEO Long Life

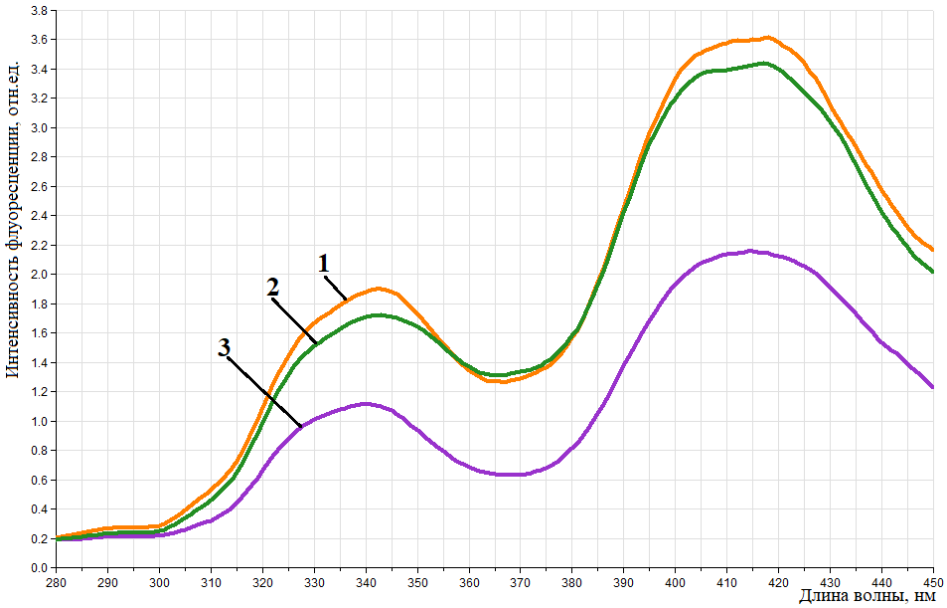


Рис. 3. Спектры флуоресценции моторных масел:
1 – моторное масло синтетическое всесезонное Total Quartz 9000 Future NFC 5w30;
2 – синтетическое моторное масло всесезонное Castrol MAGNATEC 5w40 A3/B4;
3 – синтетическое моторное масло всесезонное NISSAN Motor Oil 5w40

Таким образом, показано, спектр флуоресценции моторного масла зависит от вида и марки масла. Для спектров флуоресценции моторных масел характерна не только комбинация максимумов флуоресценции в области БАУ и ТАУ типа фенантрена и его гомологов, но также характерно наличие на спектре одного широкого максимума в области 320-370 нм, а также присутствие на спектре двух максимумов в области 320-370 нм и 380-430 нм, причем соотношение данных максимумов может изменяться от марки моторного масла, что может быть полезным при решении идентификационных задач. Полученные данные необходимо учитывать при исследовании объектов, изъятых с пожара, причиной которых являлся поджог.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обнаружение и установление состава легковоспламеняющихся и горючих жидкостей при поджогах: метод. пособие / сост. И.Д. Чешко, М.Ю. Принцева, Л.А. Яценко. М.: ВНИИПО, 2010. 90 с.

2. Принцева М.Ю., Клаптюк И.В., Чешко И.Д. Применение метода флуоресцентной спектроскопии для обнаружения и установления состава легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, используемых при поджогах // Пожарная безопасность, 2010. № 2. С. 94-99.

3. Чешко И.Д., Яценко Л.А., Воронова В.Б. Мониторинг пожаров, связанных с поджогом // Расследование пожаров: сб. статей. СПб: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2016. С. 48-54.

4. Гнатченко И.И., Бородин В.А., Репников В.Р. Автомобильные масла, смазки, присадки. Справочное пособие. М.: ООО «Издательство АСТ»: СПб.: Издательство «Полигон», 2000 г. 360 с.

5. Беляев С.В., Моторные масла и смазка двигателей: учебное пособие / С.В. Беляев. Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 1993. 70 с.

6. Лиханов В.А., Деветьяров Р.Р. Производство и классификация моторных масел: учебное пособие. / В.А. Лиханов, Р.Р. Деветьяров. Киров: Вятская ГСХА, 2010. 114 с.

УДК 614.841

Л. Н. Прытков, Н. М. Барбин
Уральский институт ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ТУШЕНИЯ НАТРИЕВОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ РЕАКТОРОВ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ

На основании данных из открытых источников информации проанализированы реакторы на быстрых нейтронах, работающие в мире. Рассмотрены причины возгорания натриевого теплоносителя в ядерной энергетической установке, способы тушения натрия, определены наиболее эффективные огнетушащие порошки.

Ключевые слова: пожар, натрий, натриевый теплоноситель, запроектная авария, объемное тушение, инертный газ, огнетушащий порошок.

L. N. Prytkov, N. M. Barbin

FEATURES OF EXTINGUISHING SODIUM COOLANT OF FAST NEUTRON REACTORS

Based on data from open sources of information, fast neutron reactors operating in the world are analyzed. The reasons for the ignition of sodium coolant in a nuclear power plant, methods of extinguishing sodium are considered, and the most effective fire extinguishing powders are determined.

Key words: fire, sodium, sodium coolant, beyond design basis accident, volumetric extinguishing, inert gas, fire extinguishing powder.

На 11 атомных электростанциях (далее – АЭС) Российской Федерации эксплуатируется 37 энергоблоков, имеющие суммарную установленную мощность свыше 29,5 ГВт, которые вырабатывают порядка 20 % доли всей электроэнергии в России. Из 37 энергоблоков 2 с реакторами на быстрых нейтронах, которые находятся на Белоярской АЭС [1]. Реакторы на быстрых нейтронах крайне важны для реализации замкнутого ядерного топливного цикла. В каче-

© Прытков Л. Н., Барбин Н. М., 2023

стве теплоносителя в данных типах реакторов преимущественно применяется натрий [2–3]. Реакторы на быстрых нейтронах в мире указаны в таблице [4].

Таблица. **Реакторы на быстрых нейтронах в мире**

Название реактора	Электрическая мощность	Страна	Период эксплуатации
CEFR	20	Китай	2010–2040
БН-600	600	Россия	1980–2020
Monju	280	Япония	1994–96, 2010
БН-800	800	Россия	2016–2043
FBTR	13,2	Индия	1985–2030
Joyo	-	Япония	1978–2007
БОР-60	10	Россия	1969–2020

Натрий является химически активным по отношению ко многим металлам, кислороду воздуха и воде, что является ключевой проблемой при его эксплуатации в роли теплоносителя в 1 и 2 контурах ядерной энергетической установки. Инертные газы, парафин, бензин и минеральное масло не взаимодействуют с металлическим натрием [5].

Для тушения натрия запрещается применение огнетушащих составов на основе воды, так как при реакция натрия с водой протекает очень бурно, зачастую с взрывом.

В своих исследованиях А. К. Микеев [6–7] оценивает скорость истечения натрия из трубопровода порядка 10 л/с. Натриевый теплоноситель эксплуатируется при температуре 300–550 ^{0}С, следовательно при его утечке из трубопровода, он сразу же воспламеняется в атмосфере воздуха, так как его температура самовоспламенения составляет 330–360 ^{0}С.

При горении образуется густой белый дым, при этом около 40 % продуктов горения может перейти в аэрозоли, так как горение массы натрия имеет смешанный механизм: горение в парах и горение на поверхности.

Основными соединениями в смеси аэрозолей являются окись натрия Na_2O и перекись натрия Na_2O_2. Присутствие в аэрозоле гидрата окиси натрия NaOH и следов карбоната натрия Na_2CO_3 объясняется воздействием паров воды H_2O и диоксида углерода CO_2 воздуха на перекись натрия Na_2O_2.

Натриевые пожары могут возникать в случае разуплотнения контуров и течи натрия из них наружу, при больших протечках натрия пожар происходит в 2 стадии:

– натрий вытекает из повреждённого участка в виде струи или брызг. При контакте с кислородом воздуха расплавленный натрий начинает гореть;

– горение разлившегося натрия.

В зависимости от аварийной ситуации различают 3 основных типа горения:

– на поверхности расплава;

– в распыленной фазе;
– смешанного типа.

При тушении натрия применяют пассивные и активные способы.

К активным способам относятся:
– привлечение личного состава пожарной охраны;
– применение первичных средств пожаротушения;
– применение автоматических установок пожаротушения.

К пассивным способам относятся:
– слив натрия в приемные емкости, находящиеся вне помещения;
– слив натрия в поддоны, находящиеся в помещении;
– предварительное размещение под оборудованием с натрием расширяющихся составов, которые способны тушить попадающий на них натрий.

При объемном тушении натрия необходимо содержание кислорода менее 5 %, при этом помещение должно быть герметично. В случае применения азота в качестве огнетушащего газа необходимо добавление в газ от 5 до 15 % углекислоты. Тушение натрия в реакторном зале объемным способом экономически нецелесообразно, так как объем помещения очень большой. В качестве огнетушащих порошков применяются:
– порошки ПС-1 (на основе карбоната натрия) и глинозем (расход при тушении 1 м^2 натрия толщиной 30–40 мм составляет 60 кг.);
– порошок ПГС-М (на основе природного минерала сильвинита), расход при тушении 1 м^2 натрия толщиной 30–40 мм составляет до 50 кг.);
– порошок МГС (на основе мелема $C_6H_6N_{10}$ и графита расход при тушении 1 м^2 натрия толщиной 30–40 мм составляет 8 кг.).

На основании проведенного анализа огнетушащих порошков, следует отметить, что при тушении 1 м^2 натрия требуется большое количество огнетушащего состава, наиболее эффективным среди рассмотренных порошков является порошок МГС. Результаты проведенного анализа способов тушения натриевого теплоносителя будут использованы при дальнейших исследованиях в области пожаротушения металлического натрия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Nuclear power reactors in the world. – Vienna: International Atomic Energy Agency. 2022. –102 с.

2. Hydrodynamic problems of heavy liquid metal coolants technology in loop-type and mono-block-type reactor installations / Y. I. Orlov, A. D. Efanov, P. N. Martynov [et al.] // Nuclear Engineering and Design. – 2007. – Vol. 237. – No 15-17 SPEC. ISS. – P. 1829-1837. – DOI 10.1016/j.nucengdes.2007.03.008.

3. Использование жидких металлов в ядерной, термоядерной энергетике и других инновационных технологиях / В. И. Рачков, М. Н. Арнольдов, А. Д. Ефанов [и др.] // Теплоэнергетика. – 2014. – № 5. – С. 20. – DOI 10.1134/S0040363614050087.

4. Акционерное общество «Государственный научный центр Российской Федерации – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского»: официальный сайт. Доступно по адресу: https://www.ippe.ru/nuclear-power/fast-neutron-reactors

5. Атомные электростанции с реакторами на быстрых нейтронах с натриевым теплоносителем. Ч. 1 / А. И. Бельтюков и др.; под общ. ред. С. Е. Щеклеина, О. Л. Ташлыкова. Екатеринбург, 2013. 548 с.

6. Микеев А. К. Противопожарная защита АЭС // Энергоатомиздат. М., 1990. 432 с.

7. Микеев А. К. Пожары на радиационно-опасных объектах. Факты, выводы, рекомендации. – М.: ВНИИПО, 2000. 346 с.

8. Прытков, Л. Н. Радиационная и пожарная опасность натриевого теплоносителя / Л. Н. Прытков, Н. М. Барбин, С. А. Титов // Пожаровзрывобезопасность. – 2023. – Т. 32, № 2. – С. 33-43. – DOI 10.22227/0869-7493.2023.32.02.33-43.

9. Анализ пожарной опасности натриевого теплоносителя / Л. Н. Прытков, Н. М. Барбин, А. М. Кобелев, С. А. Титов // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 26 апреля 2022 года. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, 2022. – С. 22-24.

УДК 614.841.3

К. К. Раннев, С. Н. Наконечный
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ О ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТОРГОВЫХ ЦЕНТРОВ

Статья посвящена обзору на тему пожарной опасности современных торговых центров. Проведен анализ статистических данных, которые позволили сделать вывод о приоритетных направлениях по противопожарной защите объектов торговли. Обоснована необходимость внедрения наиболее эффективных методов противопожарной защиты исследуемых зданий.

Ключевые слова: пожарная опасность, торговый центр, массовое пребывание людей, опасные факторы пожара

K. K. Rannev, S. N. Nakonechnyy

ON THE ISSUE OF THE FIRE HAZARD OF MODERN SHOPPING MALLS

© Раннев К. К., Наконечный С. Н., 2023

Article is devoted to the research a review of the fire hazard of modern shopping centers. The analysis has carried out, which made it possible to conclude of priority directions for fire protection of objects of trade. The necessity of introduction of more effective methods of fire protection of surveyed buildings have been proved.

Key words: fire safety, shopping mall, mass stay of people, fire hazards

На современном этапе, в стремлении обеспечить комфортную жизнедеятельность для граждан нашей страны, проектирование и возведение торговых центров (далее — ТЦ), является крайне актуальным направлением, как в строительстве, так и в благоустройстве городской среды.

Объекты указанного типа, с каждым годом становятся наиболее развитыми и функциональными. На практике, зачастую, ТЦ сочетают в себе большое количество помещений различного функционального назначения.

Облик современного ТЦ, зачастую подразумевает наличие подземных автопарковок, кинотеатров, развлекательных холлов, конференц-залов, торговых площадей с товарами различного типа (продовольственные, строительные, мебельные, электробытовые и т.д.). Помимо этого, ежегодно совершенствуются архитектурные решения объектов исследуемого типа, распространяется практика возведения атриумов, галерей и пассажей.

Указанные выше обстоятельства, свидетельствуют о том, что торговый центр, как объект защиты, располагает характеристиками, в соответствии с которыми, к нему предъявляются наиболее строгие требования в отношении обеспечения безопасности, в частности пожарной (рис. 1.).

Изучение вопросов обеспечения противопожарной защиты торговых центров, ввиду важности сохранения здоровья и жизни людей, минимизации материального ущерба в случае возникновения возгораний, является актуальным направлением, не только по причине интенсификации распространения зданий указанного типа, но и постоянно возникающими пожарами, последствия которых оцениваются десятками жизней [1].

Рис. 1. Факторы, повышающие пожарную опасность торговых центров

Таким образом, согласно данным, представленным в информационно-аналитическом сборнике, за предыдущий год, на территории Российской Федерации, в зданиях, специализирующихся на торговли (Ф 1.3) [2] произошло 2392 пожара, в результате которых, погибло 14 человек, 32 – получили травмы различной тяжести, а прямой ущерб от возгораний составил более 903 миллионов рублей [3].

12 декабря, 2022 года, в результате возгорания, хранящихся строительных материалов на открытой территории, возник пожар в ТЦ «СтройТракт» (рис. 2.).

Рис. 2. Пожар, произошедший 12.12.2022 г. в торговом центре, расположенном по адресу: Балашиха, Московская область, микрорайон Саввино, Пригородная улица, 92

В результате пожара произошло распространение возгорания по площади всего объекта (9000 м^2), обрушение строительных конструкций (700 м^2), пострадал человек. Для локализации и ликвидации возгорания потребовалось более трёх с половиной часов, задействовано 42 единицы техники, 133 человека.

В этом же году, 9 сентября в городе Уфе, произошел пожар в торговом центре «Меркурий», в результате которого, пламя распространилось по площади 5400 м^2, а для его ликвидации потребовалось более суток.

Площадь пожара, произошедшего в г. Ишим, в ТЦ «Гагаринский» 28.05.2022 года составила 4,8 тыс. м^2, при общей площади объекта в 5 тыс. м^2.

27 июля 2022 года, в ТЦ «Лотос», расположенном в г. Ярославле, произошел пожар (рис. 3.), площадь которого составила 1500 м^2, произошло обрушение конструкций, для ликвидации задействовано 14 единиц техники и 52 человека л/с.

Рис. 3. Пожар, произошедший 27.07.2022 г. в торговом центре, расположенном по адресу: г. Ярославль, улица Гагарина, 28

Проблема обеспечения требуемого уровня противопожарной защиты, как в организационном, так и в техническом плане затрудняется, вследствие несоразмерного прогресса строительства и инженерных средств защиты от пожаров. Помимо этого, основной причиной возникновения пожароопасных ситуаций на объектах торговли, является недостаточная ответственность хозяйствующих субъектов в отношении противопожарной защиты.

Собственники ТЦ, уделяют недостаточное внимание:

–проверке работоспособности и обслуживанию систем противопожарной защиты объектов, что может привести к отказам;

–устройству, проверке и обслуживанию систем противодымной защиты;

–контролю состояния эвакуационных путей и выходов (захламление, использование пожароопасных строительных материалов);

–контролю наличия, состояния и проверки первичных средств пожаротушения;

–обучению персонала, тренировкам и учениям.

Помимо вышеперечисленных, иным фактором, влияющим на повышенную вероятность возникновения пожаров, является бесконтрольное использование электрооборудования арендаторами. Так, в целях экономии, оно может не соответствовать требуемым параметрам силовой электросети, быть неисправным, морально и технически устаревшим.

В процессе ликвидации пожаров в торговых центрах, личный состав пожарных подразделений сталкивается с большим количеством проблем, таких как:

- проезды и подъезды к объекту могут быть заблокированы автотранспортом посетителей, жильцов близлежащих домов;

- необходимость организации эвакуации посетителей различных групп мобильности, физического состояния и возраста;

- захламление проходов, путей введения пожарных стволов;

- неравномерное расположение пожарной нагрузки, что может привести к интенсификации динамики опасных факторов пожара.

Совершенствование методов строительства и архитектуры, экономическое развитие, способствуют созданию новых объектов торговли, которые обеспечивают наиболее комфортную среду для населения. В результате этого, возрастает количество торговых центров, трансформируется их функциональность, происходит адаптация к принципу совмещения наиболее востребованных товаров и услуг в одном здании.

Ошибки и упущения в процессе проектирования противопожарной защиты таких объектов, а также недостаточное внимание к данному вопросу в процессе их эксплуатации приводят к возникновению пожаров, и фатальным последствиям.

Особенности развития динамики опасных факторов пожара в рассмотренных в данной работе зданиях, обуславливают сложность их тушения, а также создают угрозу для жизни людей, пребывающих на их территории, что тре-

бует поиска наиболее совершенных методов проектирования и реализации противопожарной защиты торговых центров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Раннев К.К., Наконечный С.Н. К вопросу о разработке мероприятий по совершенствованию противопожарной защиты зданий и сооружений. Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 20 апреля 2023 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – 573 с. – ISBN 978-5-907353-90-9.

2. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ.

3. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.- аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.

УДК 614.841.4

И. А. Рзаев, И. В. Сараев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ НА СЛУЖБЕ В МЧС РОССИИ

В статье представлен обзор робототехнических комплексов различных классов, предназначенных для эффективного, и безопасного для личного состава, проведения аварийно-спасательных работ на объектах защиты.

Ключевые слова: робототехнические комплексы, пожаротушение, технические характеристики.

I. A. Rzaev, I. V. Saraev

ROBOTIC COMPLEXES IN SERVICE IN THE EMERCOM OF RUSSIA

The article provides an overview of robotic systems of various classes designed for effective, and safe for personnel, carrying out emergency rescue operations at defense facilities.

Key words: robotic complexes, firefighting, technical characteristics.

В конце XX века в МЧС России, на базе Центра по проведению спасательных операций особого риска «Лидер» было создано первое управление робототехнических средств. На сегодняшний день на вооружении МЧС России находится более 100 единиц наземной, 10 единиц морской и свыше 1500 единиц воздушной робототехники [1].

Опыт ликвидации последствий аварий на Чернобыльской АЭС, обезвреживание источников радиоактивного излучения, очистка земель от взрыво-

© Рзаев И. А., Сараев И. В., 2023

опасных предметов указывали на применение роботизированной дистанционно управляемой техники. Благодаря робототехническим средствам время, затрачиваемое на деблокирование пострадавших, на разбор и расчистку завалов, значительно сокращается, что позволяет спасти больше жизней пострадавших в ЧС [1].

В настоящее время робототехнические подразделения накопили богатый практический опыт, и его личный состав приобрёл должную квалификацию, что позволяет специалистам выступать в качестве экспертов по своему направлению. Робототехнические комплексы на постоянной основе задействуются на учениях, тренировках и соревнованиях [1].

Каждый год в России происходят чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера. В 2022 году их было 242, из них 67,8 % техногенных, 32,2 % природных [2]. Наиболее знаковыми работами последнего времени, при выполнении которых применялась робототехника МЧС России - очистка местности от взрывоопасных предметов в городе Керчь, Ржевском районе Тверской области и на юге Москвы, поиск взрывоопасных предметов в бухте Гильзовая на Чёрном море, подводные работы на Карском море, гуманитарное разминирование в Южной Осетии, Донецкой и Луганской Народных Республиках. МЧС России продолжает активно работать в направлении развития робототехники.

Сегодня робототехническими средствами в МЧС России оснащены спасательные и авиационно-спасательные центры, поисково-спасательные подразделения, специализированные и специальные подразделения ФПС ГПС, а также территориальные органы министерства, научные и образовательные организации [2].

Так что же такое робототехнические комплексы (РТК) – это совокупность программно- алгоритмических и аппаратных решений, обеспечивающих комплексную автоматизацию выполнения группы поставленных задач. Примером робототехнического комплекса специального назначения является Мобильный робототехнический комплекс.

Мобильный Робототехнический Комплекс (МРК) – дистанционно управляемая без экипажная боевая единица повышенной проходимости на гусеничном ходу.

Начнём обзор с широко известного РТК пожаротушения среднего класса РТС Ель-4 (рис. 1), который представляет собой мобильное устройство, которое предназначено для проведения аварийно-спасательных работ в зоне пожара, а также специальных работ (разборка конструкций) для более быстрого доступа к очагу возгорания. Этот комплекс активно используют при авариях на местности. Где расположены опасные для здоровья спасателей производства – атомные, химические и нефтяные объекты. Робототехнический комплекс Ель-4 используют для доставки средств тушения в зону возгорания в условиях повышенной радиации, химического заражения, возникновения взрыва. При проведении разведки местности он способен найти. Извлечь и обезвредить взрывоопасные предметы.

Рис. 1. Технические характеристики РТК Ель-4

Ель-4 (рис. 2) развивает скорость без препятствий до 10 км/ч. Имеет дизельный двигатель мощностью 175 л.с. Тушение крупных пожаров обеспечивает вместительная ёмкость резервуара – до 2000 кг. Водяная пушка имеет дальность 70 м (вода) и 50 м (пена). Ель-4 имеет гидравлический хват, с помощью которого перемещает грузы массой до 500 кг. Расчистка местности осуществляется специальным бульдозерным ножом с гидравлическим хватом, что позволяет расчищать проходы и перемещать грузы. С помощью манипулятора тушение пожара может проводится через заграждение, что имеет большое значение при ликвидации чрезвычайной ситуации. Управление комплексом осуществляется дистанционно, по радиоканалу с ПДУ. Оператор, используя установленные на роботе видеокамеры, способен осуществлять мониторинг местности до 2000 м [4].

Рис. 2. Робототехнический комплекс Ель- 4 в тушении лесного пожара

Далее рассмотрим РТК Ель-10 – противопожарный робототехнический комплекс для работы в зоне повышенной опасности (рис. 3). Предназначен для разведки, разбора завалов, спасательных работ и тушения огня в условиях высоких температур, радиационного и /или химического загрязнения местности. Управление роботом происходит по радиосигналу с машины управления, которая может находиться на расстоянии до 1,5 км.

Ель-10 необходим для ликвидации техногенных аварий и пожаров, сопряженных с рисками гибели и травматизма личного состава, проведения разведки в очагах возникновения пожаров и доставки в очаг пожара огнетушащих средств.

Рис. 3. Робототехнический комплекс Ель-10

Ель-10 развивает скорость без препятствий до 5 км/ч. Имеет дизельный двигатель мощностью 510 л.с. Тушение крупных пожаров обеспечивает вместительная емкость резервуара — до 5000 кг. Водяная пушка имеет дальность 90 м (вода) и 70 м (пена). «Ель-10» имеет гидравлический схват, с помощью которого перемещает грузы массой до 1000 кг. Управление комплексом осуществляется дистанционно, по радиоканалу с ПДУ. Оператор, используя установленные на роботе видеокамеры, способен осуществлять мониторинг местности до 2000 м [4].

Далее рассмотрим мобильную роботизированную установку пожаротушения МРУП-СП-Г-ТВ-У-40-17КС (рис. 4) — эта установка создана для эффективного выполнения оперативных задач по тушению пожара в местах, где невозможно применить обычные устройства и методы. Это автодорожные и железнодорожные туннели, крытые станции, крупные подземные автостоянки, электростанции, места массовых перевозок при обрушении горных пород, станции метро. Применение такого мобильного устройства позволяет в короткие сроки взять возгорание под контроль, минимизировав при этом участие пожарных подразделений. Роботизированная установка маневренная, обладает высокой прочностью, способна работать в условиях экстремально высоких температур.

Установка по прямой местности передвигается со скоростью 10 км/ч. Для перемещения по лестницам или склонам имеет систему гусеничного хода. Обладает техническим зрением от 300 м. Устройство способно бесперебойно работать в течение 8 часов.

Для обеспечения интеграции и координации силового привода в МРУП-СП-Г-ТВ-У-40-17КС применяется промышленный дизельный двигатель, мощность которого составляет 140 лошадиных сил (104 кВт). Благодаря ему быстро перемещается сама установка, эффективно работает мощный вентилятор и происходит генерирование водяного тумана с высокой охлаждающей способностью. Дополнительная мощность может быть использована в качестве внешнего источника мощности для других применений.

Рис. 4. МРУП-СП-Г-ТВ-У-40-17КС

Наряду с вышеуказанными, в МЧС России применяются гусеничные беспилотные пожарные роботы LUF 60 (рис. 5) — этот мобильный, прочный, гусеничный, небольшой автомобиль с радиоуправлением предназначен для работы в экстремальных условиях в ограниченном пространстве (туннели, вокзалы, склады). Его эффективно используют для ликвидации небольших завалов, что позволяет быстрее подобраться к очагу огня.

Рис. 5. РТК LUF 60

Скорость движения небольшая, около 6 км/ч. Однако его компактность и маневренность позволяет успешно перемещаться по лестницам и проникать в узкие проходы. Управление происходит по радиоканалу, радиус составляет — 300 м.

Оснащён мощным вентилятором, который может использоваться для очистки вентиляционных систем, и водяной пушкой. Способен подавать пену на 35 м, а дальность подачи воды может достигать до 80 м. Расход выдопенных составов при использовании их через ствол составляет от 7 до 40 лс. Скорость потока воздуха — 48 мс.

Далее рассмотрим мобильный РТК Teodor (рис. 6) — этот радиоуправляемый комплекс служит для обеспечения визуальной разведки труднодоступных территорий.

Рис. 6. ТТХ комплекса Teodor

Его главные задачи:

1. Поиск и ликвидация взрывоопасных предметов.
2. Разведка местности.
3. Перемещение грузов (подъем до 100 кг, буксировка до 300 кг).
4. Замена человека в опасных для жизни и здоровья условиях.

Робототехническая установка весит 375 кг, что позволяет ему перемещаться со скоростью 3 км/ч. Оснащен электроприводом и гусеничным шасси. Это помогает успешно преодолевать неровные поверхности с уклоном в 45° , а также брод с глубиной до 300 мм

Комплекс Teodor укомплектован 4 обзорными камерами с подсветкой. Контрольная панель, с помощью которой осуществляется управление, весит 9 кг.В свою очередь многофункциональный робот МРК-35 (рис. 7) — это мобильное автономное устройство используется в подразделениях МЧС. Предназначено для оперативного выполнения следующих задач:

1. Визуальная разведка открытой местности.
2. Наблюдение и контроль территории в условиях химического, бактериологического, радиационного заражения.
3. Осуществление аварийно-спасательных работ в опасных условиях.
4. Перемещение грузов весом до 40 кг.
5. Выявление взрывоопасных предметов, их ликвидация или транспортировка.

Робот оснащён микрофоном, цветными видеокамерами и системой освещения. Радиус действия антенны составляет 200 м (по кабелю) и до 500 м (по радиоканалу). Гусеничное шасси позволяет делать развороты, преодолевать небольшие препятствия и уклоны до 25°. Вес робота – 320 кг. Скорость передвижения не более 2,3 км/ч. В автономном режиме выполнять оперативно свои задачи устройство способно до 4 часов [5].

Рис. 7. МРК-35

Далее рассмотрим РТК разведки и тушения пожаров ТРОПА-3РОП (рис. 8). Разработан и испытан уникальный робототехнический комплекс разведки и тушения пожаров «ТРОПА-3РОП». Комплекс оснащен системами порошкового тушения, а также системами видеомониторинга, в том числе инфракрасного диапазона, системой оповещения населения. Пульт дистанционного управления по радиоканалу позволяет оператору находиться на значительном удалении от опасных факторов пожара, ЧС. Модуль оповещения, устанавливаемый на робототехнический комплекс, представляет собой устройство, способное воспроизводить заранее записанные голосовые сообщения над территорией радиусом в 500 м при чувствительности до 90 дб. Диапазон воспроизводимых частот 65-40 000 Гц. Комплекс управляется с помощью дистанционно пульта. Шесть приводных колес, позволяющих двигаться по любой поверхности, изготовлены из негорючего полимерного вещества. Полезная нагрузка до 200 кг. Максимальная скорость до 20 км в час. Двигатели электрические постоянного тока. Емкость батарей позволяет выполнять непрерывную работу более 10 часов без подзарядки. Аппаратура управления и все вспомогательное оборудование, в том числе аккумуляторы, размещены в одном пылевлагонепроницаемом коробе с защитой от теплового воздействия [5].

Рис. 8. РТК ТРОПА-3РОП

Таким образом, не все пожары можно потушить вручную. Очаг возгорания может находиться в опасной зоне, куда пожарный никак не сможет пройти. А чтобы огонь не распространился дальше, его необходимо потушить за короткий срок. Для выполнения этой задачи большинство современных производителей выпускают специальные установки, которые могут действовать в самых сложных условиях и не бояться воздействия высоких температур. Создание робототехнических средств различных классов позволит решать задачи эффективного и безопасного для личного состава проведения аварийно-спасательных работ и работ по пожаротушению в условиях чрезвычайных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Северов Н.В. Применение робототехники в чрезвычайных ситуациях: теория и практика: монография / Н.В. Северов. М.: АГЗ, 2011. 233 с.
2. Катастрофы конца XX века / под общ. ред. В.А. Владимирова. М.: МЧС РФ, 1998. 398 с.
3. Развитие, технология и эффективность применения робототехники в чрезвычайных ситуациях: монография / под научн. рук. Н.В. Северова. Ч. 1–4. М.: АГЗ, 2010. 702 с.
4. Баранник А.Ю., Лагутина А.В. Робототехнические комплексы МЧС России // Школа молодых ученых и специалистов МЧС России: Материалы юбилейного X форума. Санкт-Петербург, 15 октября 2020 г. СПб.: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России, 2020. С. 207-211.
5. Нестеров И.В., Павлов Е.В., Козлов В.И., Коренкова О.А., Чирко О.В. Пожарно-спасательная робототехника МЧС России и перспективы ее развития // Научный сетевой журнал «Актуальные вопросы пожарной безопасности». 2021. № 3 (9). С. 43–49.
6. ГОСТ Р 54344-2011 Техника пожарная. Мобильные робототехнические комплексы для проведения аварийно-спасательных работ и пожаротушения. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний.

УДК 614.849

О. С. Романова*, А. А. Лазарев*, В. Ю. Емелин*, А. М. Мочалов*, А. А. Липинская*, А. Н. Мальцев*, П. В. Мочалин**
*Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России,
** Главное управление МЧС России по Ивановской области

О ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ, ПОДВЕРЖЕННЫХ УГРОЗЕ ЛАНДШАФТНЫХ (ПРИРОДНЫХ) ПОЖАРОВ

На территории РФ процесс урбанизации в последнее время стал повсеместным. При этом сельское население не остается, несмотря на свою малочисленность, без должного комплекса мер по предотвращению пожаров. Именно жители небольших населенных пунктов более других нуждаются в профилактических мероприятиях. На помощь пожарно-спасательным службам в решении данной проблемы должны прийти учреждения образования и культуры.

Ключевые слова: профилактика пожаров, пожарно-спасательные службы, пожары в сельской местности.

© Романова О. С., Лазарев А. А., Емелин В. Ю., Мочалов А. М., Липинская А. А., Мальцев А. Н., Мочалин П. В., 2023

O. S. Romanova, A. A. Lazarev, V. Y. Emelin, A. M. Mochalov, A. A. Lipinskaya, A.N. Maltsev, P.V. Mochalin

ABOUT FIRE SAFETY OF SETTLEMENTS WITH THE THREAT OF LANDSCAPE (NATURAL) FIRES

On the territory of the Russian Federation, the process of urbanization has recently become widespread. At the same time, the rural population, despite its small number, is not left without a proper set of measures to prevent fires. It is the residents of small settlements who need preventive measures more than others. Educational and cultural institutions should come to the aid of fire and rescue services in solving this problem.

Key words: fire prevention, fire and rescue services, fires in rural areas.

Пожарная безопасность в сельской местности всегда имела большое значение в ходе реализации планирования работы надзорных органов МЧС РФ, поскольку именно в этих административных единицах находятся объекты с низкой противопожарной устойчивостью. Осознание населением важности соблюдения мер пожарной безопасности при нахождении на территории сельскохозяйственных предприятий, в жилых домах и приусадебных участках во многом зависит от отношения к этому авторитетных для них лиц. Традиционно для жителей села мнение педагогов и работников культуры было неким эталоном общественного мнения. В связи с этим крайне важно осуществлять взаимодействие пожарно-спасательных частей со школами и местными клубами.

Необходимо обозначить основные объекты сельской местности, в которых может быть в соответствии с существующим законодательством объявлен противопожарный режим. В первую очередь, к таковым объектам относятся сельскохозяйственные предприятия лесозаготовительного цикла. Именно лесопереработка лидирует по количеству пожаров со смертельным исходом и травматизмом в регионах, где сконцентрированы предприятия этой сферы. В частности, Архангельская область и Республика Коми лидируют по количеству пожаров за 2022 год, большинство фактов возгорания установлено на лесозаготовках. Следующими объектами профилактической работы по степени значимости являются открытые площадки, на которых проводят массовые мероприятия, клубы. В данном случае статистика подтверждает гипотезу о том, что возгорания происходят вследствие безответственного отношения к элементарным правилам пожарной безопасности (оставленные сигареты, непогашенный или оставленный без присмотра костер). Немало несчастных случаев при обращении с огнем в сельской местности связано с учреждениями образования: школами, детскими садами, учреждениями среднего профессионального образования. Кроме того, можно выделить в качестве объекта профилактической работы дома престарелых и магазины.

В рамках данного исследования нам видится необходимым подробнее рассмотреть направления взаимодействия пожарно-спасательных частей с образовательными учреждениями и учреждениями культуры. При этом сотрудничество должно быть системным и иметь под собой законодательную основу.

Воспитание подрастающего поколения в свете грамотного отношения к пожарной безопасности зачастую заканчивается формальным отчетом педагогов о проведенных инструктажах по технике безопасности. Это отражает несерьезность отноше-

ния общества к возможности возникновения пожаров. Именно в школе человек впервые должен узнать о ярких случаях пожаров в их местности вследствие несоблюдения правил по их недопущению. О том, как предотвратить возгорание и что делать в случае возникновения пожара в рамках нового учебного курса «Разговоры о важном» могут, по нашему мнению, информировать сотрудники пожарно-спасательных служб. Достаточно нескольких красочных примеров научных достижений и передового опыта в сфере недопущения пожаров школьниками и подростками для того, чтобы повысить авторитетность и престижность работы пожарно-спасательных подразделений и объяснить схемы поведения в пожароопасных ситуациях подрастающему поколению.

Педагоги, в свою очередь, должны в рамках инструктажей по вопросам безопасности, которые проводятся во всех учреждениях образования не реже, чем два раза в год, аргументированно сообщить ученикам на доступном для их восприятия уровне об административной ответственности за разведение костров, использовании спичек и зажигалок не по назначению, в частности за поджог травы, формирование несанкционированных свалок легковоспламеняющихся веществ и использование огня в лесу в сухую погоду. Подростки должны знать, что правоохранительные органы осуществляют патрулирование с целью выявления нарушений пожарной безопасности.

Рассмотрим основные формы информирования населения о необходимости соблюдения правил пожарной безопасности администрацией и учителями школ, работниками сельских клубов. Во время массовых мероприятий в месте их проведения можно размещать красочные баннеры или плакаты с информаций по технике безопасности. Перед началом любого такого мероприятия целесообразно на широком экране продемонстрировать минутный ролик, напоминающий о последствиях несоблюдения противопожарных мер. В школьном фойе должны быть схемы, наглядно знакомящие детей с правилами обращения с огнем. Красочные брошюры и листовки, разработанные дизайнерами или учащимися в рамках Всероссийского конкурса детского творчества «Охрана труда глазами детей» могут выступать в качестве напоминания о том, что опасно для жизни, в том числе и вследствие неправильного отношения с огнем.

В местных СМИ достаточно редко в летний период размещается информация о лесных пожарах. Достаточно часто имеют место нарушения противопожарных мер не самими жителями села, а горожанами, которые предпочитают отдых на природе с с использованием открытого огня и приготовлении пищи на мангале. Для напоминания о том, что существует практика закрытия лесов для посещения в жаркую засушливую погоды необходимо информировать граждан и с помощью региональных газет, телевидения и радио. Это позволит заблаговременно скорректировать планы граждан, планирующих пикники на природе в летне-осенний период. Следует отметить, что возрождается так называемая социальная реклама, которая призвана поддерживать нравственность и моральные устои населения, а также соблюдать правила пожаробезопасного поведения. В этом же направлении должны действовать и надзорные органы, которые с помощью местного телевидения смогут значительно снизить процент пожаров за счет качественного видеоролика, смотрибельность которого возрастет за счет активного участия в нем звезд театра, кино и популярных музыкантов. Особенно данная мера эффективна в среде молодежи, которая очень гибко реагируют на веяния моды и стиля.

Достаточно эффективным, на наш взгляд, является сотрудничество образовательных учреждений пожарно-спасательных служб в рамках профилактических бесед, чтение лекций и организация семинаров, проведения дней пожарной безопасности.

Вместе с тем, необходимо обратиться к истории вопроса и вспомнить, что в советский период истории нашей страны существовали добровольные бригады спасателей и народные дружинники. Работники местного клуба собирали активную молодежь, и они устраивали рейды по вечерним улицам, в пожароопасный период было установлено дежурство в лесу. При этом существовали реальные санкции со стороны государства за нарушение закона и общественного порядка.

В наше время практически сложно возродить традиции народных дружинников в силу радикального изменения ментальности населения, но на уровне школы и средне-специального учебного заведения или ВУЗа вполне возможно создание объединений социально-гуманитарного направления, одной из функций которых стало бы добровольное (или волонтерское) движение за безопасность населения, в том числе и пожарную. Вообще волонтерство имеет достаточно широкий спектр направлений деятельности. По инициативе надзорных органов в сфере безопасности можно предложить сотрудничество пожарно-спасательных служб и волонтерских организаций в период борьбы с лесными пожарами. Кроме того, добровольцы, которые, как правило, принадлежат к молодому поколению, могут на понятном для их сверстников языке рассказать о возможных случаях возникновения пожаров в связи с несоблюдением правил обращения с огнем и легковоспламеняющимися веществами, проиллюстрировать на конкретных примерах меры по предотвращению пожаров.

Достаточно эффективным является организация экскурсии для школьников в пожарно-спасательную часть. Ребята могут увидеть, как организована работа спасателей, чем они пользуются. При этом они имеют возможность на стендах рассмотреть фотографии с мест пожара, узнать количество пожаров в разные периоды времени и их причинах [1,2], познакомиться с работой оперативных спасательных бригад.

В г. Иваново стало доброй традицией проведение в период летних каникул городской профилактической акции «Безопасные каникулы», в рамках которой МБУ ДО «Дворец детского и юношеского творчества» организует для ребят школьного возраста интерактивные занятия с представителями различных служб, отвечающих за безопасность населения. Достаточно интересным было знакомство с работниками городской спасательной службы и одной из пожарно-спасательных частей города. Ребята смогли увидеть, как происходит мгновенное возгорание, как осуществляется процесс тушения и узнать, что необходимо делать при возникновении пожара в квартире, в лифте, на улице, в школе и в лесу. Больше всего на детей произвело впечатление соревнование: кто быстрее сможет одеть костюм пожарного спасателя. Оперативность реагирования при возникновении любого чрезвычайного происшествия, а тем более возгорания, должны быть усвоены еще в детстве. В связи с этим важно в каждом регионе найти способы взаимодействия пожарно-спасательных служб и образовательных учреждений, а также клубов, домов культуры и иных организаций, осуществляющих активную работу с населением. В сельской местности организовать такое взаимодействие проще, нежели в областном центре. Это обусловлено территориальной близостью и небольшим количеством населения, которое возможно охватить в рамках пропаганды защиты населения от пожаров.

В наших исследованиях в рамках данной проблематики проводился сравнительный анализ восприятия школьниками противопожарных видеороликов и памяток [3]. При этом следует учитывать психологические аспекты реагирования подростков на запреты. Категорические формы, запугиванию могут напротив вызвать активный интерес к поджогам. Зачастую в переходный возраст могут совершаться антисоциальные проступки как знак противления, поэтому следует призывать молодежь к помощи, указывать на те примеры, когда их ровесники смогли предотвратить или потушить пожар, но не рассказывать про яркие случаи возникновения чрезвычайных ситуаций, возникшие по вине подростков.

Вместе с тем, педагогика может прийти на помощь при проведении плановых учений в подразделениях МЧС. Подробнее вопросы практического применения новых педагогических технологий рассмотрены нами в публикациях, посвященных инновациям в сфере преподавания дисциплин цикла «Судебная фотография и видеозапись и тестировании курсантов с использованием информационно-цифрового инструмента FIRETEST [4,5].

Работники местных клубов и домов культуры также могут внести свой вклад в развитие просветительской деятельности координационной группы по организации противопожарной пропаганды. В частности, постановка мини-спектаклей, юмористические инсценировки, творческие зарисовки способны наглядно проиллюстрировать опасность любого возгорания и героизм спасателей. Престиж профессии зачастую зависит от того, имиджа, который создается актерами, играющими роль. В связи с этим можно с помощью любительских театров, которые, как правило, достаточно популярны в районных центрах, инсценировать яркие моменты из трудовых будней спасателей, повышая тем самым авторитетность профессии.

Необходимо выделить те подразделения в структуре МЧС России, с которым могут взаимодействовать учреждения образования и культуры, а также обозначить направления, по которым осуществляется это сотрудничество.

Пожарно-спасательные гарнизоны нуждаются в помощи педагогов для проведения аналитических расчетов, составления прогнозов возгорания в весенне-летний период, волонтеры из среды учащихся могут помочь в очистке противопожарных источников.

Органы федерального государственного пожарного надзора обращаются к администрации школ для проведения разъяснительной работы. Работники сферы культуры являются первыми помощниками в проведении работы по предупреждению пожаров в садовых некоммерческих товариществах [6–8].

Волонтерские отряды, сформированные на базе летних трудовых лагерей для школьников, совместно с правоохранительными органами и иными органами исполнительной власти могут патрулировать места отдыха, выявлять места нахождения высохших деревьев, неэксплуатируемых зданий, проводить субботники по очистке от сухой растительности, покраске гидрантов.

Огромное значение в наши дни имеет общение в социальных сетях. Именно подростки могут разрабатывать под руководством педагогов яркие видеоролики по противопожарной агитации и распространять их в сети Интернет.

В настоящем исследовании нами обозначены основные направления по взаимодействию пожарно-спасательных подразделений с учреждениями образования и культуры и предложены алгоритмы проведения мероприятий противопожарной аги-

тации на основе этого сотрудничества в населенных пунктах, подверженных угрозе ландшафтных (природных) пожаров [910].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Бритков А.А., Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Возможные причины разрушения отопительных котлов на твердом топливе // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности. 2018. С. 200-202.

2. Мартынов И.М., Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Расследование дел о пожарах в многоквартирных домах из-за обрыва N (PEN) провода, определение ответчика // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2017. Т. 1. № 8. С. 559-562.

3. Лазарев А.А., Лапшин С.С., Мочалов А.М., Емелин В.Ю., Троицкая Д.Д. Сравнительный анализ восприятия школьниками противопожарных памяток и видеороликов // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 4 (74). С. 81-88.

4. Солдатов Р.А., Лазарев А.А., Карасев Е.В., Курочкина Е.Ю., Таратанов Н.А. Применение электронных тестов при дистанционном и смешанном обучении с использованием информационно-цифрового инструмента FIRETEST // Пожарная и аварийная безопасность. 2022. № 4 (27). С. 119-128.

5. Шувалов О. В., Лазарев А. А., Емелин В. Ю., Мочалова Т. А. Применение образовательного квеста на занятиях по дисциплине «Судебная фотография и видеозапись». Пожарная и аварийная безопасность. 2023. № 2 (29). С. 81-88.

6. Лазарев А.А., Казаков А.Х., Сторонкина О.Е., Мочалов А.М. Ведомственный контроль как средство предупреждения пожаров в садоводческом некоммерческом товариществе Черекского района Кабардино-балкарской республики. Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 1 (46). С. 103-110.

7. Лазарев А.А., Мальцев А.Н. О проблеме создания противопожарных преград для защиты от ландшафтных пожаров // Современные проблемы гражданской защиты. – 2022. – №. 4 (45). – С. 78 - 85.

8. Пат. 219622 U1 (RU), Российская Федерация, МПК A62C 2/06, A62C 3/02. Устройство для предотвращения распространения ландшафтного пожара / И.А. Малый, И.Ю. Шарабанова, А.Н. Мальцев, А.А. Лазарев, Д.Б. Самойлов; опубл. 28.07.2023, бюл. № 22.

9. Романова О.С. Единство объективных и субъективных основ организационной (корпоративной) культуры. Многоуровневое общественное воспроизводство: вопросы теории и практики. 2018. № 15 (31). С. 72-76.

10. Романова О.С. Организационная (корпоративная) культура как многоаспектное явление //Вестник Ивановского государственного университета. Серия: Экономика. 2019. № 4 (42). С. 62-73.

УДК 614.849

О. С. Романова, В. Ю. Емелин, А. А. Лазарев, А. М. Мочалов, А. А. Липинская
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ОБЪЕКТОВ НАДЗОРА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ОБСТАНОВКИ С ПОЖАРАМИ В ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 2022 ГОДУ

Пожароопасность в регионе зависит от комплекса факторов. Для предотвращения пожаров необходимо учитывать опыт их ликвидации и снижения риска возникновения в динамике за определенный период времени. Вместе с тем, важно сравнить положение Ивановской области по обстановке с пожарами и их последствиями в сравнении с другими областями РФ. Это позволит выявить сильные и слабые стороны на поднадзорных объектах и скорректировать планы пожарно-спасательных служб с учетом выявленных недостатков.

Ключевые слова: статистика пожаров, обстановка с пожарами, показатели динамики пожаротушения.

O. S. Romanova, V. Y. Emelin, A. A. Lazarev, A. M. Mochalov, A. A. Lipinskaya,

FIRE DANGER OF SURVEILLANCE OBJECTS BASED ON THE ANALYSIS OF THE SITUATION WITH FIRES IN THE IVANOVO REGION IN 2022

Fire danger in the region depends on a complex of factors. To prevent fires, it is necessary to take into account the experience of extinguishing them and reducing the risk of their occurrence over a certain period of time. At the same time, it is important to compare the situation of the Ivanovo region in terms of the situation with fires and their consequences in comparison with other regions of the Russian Federation. This will make it possible to identify strengths and weaknesses at supervised facilities and adjust the plans of fire and rescue services taking into account the identified shortcomings.

Key words: fire statistics, fire situation, fire extinguishing dynamics indicators.

Ивановская область имеет достаточно небольшую площадь (21,437 км$^{2)}$, но территория лесного массива составляет 1090714 га. При этом происходит ее постоянное увеличение, хоть и не значительное (0,1 % в год) за счет новых посадок на бывших землях сельхозназначения. В связи с этим область находится в зоне среднего риска по вероятности лесных пожаров. В целом за прошедшие пять лет наблюдается стабильная динамика по снижению возгорания лесных массивов в нашей области, несмотря на то, что по России наблюдается противоположная картина. Среди лидеров по тушению пожаров в лесу по-прежнему Республика Саха Якутия и Хабаровский край [1, 2].

© Романова О. С., Емелин В. Ю., Лазарев А. А., Мочалов А. М., Липинская А. А., 2023

По сравнению с 2021 годом количество пожаров в Ивановской области имеет тенденцию к снижению (с 3698 случаев до 3251). Несмотря на это, количество погибших возросло на 10 человек. В целом можно утверждать, что наша область находится в числе лидеров, как по абсолютному показателю прироста пожаров, так и по количеству пострадавших. В Архангельской области, например, количество пожаров в год не превысило 2512 в 2022 году, число погибших зафиксировано в пределах 105 человек. Соседняя Костромская область зафиксировала в истекшем году всего 1340 случай пожара, но в 72 случаев был зафиксирован летальный исход. А во Владимирской области сотрудники пожарно-спасательных частей проводят адресные встречи с семьями, находящимися в группе риска и асоциальными личностями, за счет чего происходит относительное снижение показателей за истекший год. Вообще количество пострадавших на пожаре снизилось по стране с 8403 человек в 2021 году до 8168 в 2022 году, а количество пожаров снизилось на 9,8 %. Большая часть случаев возгорания приходится на Сибирь и Дальний Восток. В Новосибирской области отрицательная динамика по количеству пострадавших достигла 100 тысяч человек за год [1, 2].

Для того, чтобы проанализировать статистику пожаров по поднадзорным объектам в Ивановской области, обратимся к положению дел в целом по стране. Большая часть зафиксированных возгораний приходится на объекты торговли (2329 ед.), далее следуют здания производственного назначения (2405) и помещения сервисного обслуживания населения (1257). Сервисные центры являются абсолютными лидерами по приросту погибших в 2022 году по сравнению с предыдущим годом (150 %). В зданиях сельхозназначения наблюдается рост количества пожаров (на 4,9 %) и числа пострадавших (на 33,3 %) [1, 2]. Вопросы предупреждения пожаров на производственных объектах и подготовке должностных лиц к их профилактике подробно рассматривались в исследованиях [3–7].

В целом количество техногенных пожаров снизилось на 12, 4 %. В условиях особого противопожарного режима в лесах зарегистрировано 28 пожаров общей площадью 4600 га. Несмотря на то, что в количественном отношении произошло снижение случаев возгорания на 9,7 %, общая площадь возросла на 96,2%. Примечательно, что только в период с 9 по 11 декабря 2022 года погибли 5 человек, а общее количество пожаров достигло 18, большая часть из которых была связана с неисправностью печного отопления, неправильной эксплуатацией газового оборудования, а также с неосторожностью при курении [1, 2].

В январе 2022 года в Ивановской области произошло почти в три раза больше пожаров, чем за аналогичный период прошлого года, в самые первые дни 2022 года погибли 13 человек. Согласно сведениям официальной статистики, в первые три месяца 2021 года погибли 25 человек, один из них — ребенок. За аналогичный период 2022 года в огне погиб 41 человек, из которых четверо — несовершеннолетние дети. 13 февраля в результате возгорания жилого дома погибли 5 человек, четверо из которых были детьми [1, 2].

Следует отметить, что согласно статистическим сведениям, в Ивановской области наблюдается тенденция к увеличению погибших на пожаре людей, а главное, что в 2022 году погибло в три раза больше детей, чем в 2021 году. Отчасти это обусловлено халатным обращением с огнем их родителями [1, 2].

Рассмотрим крупные пожары, зафиксированные в Ивановской области за последнее время с целью выявления сильных и слабых сторон в работе оперативно-спасательных служб и учета этих факторов при дальнейшей работе [2].

По итогам деятельности системы РСЧС за 2022 в Ивановской области была зафиксирована только одна чрезвычайная ситуация, связанная с лесным пожаром южнее н.п. Талицы Южского района, пожар охватил площадь 1,3 тыс.га лесных угодий. 1416 человек личного состава из Ивановской и Тульской областей были привлечены к ее ликвидации, было задействовано 155 единиц техники, авиация были привлечены в зону чрезвычайной ситуации. Примечательно, что два самолета-амфибии Бе-200 и 5 самолетов Ил-76 пришли на помощь спасателям в кратчайшие сроки, благодаря этому пожар был достаточно быстро локализован [2].

Если провести сравнение лесных пожаров в Ивановской области с соседними областями, площадь лесных массивов в которых значительно больше, то можно утверждать, что мы не уступаем в количественном отношении даже таким областям, как Костромская и Ярославская, в которых площадь лесов занимает большую часть территории. Одной из причин подобного положения дел является разведение костров в пожароопасный период. В соседней Владимирской области зафиксировано в 2022 году 169 лесных пожаров. Существует объективная необходимость в усилении контроля за посещаемостью лесов в весенне-летний период, размещение щитов с информацией о лесных пожарах не только в виде табличек непосредственно в лесу, но и через СМИ. В качестве действенной меры можно предложить патрулирование лесов на предмет выявления нарушений использования огня в период чрезвычайной пожароопасности сотрудниками правоохранительных органов и волонтерами [1, 2]

Самым крупным лесным пожаром за последние три года можно считать возгорания лесного массива в Лухском районе в августе 2022 года. Благодаря леснику, своевременно обнаружившему возгорание во время обхода и оперативным действиям пожарно-спасательных служб, которые произвели опашку земель в районе деревень Осоково и Шатуново, удалось предотвратить гибель нескольких населенных пунктов, находившихся в зоне распространения огня. Огню подверглось 29 га земли. 15 единиц техники и 18 человек личного состава было задействовано в ходе ликвидации пожара. В ходе прокурорской проверки выявили умышленный поджог, возбуждено уголовное дело.

В 2022 году в Ивановской области было зафиксировано наибольшее за последние 5 лет число лесных пожаров. В основном все они приходились на летний период. Благодаря похолоданию и дождям все очаги возгорания были самоликвидированы. Тем не менее, пожарно-спасательные службы учли недо-

статки в работе, и в 2023 году количество крупных лесных пожаров в Ивановской области было минимально.

Среди наиболее пожароопасных лесов области можно отметить Южский, Лухский, Пестяковский, Лежневский и Вичугский районы. Именно там наблюдается нехватка лесников, близость лесов к автозаправочным станциям, преобладание деревянных строений возле лесного массива.

Ивановская область богата торфом, в связи с чем следует обратить внимание надзорных служб на то, что участились случаи возгорания торфяников. Лидирует тот же Южский район. Все случаи борьбы с огнем в зоне добычи торфа успешно ликвидированы в самые кратчайшие сроки.

Весной 2022 года были зафиксированы два крупных пожара в помещениях производственного назначения. 21 апреля загорелось помещение на территории ДХЗ г. Кинешма, а в мае возгорание произошло в складском помещении ООО «Пласт+» г. Иваново. В обоих случаях материальный ущерб был оценен в размере 100 млн. руб. Во всех вышеперечисленных случаях причиной стало неосторожное обращение с огнем [2].

За первые шесть месяцев 2023 года было зафиксировано 1559 пожаров, что на 0,2 % меньше, чем за аналогичный период 2022 года. В огне погибли 40 человек, что на 18 человек меньше, чем в прошлом году, 21 человек получил статус пострадавшего. Примечательно, что ни один ребенок за это время не погиб [2]. Вопросы предупреждения гибели детей рассматривались в исследовании [8].

Согласно данным статистики 1029 пожаров произошло по причине неаккуратного обращения с огнем. 194 случая возгорания имели место из-за неисправности электрооборудования. Большая доля пожаров приходится на проблемы с печным и газовым оборудованием. Случались и умышленные поджоги — 87 случаев за 6 месяцев.

В мае текущего года достаточно крупный пожар удалось локализовать в промзоне г. Кинешма. 35 сотрудников и 12 машин из Кинешмы, Наволок и Заволжска боролись с огнем более часа. На момент прибытия бригад полностью сгорели 3 автомобиля и два склада. Огонь охватил площадь 6000 м^2. Все работники были вовремя эвакуированы, благодаря чему нет пострадавших. Пожару присвоен самый высокий класс опасности [2].

28 сентября 2023 г. на ул. Колотилова областного центра произошло возгорание в здании по переработке ткани, горело оборудование. Пожарно-спасательные подразделения прибыли на место через 3 минуты после поступления вызова, локализовали пожар в течение 3-х минут, а еще через 3 минуты он был ликвидирован. Никто из людей не пострадал. В тот же день, 28 сентября в Юрьевецком районе сгорел складской ангар, в течение полутора часов пожарные тушили сено и сельхозтехнику. Пострадавших среди людей нет, но огонь уничтожил 600 рулонов сена, генератор и трактор [2].

Исходя из выше изложенного, можно сделать вывод, что Ивановская область имеет средние показатели по количеству пожаров с учетом площади и

плотности населения. Несмотря на рост числа пострадавших, имеют место случаи, когда благодаря оперативной и грамотной работе оперативно-спасательных служб были ликвидированы пожары с высочайшим статусом опасности. Наблюдается положительная динамика в сторону снижения процента лесных пожаров. Примечательно, что за последние 5 лет чрезвычайная ситуация была объявлена в связи с пожарами лишь несколько раз [2]. Ни в одном из зафиксированных случаев не было отмечено нарушений в работе пожарно-спасательных служб с точки зрения профессионализма и оперативности реагирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.- аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023 - 80 с.

2. Сайт Главного управления МЧС России по Ивановской области // https://37.mchs.gov.ru/

3. Торопова М. В., Лазарев А. А., Мочалов А. М. Особенности осуществления пожарного надзора в сфере производства текстильной продукции // Современные проблемы гражданской защиты, 2019. № 1 (30). С. 88-95.

4. Лазарев А.А., Лапшин С.С., Мочалов А.М., Емелин В.Ю., Троицкая Д.Д. Сравнительный анализ восприятия школьниками противопожарных памяток и видеороликов // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 4 (74). С. 81-88.

5. Солдатов Р.А., Лазарев А.А., Карасев Е.В., Курочкина Е.Ю., Таратанов Н.А. Применение электронных тестов при дистанционном и смешанном обучении с использованием информационно-цифрового инструмента FIRETEST // Пожарная и аварийная безопасность. 2022. № 4 (27). С. 119-128.

6. Карасев Е.В., Таратанов Н.А., Чурбанов Н.Б. Исследование процесса возникновения и развития пожара на объекте строительной техники // Пожарная и аварийная безопасность. 2021. № 2 (21). С. 26-39.

7. Таратанов Н.А., Карасев Е.В. Пожарная безопасность автозаправочных станций // В сборнике: Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов. Сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции. 2019. С. 361-365.

8. Лазарев А.А., Коноваленко Е.П., Емелин В.Ю., Богданов И.А. Исследование методов и практик государственного пожарного надзора при осуществлении профилактического визита к юным пожарным. Современные проблемы гражданской защиты. 2021. № 3 (40). С. 38-46

УДК 614.841

А. Е. Ромодановская, О. Г. Циркина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ ОГНЕЗАЩИТНЫМИ СОСТАВАМИ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОН

Проблема придания огнезащитных свойств различным текстильным материалам в последние годы приобретает все большую актуальность. Хорошо известно, сколь пожароопасны ткани и изделия из них. Даже малокалорийный источник возгорания - зажженная и брошенная спичка, сигарета, пепел - упав на скатерть, штору или обивку мебели, воспламеняется и приводит к пожару.

Ключевые слова: пожарная опасность, огнезащитный состав, источник возгорания, воспламеняемость, текстильные материалы.

A. E. Romodanovskaya, O. G. Tsirkina

METHODS OF FLAME RETARDANT TREATMENT OF FIBER-BASED MATERIALS AND PRODUCTS

The problem of imparting flame-retardant properties to various textile materials has become increasingly relevant in recent years. It is well known how fire-hazardous fabrics and products made of them are. Even a low-calorie source of ignition - a lit and thrown match, cigarette, ash - falling on a tablecloth, curtain or furniture upholstery, ignites and leads to a fire.

Key words: fire hazard, flame retardant, source of ignition, flammability, textile materials.

Для дизайна современных интерьеров чаще всего используются ткани из химических волокон ввиду того, что они дешевле натуральных тканей. Например, ткань из полиэфирного волокна (полиэстера) с жаккардовым переплетением. У этих тканей есть важное достоинство – они малосминаемы, у них отличная свето- и атмосферостойкость, высокая прочность, хорошая стойкость к истиранию и к органическим растворителям. Очень важно найти способы снижения горючести полиэфирных материалов.

Представленный в статье материал является обзорным и посвящен поиску путей придания текстильным материалам, используемым при оформлении интерьеров помещений, огнезащитных свойств.

Для придания огнезащиты методом поверхностной обработки применяется очень широкий класс добавок: фосфор- и фосфоргалогенсодержащие олигомеры, полифосфаты и другие органические соединения. Для закрепления огнезащитных составов на ткани обработка проводится в присутствии метилоль-

© Ромодановская А. Е., Циркина О. Г., 2023

ных соединений или меламиноформальдегидных смол путем сушки пропитанной ткани при температуре 60–100 °С или термообработки в течение 2–3 мин при температуре 160–170°С. Известен состав для огнезащитной отделки химических волокон на основе 5–7 %-ного водного раствора фосфорсодержащего мономера (Факрил-М) с использованием окислительно-восстановительной системы Fe2+ - H_2O_2 (заявка на изобретение 93012912 Россия; опубл. 20.09.96). Однако, указанным составом необходимо проводить обработку волокон длительное время и при высокой температуре. Известен двухстадийный способ обработки полиэфирных тканей, включающий пропитку составом «Пробан», затем гексабромциклододеканом или циклическим фосфонатом. Обработанную ткань термофиксируют, причем в случае использования гексабромциклододекана ее нагревают выше 182 °С для плавления антипирена. Двухстадийность процесса и необходимость термофиксации при высоких температурах значительно затрудняют возможность практического применения предлагаемого способа [1].

Для снижения горючести полиэфирных материалов может быть использовано азотсодержащее производное фосфоновой кислоты — антипирен Т-2, выпускающийся в опытнопромышленном масштабе в Российской Федерации. Обработку проводят по режиму, включающему пропитку водным раствором гликазина, сушку, пропитку водным раствором антипирена Т-2 с последующей сушкой, термообработкой и промывкой. Полученные ткани из смеси полиэфирных и целлюлозных волокон (в соотношении 67:33 %) характеризовались значением кислородного индекса 28–30 % при содержании антипирена не более 10–12 %. Однако, огнезащитный эффект не устойчив в процессе многократных стирок [2, 3].

Для огнезащиты текстиля в Германии используются препараты: FR Cros 330, представляющий собой водную винилацетатную суспензию с полифосфатом аммония, и FR Cros 334, включающий модифицированный полифосфат аммония. Известен жидкий препарат Fyrol PBP, выпускающийся голландской фирмой Akzo, представляющий смесь пентабромдифенилоксида и арилфосфатов, содержащий около 50 % брома. Он рекомендуется для снижения горючести полиэфирных тканей. Следует отметить, что огнезащитный эффект после обработки указанными препаратами сохраняется в процессе многократных стирок. Однако огнезащитный эффект достигается при привесе на ткани 30–40 % препарата, что ухудшает гриф и приводит к снижению физико-механических показателей материалов. Кроме того, огнезащитная обработка ткани в этом случае достаточно дорогая [3, 4]. Изучив проблемные вопросы огнезащиты тканей из полиэфирного волокна, мы определили основную задачу работы, которая заключалась в разработке состава для огнезащитной обработки декоративных интерьерных тканей из полиэфирных волокон жаккардового переплетения, обеспечивающего повышенную огнестойкость, перманентность и сохранение грифа ткани после поверхностной обработки. Образец материала приведен на рис. 1.

Рис. 1. Образец ткани жаккардового переплетения для пошива штор

Для отделки полиэфирных тканей и тканей из смеси целлюлозных и полиэфирных волокон известен огнезащитный состав «Пироватекс» (метилолированное производное продукта конденсации диметилфосфита с акриламидом, $C_6H_{14}O_5NP$). Однако, эффективность его огнезащитного действия для тканей, содержащих более 15% полиэфирного волокна, достаточно низка, так как данный огнезащитный состав разлагается при более низкой температуре в сравнении с полиэфиром. Поэтому для исключения данных недостатков предлагается ввести коммерческий препарат «Тефлон» в водный раствор «Пироватекса». «Тефлон» – это полимер тетрафторэтилена (ПТФЭ), пластмасса, обладающая редкими физическими и химическими свойствами и широко применяемая в технике и в быту. Плотность от 2,18 до 2,21 г/см. «Тефлон» препятствует взаимодействию ткани с химическими агентами, обеспечивает отличное водоотталкивающее действие и защиту от брызг и грязи, тефлоновое покрытие предохраняет волокна ткани от масляных и водных загрязнений, пыли и сухой грязи. Покрытие «Тефлоном» не видно визуально и не чувствуется на ощупь. Обработка «Тефлоном» подходит практически для всех видов волокон – даже для нежного шелка и тонкого хлопка, не влияет на цвет и воздухопроницаемость ткани.

Рецептура состава – 400 г препарата «Пироватекс» (метилолированное производное продукта конденсации диметилфосфита с акриламидом, $C_6H_{14}O_5NP$); – 1000 г воды; – 1 масс. % порошка полимер тетрафторэтилена (коммерческий препарат «Тефлон»). Технология нанесения состава Образцы ткани из полиэфирного волокна размерами 21х17 см в течение 72 часов выдерживаются в воде, меняя еѐ каждые 24 часа, высушиваются и обрабатываются горячим паром. Далее образцы ткани помещаются в раствор антипирена и выдерживаются в течение 30 минут в ультразвуковой ванне, нагретой до температуры 65 °С. После чего образцы отжимаются и подвергаются термофиксации при температуре 150 °С в течение 15 минут. Образцы высушиваются есте-

ственным способом. Обработка предлагаемым составом приводит к относительному привесу испытуемых образцов полиэфира от 15 до 20 % при исходной поверхностной плотности ткани 181 г/м^2. Следует отметить, что это мало отражается на грифе жесткости ткани, а, следовательно, не мешает дальнейшему пошиву изделий, не ухудшаются потребительские свойства.

При проведении испытаний регистрируются[1]: время остаточного горения, наличие пробежки пламени по поверхности образца, наличие загорания или тления хлопчатобумажной ваты от падающих частей или горящих капель испытуемого образца. После проведения испытаний измеряется длина обугленного участка.

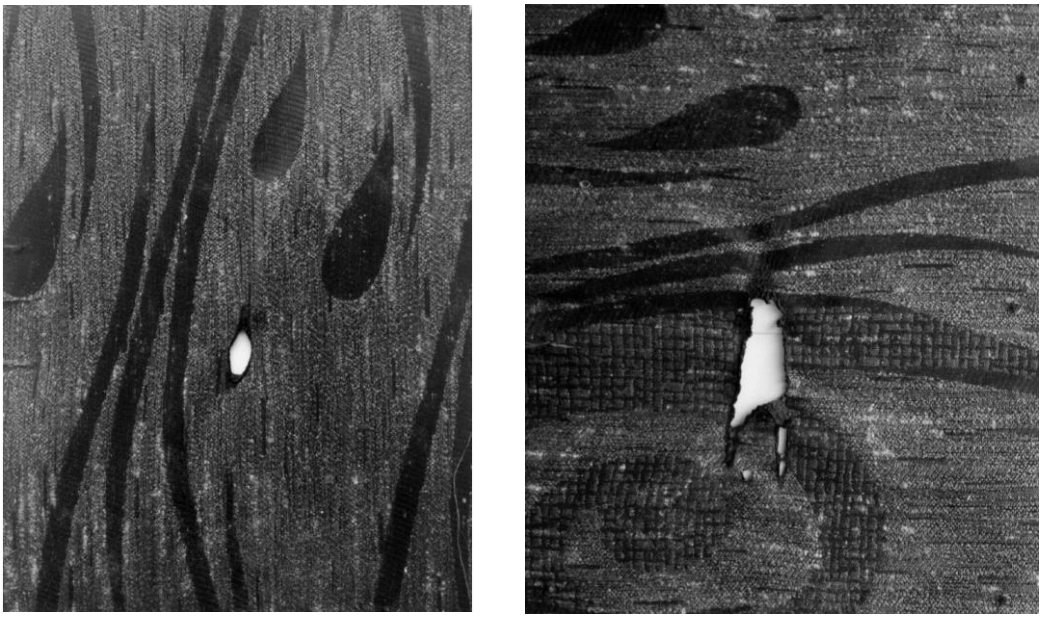
Для обеспечения пожарной безопасности объектов защиты, где используются декоративные изделия синтетических и смесовых волокон, необходимо знать условия, при которых текстильные материалы не будут способны гореть. Данному требованию соответствует кислородный индекс (КИ). В работе [5] приведены данные определения кислородного индекса для тканей различного химического состава. Определение кислородного индекса полиэфирной ткани проводились на приборе для определения кислородного индекса OXYGEN INDEX MODULE по методике[2]. Перед началом испытаний изготавливали образцы ткани размерами в соответствии с размерами рамки, установленной на приборе. Производили автокалибровку прибора. Устанавливали на приборе значение кислородного индекса, при котором проводят испытания. Испытания проводили при температуре 23±2°С. Рамку с образцом закрепляли за основание в вертикальном положении в центре колонки так, чтобы верхний край образца находился на расстоянии не менее 100 мм от верхнего открытого края колонки. В течение не менее 30 с систему продували газовой смесью, затем в течение не более 30 с с короткими перерывами примерно через каждые 5 с воздействовали пламенем горелки на верхний конец образца до его загорания. Начальную концентрацию кислорода в смеси с азотом изменяли до тех пор, пока не устанавливалась минимальная концентрация кислорода в смеси с азотом, которая поддерживала горение образца в течение (180±3) с или при которой за время менее (180±3) с сгорало (50±1) мм образца. Минимальная концентрация должна отличаться от максимальной, не поддерживающей указанные условия горения, не более чем на 1 %. При горении образца более 183 с или, если длина сгоревшей части более (50±1) мм, объемную долю кислорода уменьшают. При горении образца менее 177 с или, если длина сгоревшей части менее (50±1) мм, объемную долю кислорода увеличивают. При регулировании объемной доли кислорода образец гасили и заменяли его новым. Если прежний образец был доста-

[1] 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. № 454). URL: https://base.garant.ru/198774/ (дата обращения 07.10.2023)

[2] ГОСТ 21793-76 Пластмассы. Метод определения кислородного индекса (утв. постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 05 мая 1976 г. № 1055). URL: https://base.garant.ru/198774/ (дата обращения 07.10.2023)

точно длинным, его переворачивали или отрезали сгоревшую часть, зажимали остаток в держателе и поджигали.

Образцы полиэстера, обработанные огнезащитным составом на основе «Пироватекса» с «Тефлоном», соответствовали установленным требованиям. испытания проводились, как установлено методикой, на пяти образцах, вырезанных по основе, и пяти образцах, вырезанных по утку. При воздействии источника зажигания образцы плавились, но после удаления источника зажигания плавление прекращалось. остаточного горения обнаружено не было. высота оплавленного участка образца по основе составила 10 мм, по утку – 25 мм (рис. 2), что намного меньше 150 мм. Таким образом, образцы, обработанные огнезащитным составом на основе «Пироватекса» с «Тефлоном», в соответствии с требованиями классифицируются как трудновоспламеняемые [1, 4].



а) по основе б) по утку

Рис. 2. Результаты испытаний образца ткани, обработанного огнезащитным составом на основе «Пироватекса» с «Тефлоном» в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50810-95

Таким образом, кислородного индекса образцов ткани из полиэфирного волокна, обработанных огнезащитным составом на основе «Пироватекса» с «Тефлоном», показали среднее значение – 27 % при средней скорости распространения пламени 0,96 мм/с. Данный результат можно считать удовлетворительным, и текстильный материал, обработанный полученным составом, может относиться к трудногорючим. В результате исследования был получен огнезащитный состав (400 г препарата «Пироватекс» (метилолированное производное продукта конденсации диметилфосфита с акриламидом, $C_6H_{14}O_5NP$), 1000 г воды, 1 масс. % порошка полимер тетрафторэтилена (коммерческий препарат

«Тефлон»), позволяющий предотвращать воспламенение тканого материала жаккардового переплетения из полиэфирного волокна декоративного назначения [1,4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сырбу С.А., Салихова А.Х. Разработка огнезащитного состава для снижения показателей пожароопасности интерьерных тканей из химических волокон. Электронный ресурс https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-ognezaschitnogo-sostava-dlya-snizheniya-pokazateley-pozharoopasnosti-interiernyh-tkaney-iz-himicheskih-volokon. Дата обращения 06.10.2023.

2. Зубкова Н. С, Антонов Ю. С. Снижение горючести текстильных материалов - решение экологических и социально-экономических проблем // Российский химический журнал (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева). 2002. т. XLVI. № 1. С. 96-103.

3. Дутикова О. С. Ингибирование процессов термолиза и горения полиэтилентерефталата с использованием пенококсообразующих систем: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.06. Москва, 2005. 134 с.

4. Разработка огнезащитных составов для текстильных материалов / С. А. Сырбу [и др.] // Технологии техносферной безопасности. Вып. 5 (39). 2011. http://academygps.ru/ttb.

5. Циркина, О.Г. К вопросу обеспечения пожарной безопасности предприятий текстильной промышленности/ Циркина О.Г. Спиридонова В.Г., Салихова А.Х., Сырбу С.А.// Известия вузов. Технология текстильной промышленности. 2022. № 6 (402). С. 177-182.

УДК 614.841.34

В. В. Рубцов, Е. В. Ширяев
Академия государственной противопожарной службы МЧС России

О ПРИМЕНЕНИИ СПОСОБА ОТКАЧКИ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ИЗ РЕЗЕРВУАРА, РАСПОЛОЖЕННОГО РЯДОМ С ГОРЯЩИМ РЕЗЕРВУАРОМ

Обоснована необходимость откачки нефти из горящих крупногабаритных резервуаров, дана характеристика надежности и безопасности откачки нефти, нефтепродукта из резервуара при пожаре в соседнем резервуаре, приведены параметры эффективности и своевременности откачки нефти из резервуара, расположенного рядом с горящим резервуаром.

Ключевые слова: резервуар, тушение пожара, откачка, насосы.

© Рубцов В. В., Ширяев Е. В., 2023

V. V. Rubtsov, E. V. Shiryaev

ABOUT THE APPLICATION OF THE METHOD OF PUMPING OIL AND PETROLEUM PRODUCTS FROM A TANK LOCATED NEXT TO A BURNING TANK

The necessity of pumping oil out of burning large-sized tanks is substantiated, the reliability and safety of pumping oil and petroleum products out of the tank in case of a fire in a neighboring tank is characterized, the parameters of efficiency and timeliness of pumping oil out of the tank located next to the burning tank are given.

Key words: tank, fire extinguishing, pumping, pumps.

Анализ характерных пожаров в резервуарных парках объектов нефтегазовой отрасли свидетельствуют об их затяжном характере. Время подготовки необходимого количества сил и средств для проведения пенной атаки в большинстве случаев превышает десятки часов. Пожары крупногабаритных РВС (от 10 тыс. $м^3$ и более) может привести к поражению людей при вскипании и выбросе горящей нефти, распространению пожара на соседние объекты защиты.

Для предотвращения развития пожара, снижения пожарной нагрузки в зоне пожара применяется откачка горючих жидкостей из не горящих резервуаров, находящихся рядом с горящим резервуаром. Обоснование эффективной и безопасной откачки нефти из крупногабаритных вертикальных стальных резервуаров при пожаре соседнего является актуальной задачей и требует своего решения. Откачка нефти технологическими насосами из резервуара соседнего с горящим - эффективный способ снижения пожарной нагрузки в зоне, рядом с горящим РВС, предотвращения каскадного развития пожара и снижения ущерба. Практика применения откачки нефти России из резервуаров известна по работам [1 - 4]. Тушение пожаров крупногабаритных резервуаров представляет опасность для сотрудников пожарной охраны и работников предприятий. Примером являются трагические последствия пожара в резервуарном парке хранения нефти ЛПДС «Конда», произошедшего 22 августа 2009 г. [5, 6].

Практика показывает, что если открытый пожар в РВС с нефтью или нефтепродуктом не потушить в течение 10–15 мин., то металлические конструкции горящего резервуара деформируются и не подлежат демонтажу. Основными задачами при тушении пожара горящего нефтяного резервуара являются:

– обеспечение безопасности людей, участвующих в тушении пожара на объекте;

– предотвращение распространения пожара на соседние резервуары, здания объекта и за его пределы;

– эвакуация горючих веществ в зоне близкой к пожару.

При пожаре откачку нефти из резервуара вертикального стального (РВС), расположенного рядом с горящим резервуаром, рекомендуется производить в тех случаях, когда:

– недостаточно сил и средств для пенной атаки;

– недостаточно воды для охлаждения горящего и соседнего с ним резервуаров;

– системы пожаротушения и охлаждения вышли из строя;

– горящие нефтепродукты выходят в обвалование;

– существует риск распространения огня на соседний с горящим резервуар.

Предупреждение пожаров в соседних с горящим РВС путём откачки из них нефти является актуальной задачей, особенно для резервуаров больших объемов. Установлено, что технологические насосные системы и коммуникации современных резервуарных парков позволяют откачивать горючие жидкости из РВСПК до предельно-возможных уровней.

В ходе экспериментов на натурных РВСПК установлено, что время экстренной откачки зависит от максимальной производительности продуктовых, подпорных, основных, зачистных насосов, насосов внутрипарковых перекачек, их количества, наличия свободных емкостей или коммуникаций [7].

При нормальной эксплуатации магистральных нефтепроводов существует постоянная возможность откачки жидкостей в них из резервуаров. Производительность основных насосов магистральных нефтепроводов больше, чем у подпорных насосов, поэтому время откачки нефти из резервуара регламентируется, в основном, производительностью подпорных насосов насосных станций.

Надежность и безопасность откачки нефти, нефтепродукта из резервуара при пожаре в соседнем резервуаре характеризуются:

– работоспособностью технологических систем и коммуникаций;

– применением расчетного количества сил и средств для тушения и охлаждения горящего и соседнего с ним резервуаров;

– достижением минимального уровня взлива при откачке в резервуаре;

– перемешиванием жидкости в резервуаре для создания равномерной температуры ГЖ;

– экономия средств за счёт стоимости, откачанной (спасённой) нефти.

На практике омываемая пламенем верхняя часть стенки открыто горящего РВС выше поверхности горящей нефти обычно в течение 10–15 минут деформируется при отсутствии охлаждения. Охлаждение стенки горящего резервуара сохраняет устойчивость его конструктивных элементов, пеногенераторов и колец орошения, в том числе и при откачке.

Важным достоинством откачки нефти из резервуара, расположенного рядом с горящим резервуаром, является то, что для неё используются существующие технологические системы и коммуникации.

Резервуары вертикальные стальные оборудованы одним или двумя постоянно работающими и взаимозаменяемыми приемо-раздаточными патрубками (ПРП), через которые можно производить откачку одновременно посредством максимального использования продуктовых насосов насосных станций. Насосы, задвижки, трубопроводы, ПРП, смесительную систему можно легко переключить на откачку нефти из резервуара. Технологические коммуникации имеют свойство сохранять работоспособность даже при вынужденных перерывах в работе в течение длительного времени. Из этого можно сделать вывод, что способ откачки нефти или нефтепродуктов из резервуара, расположенного рядом с горящим резервуаром, является практически безотказным способом обеспечения пожарной безопасности резервуаров, расположенных рядом с горящим. Обеспечение пожарной безопасности достигается за счёт снижения пожарной нагрузки в зоне горящего резервуара, при условии, что насосы, задвижки, хлопушки исправны и имеют автоматический, дистанционный приводы.

Для успешной откачки нефти из РВС, расположенного рядом с горящим резервуаром, необходимо содержать в работоспособном состоянии технологическое оборудование и коммуникации, разработать планы тушения и ликвидации пожаров, обучить персонал и работников пожарной охраны порядку действий при откачке.

Для расчетной оценки эффективности откачки нефти из РВС, расположенного рядом с горящим резервуаром, важно знать и учитывать:

- величину лучистого теплового потока от очага пожара,
- концентрации и температуры ПВС, стенки, крыши резервуара и поверхностного слоя нефти,
- скорости нагрева конструкций и жидкости,
- распределение температур в горящей жидкости,
- влияние охлаждения стенки на прогрев жидкости,
- влияние скорости ветра на величину фронта пламени от горящего резервуара и т. д.

Чтобы своевременно откачать нефть из РВС, расположенного рядом с горящим резервуаром, необходимо начинать подготовку сразу после возникновения пожара:

- открыть соответствующие задвижки дистанционно или по месту;
- согласовать с участниками работу насосных станций предыдущих и последующих нефтеперекачивающих станций (НПС) при откачке нефти в магистральный нефтепровод:
- возможность откачки нефти в танкеры, находящиеся под погрузкой;
- наличие свободных или не полностью заполненных резервуаров для откачки нефти;
- организовать откачку нефти с максимально возможной производительностью насосных систем по магистральным и технологическим трубопроводам.

Откачку нефти из РВС, расположенного рядом с горящим резервуаром, целесообразно производить в экстремальных ситуациях, когда:

- повреждены стенка или сварных швы, коренные задвижки приемо-раздаточных патрубков;
- нефть попала в обвалование;
- недостаток сил и средств для тушения и охлаждения;
- вышли из строя системы АУПТ и охлаждения.

Для успешной реализации способа откачки нефти из резервуара, расположенного рядом с горящим резервуаром, методика его проведения должна быть отражена в планах ликвидации аварийных ситуаций (ПЛАС) с регулярной отработкой действий персонала соответствующих объектов и аварийно-спасательных формирований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костромин, Н.И. Надумали ребятки покурить [Текст] / Н.И. Костромин // Пожарное дело. – 1996. – № 2. – С. 12–15.

2. Пожар на нефтебазе в Махачкале тушат 179 человек [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.vesti.ru/doc.html?id=171891&cid=8 (дата обращения 20.09.2023).

3. Кавказский Узел [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kavkaz-uzel.ru/articles/134181 (дата обращения 20.09.2023).

4. Контролируемый пожар на нефтебазе под Ангарском продлится еще 10 час. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.vesti.ru/article/1882692 (дата обращения 20.09.2023).

5. Волков, О.М. Пожарная безопасность резервуаров с нефтепродуктами. Монография [Текст] / О.М. Волков. - СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого (СПбПУ), 2010. 398 с.

6. Волков, О. М. Версия «домино» на пожаре группы РВС-20000 на линейной производственно-диспетчерской станции «Конда» [Текст] / О.М. Волков // Технологии техносферной безопасности. - 2014. - Вып. 3. - 6 с.

7. Ле, В.Х. Безопасность откачки нефти из резервуара с плавающей крышей при пожаре соседнего резервуара на нефтескладах Вьетнама: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.03 / Ле Вьет Хай. – М., 2022. – 147 с.

УДК 614.841

Ш. Д. Рустамов, А. Г. Азовцев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ ПОЖАРОВ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

В статье рассматривается анализ статистики пожаров в общеобразовательных учреждениях, основанный на статистике пожаров в зданиях учебно-воспитательного назначения. Приведены данные о количестве пожаров, материальном ущербе от пожаров и количестве погибших на пожаре с 2018 по 2022 гг. Представлено распределение количества пожаров в зданиях учебно-воспитательного назначения по местам возникновения за 2021 г.

Ключевые слова: пожар, пожарная опасность, статистика пожаров, здание учебно-воспитательного назначения, место возникновения пожара, материальный ущерб.

Sh. D. Rustamov, A. G. Azovtsev

ANALYSIS OF FIRE STATISTICS IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS

The article discusses the analysis of fire statistics in educational institutions, based on the statistics of fires in educational buildings. Data is provided on the number of fires, material damage from fires and the number of deaths in fires from 2018 to 2022. The distribution of the number of fires in educational buildings by location for 2021 is presented.

Key words: fire, fire hazard, fire statistics, educational building, location of the fire, material damage.

Обеспечение пожарной безопасности в общеобразовательных учреждениях является важной задачей, т.к. сами объекты являются зданиями с массовым пребыванием людей, там присутствует определенный контингент (дети возрастом от 7 до 18 лет), возможно проведение массовых мероприятий, наличие пропускного режима и др.

В феврале 2022 г. во Владивостоке произошел пожар в здании международной школы. В результате пожара был полностью уничтожен корпус, обрушилась кровля, площадь пожара составила 600 м^2. Сигнал о пожаре поступил после 17 часов, когда дети в здании отсутствовали. Возникновение пожара во время учебы, учитывая его распространение на большой площади могло привести к «плачевному результату». Именно поэтому для обеспечения пожарной безопасности необходимо определить критические места на данных

© Рустамов Ш. Д., Азовцев А. Г., 2023

объектах, где возникновение пожара происходит чаще и риск гибели в них может быть выше.

Для анализа использовалась статистика ВНИИПО МЧС России [1, 2], в качестве объекта рассматривались здания учебно-воспитательного назначения. Распределение количества пожаров с 2018 по 2022 гг. представлено на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что общий тренд пожаров находится на одном уровне в пределах от 276 до 345 пожаров в год. Не наблюдается явного роста или снижения их количества.

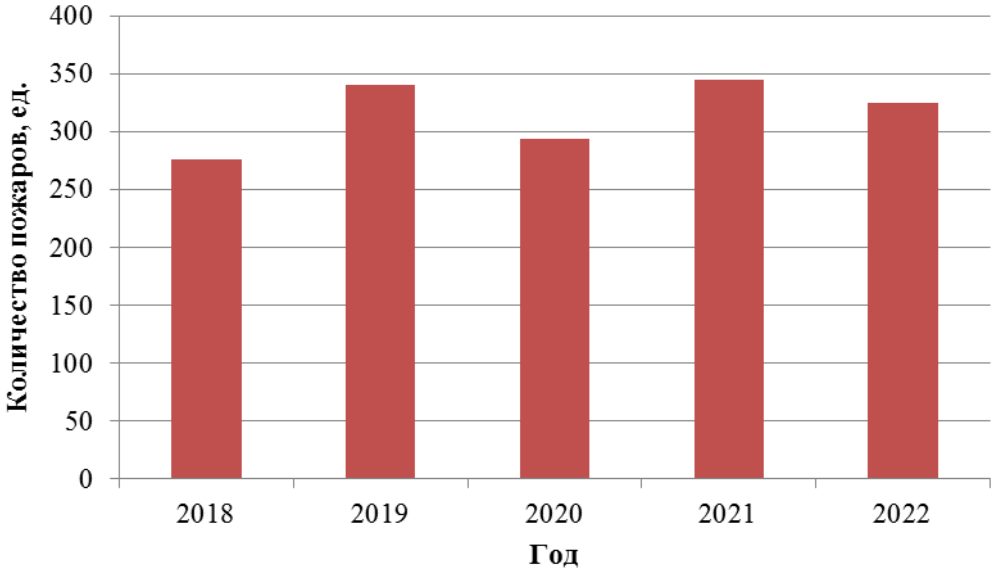


Рис. 1. Количество пожаров в зданиях учебно-воспитательного назначения с 2018 по 2022 гг.

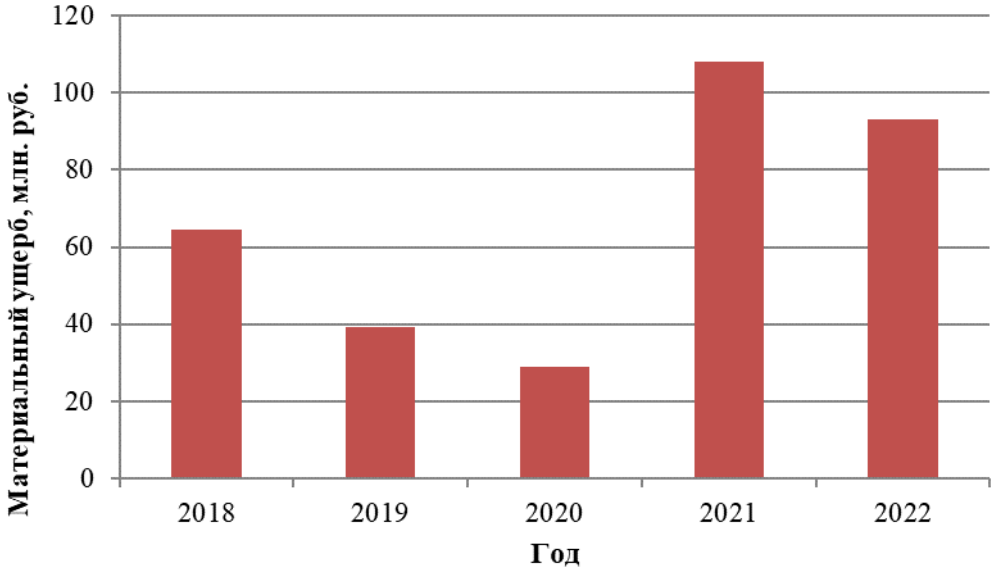


Рис. 2. Материальный ущерб от пожаров в зданиях учебно-воспитательного назначения с 2018 по 2022 гг.

На рис. 2 представлено распределение материального ущерба от пожаров за период с 2018 по 2022 гг.

Материальный ущерб от пожаров за 2021 и 2022 гг. имеют большее значение, чем за период с 2018 по 2020 гг. Связано это с крупными пожарами, которые произошли в 2021 и 2022 гг. в зданиях учебно-воспитательного назначения. Ущерб от каждого из них составил 75,8 и 62,1 млн. руб. соответственно.

На рис. 3 представлено распределение количества погибших на пожаре за период с 2018 по 2022 гг. в зданиях учебно-воспитательного назначения.

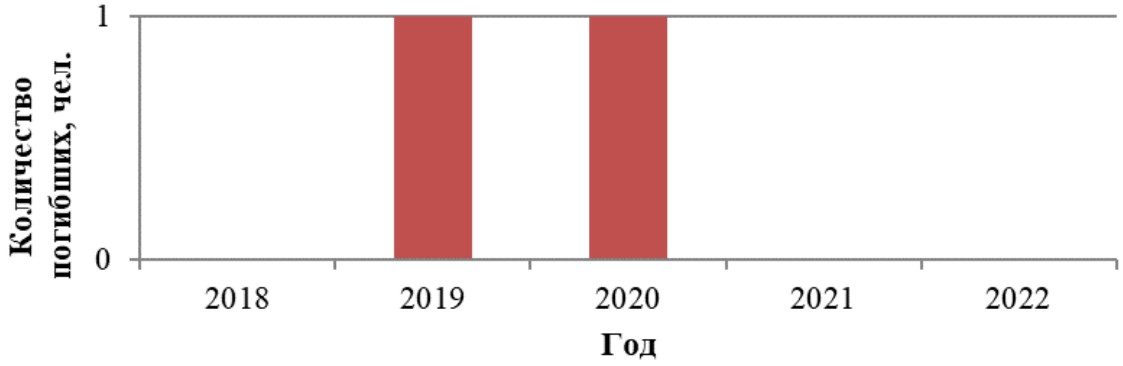


Рис. 3. Количество погибших на пожаре в зданиях учебно-воспитательного назначения с 2018 по 2022 гг.

Количество погибших на пожаре в зданиях учебно-воспитательного назначения за период с 2018 по 2022 гг. составляет 2 человека, что говорит о том, что вероятность гибели в зданиях учебно-воспитательного назначения все равно присутствует, несмотря на «пристальное внимание» надзорных органов к таким объектам.

Распределение количества пожаров в зданиях учебно-воспитательного назначения по местам возникновения за 2021 г. представлено на рис. 4.

Из рис. 4 видно, что наибольшее количество пожаров произошло в классах, аудиториях и читальных залах. Меньшее количество приходится на коридор, кухню, кабинет, подвальное помещение, чердачное помещение, душевые с туалетами, гардероб и т. д. При этом травмы получили по 2 человека при возникновении пожаров в классе и подвальном помещении.

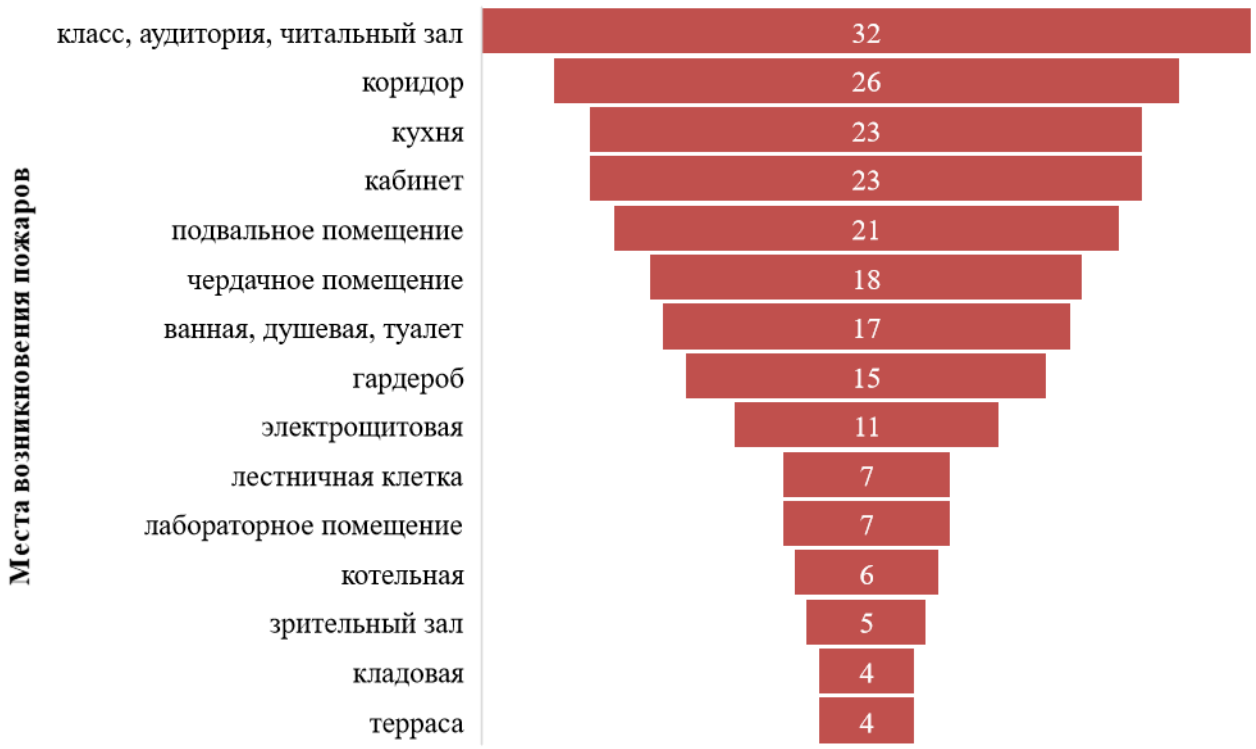


Рис. 4. Распределение количества пожаров в зданиях учебно-воспитательного назначения по местам возникновения за 2021 г.

Приведенная статистика показывает общую картину с пожарами и последствиями от них в зданиях учебно-воспитательного назначения. Наличие погибших и травмированных «говорит» о том, что система обеспечения пожарной безопасности зданий учебно-воспитательного назначения нуждается в совершенствовании. Необходимо обратить внимание на помещения, где возникновение пожаров происходит наиболее часто и есть наличие травмированных людей – учебные классы и подвальные помещения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с.

2. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ. - аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.

УДК 614.839+67.05

А. Х. Салихова, Е. В. Шахин, В. В. Грибкова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

О СОЗДАНИИ ИНФОРМАЦИОННОГО РЕСУРСА ОБ АВАРИЯХ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Дано обоснование необходимости разработки информационно-аналитической базы о местах и причинах возникновения пожаров на производственных объектах защиты для использования в методологии расчетов пожарного риска и обеспечения пожарной безопасности. Более точные сведения о местах возникновения пожаров помогут также выработать дополнительные меры эшелонированной противопожарной защиты на наиболее опасных участках, откорректировать профилактическую работу различных субъектов профилактики.

Ключевые слова: производственный объект, авария, технологическое оборудование, пожар, взрыв, причина пожара, место возникновения аварии, износ оборудования, расчет пожарного риска.

A. H. Salikhova, E. V. Shakhin, V. V. Gribkova

ABOUT CREATION OF AN INFORMATION RESOURCE ABOUT ACCIDENTS ON TECHNOLOGICAL EQUIPMENT OF PRODUCTION FACILITIES

The substantiation of the need to develop an information and analytical base on the places and causes of fires at industrial protection facilities for use in the methodology of fire risk calculations and fire safety is given. More accurate information about the places of occurrence of fires will also help to develop additional measures of layered fire protection in the most dangerous areas, adjust the preventive work of various subjects of prevention.

Key words: production facility, accident, technological equipment, fire, explosion, cause of fire, place of occurrence of accident, equipment wear, fire risk calculation.

Многими специалистами отмечается, что существуют трудности с определением наиболее опасной аварийной ситуации при проведении расчетов пожарного риска на производственных объектах и категории производственных помещений и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. В статьях [1, 2] уже отмечалось, что отсутствует объективная информация о виде оборудования, конкретной причине его повреждения, вследствие чего произошла авария и последующий пожар, о веществах и материалах в поврежденном оборудовании, о параметрах технологического режима. Не приводятся организационные причины пожара. В официальном источнике об обстанов-

© Салихова А. Х., Шахин Е. В., Грибкова В. В., 2023

ке с пожарами за последние года не приводятся сведения и о распределении пожаров по отраслям промышленности и по местам их возникновения (в сборнике за 2021 год эти данные приводились).

Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору (далее – Ростехнадзор) риск аварий на опасных производственных объектах (далее – ОПО) оценивается по разработанному ведомством Руководству по безопасности[1]. В данном документе для оценки частоты инициирующих и последующих событий в анализируемых сценариях аварий рекомендуется использовать информацию, приведенную ниже:

а) статистические данные по аварийности, надежности технических устройств и технологических систем, соответствующие отраслевой специфике ОПО или виду производственной деятельности;

б) логико-графические методы, в том числе «Анализ деревьев событий», «Анализ деревьев отказов», имитационные модели возникновения аварий на ОПО;

в) экспертные специальные знания в области аварийности и травматизма на ОПО, надежности технологических систем.

В приложениях к Руководству сведены характерные частоты аварийной разгерметизации типового оборудования ОПО.

Авторами изучены Руководства по безопасности, использующегося для оценки опасности аварий на различных ОПО. Учитывая то, что на данных объектах эксплуатируется типовое технологическое оборудование с пожаровзрывоопасными технологическими средами, мы сопоставили сведения о видах оборудования, по которым приведены допустимые значения частоты реализации пожароопасных (аварийных) ситуаций по Методике [3] и по Руководству по безопасности, утвержденному Ростехнадзором. Сравнительный анализ показывает более широкую базу данных о рекомендуемых значениях частот реализации аварийных ситуаций в приказе Ростехнадзора[5], так как учитывается больший перечень типового технологического оборудования.

Анализ аварийных ситуаций приведенных по нефтегазовому комплексу, опубликованных на сайте Ростехнадзора, позволил определить типовое технологическое оборудование с пожаровзрывоопасными средами, на котором происходят пожары и (или) взрывы [2]: аппараты колонного типа (установки крекинга, полимеризации, ректификационные колонны др.); подземные трубопроводы, резервуары, шахтное оборудование нефтепромыслов; технологическое оборудование для тепловых технологических процессов; оборудование подачи, слива-налива ЛВЖ, ГЖ, СУГ на многотопливных автозаправочных станциях. Обобщение результатов обзора позволили нам разработать и рекомендовать к внедрению перечень оборудования, аппаратов, разгерметизация которых при-

[1] Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 3 ноября 2022 г. № 387 «Об утверждении Руководства по безопасности "Методические основы анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах"»

водит согласно статистике к авариям с последующим пожаром и (или) взрывом, и инициирующие эту аварию события:

- Технологические трубопроводы. Инициирующие события: разрыв на полное сечение; истечение через отверстие эффективным диаметром 0,1 DN, но не более 50 мм.

- Насосы и компрессор (центробежные насосы, герметичные, центробежные насосы с уплотнениями, поршневые насосы, компрессоры). Инициирующие события: катастрофическое разрушение, соответствующее разрыву на полное сечение подводящего трубопровода; истечение через отверстие эффективным диаметром 0,1 DN наибольшего подводящего трубопровода, но не более 50 мм.

- Компрессоры (центробежные). Инициирующее событие: разгерметизация с последующим истечением газа.

- Технологические аппараты (аппараты колонного типа, конденсаторы, фильтры). Инициирующие события: полное разрушение, мгновенный выброс; истечение через отверстие эффективным диаметром 10 мм.

- Химические реакторы. Инициирующие события: полное разрушение, мгновенный выброс; истечение через отверстие эффективным диаметром 10 мм.

- Сосуды хранения под давлением (котлы паровые и жидкостные, работающие с органическими и неорганическими теплоносителями (кроме воды и водяного пара), и транспортирующие их системы трубопроводов, сосуды, работающие под избыточным давлением пара, газов, жидкостей; баллоны, предназначенные для сжатых, сжиженных и растворенных под давлением газов; цистерны и бочки для сжатых и сжиженных газов; цистерны и сосуды для сжатых, сжиженных газов, жидкостей и сыпучих тел, в которых избыточное давление создается периодически для их опорожнения). Инициирующие события: полное разрушение, мгновенный выброс; истечение через отверстие эффективным диаметром 10 мм.

- Резервуары для хранения ЛВЖ и ГЖ (с плавающей крышей, со стационарной крышей), резервуары для хранения горючих газов и СУГ, газгольдеры. Инициирующие события: полное разрушение, мгновенный выброс; истечение через отверстие эффективным диаметром менее 10 мм включительно; полное разрушение, мгновенный выброс; истечение через отверстие эффективным диаметром более 10 мм.

- Изотермические хранилища (одностенный резервуар, резервуар с внешней защитной оболочкой, резервуар с двойной оболочкой, резервуар полной герметизации, мембранный резервуар, заглубленный резервуар, обсыпанный грунтом резервуар). Инициирующие события: полное разрушение, мгновенный выброс; истечение через отверстие эффективным диаметром менее 10 мм включительно; полное разрушение, мгновенный выброс; истечение через отверстие эффективным диаметром более 10 мм.

- Теплообменники (пластинчатые теплообменники, кожухотрубные теплообменники (опасное вещество в межтрубном пространстве), кожухотрубные теплообменники (опасное вещество в трубном пространстве), аппараты воздушного охлаждения). Инициирующие события: разрушение кожуха, мгновенный выброс; истечение из кожуха через отверстие эффективным диаметром 10 мм; разрыв 10 теплообменных труб на полное сечение; разрыв одной теплообменной трубы на полное сечение; истечение через отверстие эффективным диаметром 0,1 DN теплообменной трубы, но не более 50 мм.

- Автомобильные и железнодорожные цистерны (в стационарном положении) (цистерна под избыточным давлением, цистерна при атмосферном давлении). Инициирующие события: полное разрушение, мгновенный выброс; истечение через отверстие, соответствующее размеру наибольшего соединения.

- Сливо-наливное оборудование для автомобильных, железнодорожных цистерн и морских (речных) транспортных средств (бесшланговое (жесткое) устройство слива-налива, шланг для слива-налива). Инициирующие события: разрыв на полное сечение; истечение через отверстие эффективным диаметром 0,1 DN наливного устройства (шланга), но не более 50 мм.

Схожие выводы об аварийности получены авторами работы [4]. В статье представлена статистику видов аварий на объектах нефтегазового комплекса за период 2017–2021 год (табл. 1).

Таблица 1. **Статистика данных об авариях на оборудовании нефтегазового комплекса**

	2017	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Выброс горючих веществ, пожар.	24	-	18	13	11
Разрушение сооружений	18	-	3	9	6
Повреждение, разрушение технологических установок	28	-	21	16	10
Неконтролируемый взрыв	13	-	12	5	5

В статье систематизированы основные технические причины возникновения данных аварий:

– коррозионный износ оборудования, вследствие которого произошло его разрушение или возникла неисправность (12 случаев);

– внешнее механическое воздействие с последующим разрушением оборудования (35 случаев);

– нарушения при проведении ремонтных работ (4 случая);

– потеря герметичности оборудования (5 случаев);

– техническая неисправность оборудования (7 случаев).

Изучение двух систем учета пожаров и аварий позволяет выявить явные различия в регистрации объектов пожаров (аварий), мест возникновения пожара (аварий), причин пожара (аварий) на производственных объектах. В системе учета пожаров МЧС России отсутствует явное разделение производственных объектов по отраслям промышленности (ведомственной принадлежности). В сборниках ВНИИПО МЧС России «Пожары и пожарная безопасность» в последние годы исключен раздел «Пожары на объектах министерств и ведомств Российской Федерации», в котором приводились сведения о пожарах на всех объектах промышленности. При этом, как было описано в работе [1] при составлении электронной карточки учета пожаров[2] заносятся сведения о типе предприятия, виде объекта пожара и месте возникновения применительно к объектам класса Ф.5. В очередной раз проявляется проблема самостоятельного определения частоты реализации пожароопасной или аварийной ситуации по статистическим данным, так как эти данные не систематизированы и не публикуются для общего доступа.

Авторами, как рекомендация, предлагается создание единого информационного ресурса о пожарах (взрывах) на технологическом оборудовании производственных объектов и в зданиях, и на открытом пространстве, построенного на основе сведений МЧС России и Ростехнадзора.

Структура данного ресурса может иметь вид, приведенный в табл. 2.

Таблица 2. **Проект содержания информационного ресурса об авариях на технологическом оборудовании производственных объектов**

СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ		**СВЕДЕНИЯ ОБ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ**	
НАИМЕНОВАНИЕ СУБЪЕКТА РФ	*ячейка для заполнения*	ДАТА АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ	*ячейка для заполнения*
		ВИД ГОРЮЧЕГО ВЕЩЕСТВА	*ячейка для заполнения*
		ВИД ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	*ячейка для заполнения*
		ВЕЛИЧИНА ДАВЛЕНИЯ В ОБОРУДОВАНИИ, МПА	*ячейка для заполнения*
НАСЕЛЕННЫЙ ПУНКТ	*ячейка для заполнения*	УЧАСТОК ОБОРУДОВАНИЯ	*ячейка для заполнения*
		РАЗМЕР ПОВРЕЖДЕНИЯ (СЕЧЕНИЕ ОТВЕРСТИЯ), ММ	*ячейка для заполнения*
		ИНИЦИИРУЮЩЕЕ АВАРИЮ СОБЫТИЕ	*ячейка для заполнения*

[2] Приказ МЧС России от 04.10.2022 № 954 «Об утверждении Регламента работы в информационной системе «Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России»

СВЕДЕНИЯ ОБ ОБЪЕКТЕ		СВЕДЕНИЯ ОБ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ	
ОТРАСЛЬ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	*ячейка для заполнения*	ПРИЧИНА АВАРИИ	*ячейка для заполнения*
		ПОСЛЕДСТВИЯ: количество погибших количество травмированных материальный ущерб	*ячейка для заполнения*

Таблица 3. **Образ ресурса о количестве аварийных ситуаций на технологическом оборудовании в зависимости от вида повреждения по годам**

ГОД	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**
ВИД ПОВРЕЖДЕНИЯ	разгерметизация технологических трубопроводов с ЛВЖ (нефть)			
Разрыв на полное сечение (ед.)				
Истечение через отверстие эффективным диаметром 0,1 DN, но не более 50 мм (ед.)				

Данный ресурс рекомендуется заполнять органам, проводившим расследование аварийной ситуации. В данной базе допускается сделать ограничение на учет только тех аварий, которые сопровождались пожаром (взрывом), т.е. созданием пожароопасных ситуаций. Затем эти сведения будут заноситься в обобщающую систему, необходимую для расчета частоты. Пример ее вида для разгерметизации трубопроводов показан в табл. 3. В таблицу сводится накопительное количество инцидентов за год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Салихова А.Х. Совершенствование системы учета пожаров на производственных объектах // Актуальные проблемы пожарной безопасности. Материалы XXXII Международной научно-практической конференции. 2020. - с. 182-187.

2. Салихова А.Х., Шварев Е.А., Михалин В.Н., Лазарев А.А., Самойлов Д.Б. Анализ и систематизация статистических данных о пожарах на производственных объектах // Научный журнал «Современные проблемы гражданской защиты» Вып. 3 (44) – 2022. – с. 60-67.

3. Приказ МЧС РФ от 10 июля 2009 г. № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах»

4. Полякова, С. А. Анализ аварийности на объектах нефтегазовой отрасли России / С. А. Полякова, С. С. Ильичёв. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2022. — № 16 (411). — С. 115-117. — URL: https://moluch.ru/archive/411/90471/ (дата обращения: 20.09.2023).

УДК 614.8

А. Х. Салихова, Ф. С. Ибрагимов, Н. Е. Сарайкин
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СКЛАДА ТОПЛИВА НА ТЕРРИТОРИИ АЭРОПОРТА

В структуру объектов гражданского аэропорта входят непосредственно резервуарные парки хранения нефтепродуктов, технологические насосные станции. Разработка мероприятий и внедрение технических решений, предупреждающих и исключающих опасные факторы, влияют на промышленную и пожарную безопасность как объекта, так и прилегающих территорий.

Ключевые слова: пожарная безопасность, пожарная опасность, резервуар, нефтепродукты.

A. H. Salikhova, F. S. Ibragimov, N. E. Saraykin

DEVELOPMENT OF PROPOSALS TO ENSURE FIRE SAFETY OF FUEL STORAGE AT THE AIRPORT

The structure of civil airport facilities includes tank farms for storing petroleum products, technological pumping stations. The development of measures and the implementation of technical solutions that prevent and eliminate dangerous factors affect the industrial and fire safety of both the facility and adjacent territories.

Key words: fire safety, fire hazard, reserves, petroleum products.

Аэропорт — это комплекс сооружений, включающий в себя аэродром, аэровокзал, другие сооружения, предназначенные для приѐма и отправки воздушных судов, обслуживания воздушных перевозок и имеющий для этих целей необходимое оборудование, авиационный персонал и других работников. Аэропорт является важным объектом национальной экономики и национальной безопасности государства.

К основным функциональным зонам аэропорта относятся: лётное поле, приаэродромная территория и служебно-техническая территория. В приаэродромную территорию входит прилегающая к нему местность, над которой в воздушном пространстве проводится взлёт, посадка и маневрирование воздушных судов, в пределах которой с помощью условных поверхностей регламентируются высоты естественных и искусственных препятствий. Размеры приаэродромной территории определяется классом аэродрома.

В состав служебно-технической территории входят здания и сооружения аэропорта, предназначенные для выполнения технологических операций, свя-

© Салихова А. Х., Ибрагимов Ф. С., Сарайкин Н. Е., 2023

занных с обслуживанием воздушных судов, такие как: перронные сооружения; пассажирско-грузовые комплексы; топливно-заправочные комплексы; склады нефтепродуктов; командно-диспетчерские пункты; здания для технического обслуживания воздушных судов и места их стоянок; аэровокзальные и терминальные комплексы; станции городского транспорта; торгово-экономические и офисные здания; гостиничные объекты.

Из функциональных зон наиболее опасными являются объекты с взрывопожароопасными технологическими процессами и местами скопления людей [1].

Из функциональной зоны служебно-технической территории как наиболее опасные элементы можно выделить: топливно-заправочный комплекс, на котором технологический процесс связан с эксплуатацией горючих и легковоспламеняющихся жидкостей; склад топлива в резервуарах; командно-диспетчерский пункт, который в некоторых аэропортах является высотным зданием; пассажирский терминал и аэровокзальный комплекс, как объекты с массовым пребыванием людей.

Разработка мероприятий пожарной безопасности для участка хранения топлива осуществлялась на основе анализа пожарной опасности технологического процесса и расчета факторов пожарной опасности и пожарного риска. Расчет категории наружных установок [2] склада топлива показал, что резервуары и топливораздаточная колонка относятся к категории АН «повышенная взрывопожароопасность».

Основные пожароопасные вещества и материалы, обращающиеся в технологическом процессе, их физико-химические и пожароопасные свойства приведены ниже:

Бензины — легковоспламеняющиеся бесцветные жидкости, представляющие собой смеси легких углеводородов. Бензины при горении прогреваются в глубину, образуя все возрастающий гомотермический слой. Скорость нарастания прогретого слоя 0,7 м/ч; температура прогретого слоя 80–100 °С;, температура пламени 1200 °С. Средняя скорость выгорания бензинов — 2,93 кг/(м^2·мин); 0,50 см/мин. Скорость прогрева слоя бензина — 1,20 см/мин. Низшая теплота сгорания бензинов 41900 кДж/кг. Теплота пожара бензинов (без влияния ветра) — 105000 кДж/(м^2·мин). Дымообразующая способность 256,00 Нп·м^2/кг. Выделение газа: углекислого (CO_2) – 2,9200 кг/кг; угарного (CO) — 0,17500 кг/кг; хлористого водорода (HCl) — 0,00000 кг/кг.

Дизельное топливо — легковоспламеняющиеся или горючие жидкости. Средняя скорость выгорания дизельного топлива — 3,30 кг/(м^2·мин); 0,33 см/мин. Низшая теплота сгорания дизельного топлива 45400 кДж/кг. Теплота пожара дизельного топлива (без влияния ветра) — 120600 кДж/(м^2·мин). Дымообразующая способность 620,10 Нп·м^2/кг. Выделение газа: углекислого (CO_2) —3,16300 кг/кг; угарного (CO) — 0,12200 кг/кг; хлористого водорода (HCl) — 0,00000 кг/кг.

Определение перечня пожароопасных аварийных ситуаций и параметров для каждого технологического процесса осуществлялось 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 выявления пожароопасных ситуаций осуществлялось деление технологического оборудования (технологических систем) на участки. Указанное деление выполнялось, исходя из возможности раздельной герметизации этих участков при возникновении аварии. Рассматривались пожароопасные ситуации, как на основном, так и вспомогательном технологическом оборудовании. Кроме этого, учитывалась также возможность возникновения пожара в строениях различного назначения, расположенных на территории склада ГСМ.

Основными поражающими факторами аварий на площадке слива бензина из автоцистерны в резервуары являются:

- избыточное давление во фронте воздушной ударной волны, образующейся при расширении газа при разгерметизации оборудования или трубопроводов и при сгорании ГВС;
- прямое огневое воздействие и тепловой поток с поверхности пламени при горении паров ЛВЖ.

Под зонами поражения при взрыве на открытой площадке понимались зоны разрушения зданий и сооружений и зоны поражения людей ударной волной.

Параметры ударной взрывной волны рассматривались по схеме наземного взрыва определенного тротилового эквивалента с образованием полусферической волны давления, с учетом потерь энергии газа, связанных с затратами на непосредственный процесс разрушения тела трубы (распространения трещины на определенной длине) и на образование воронки.

При возникновении аварийных ситуаций, связанных с разливом бензина при операции слива из автоцистерны в резервуар, основным источником поражающего воздействия становится облако паровоздушной смеси взрывоопасной концентрации. Это облако формируется в результате поступления вещества (примеси) в атмосферу либо при испарении с поверхности жидкого пролива. Распространение облака взрывоопасной концентрации происходит в результате перемещения воздушных масс под действием ветра. При движении примеси в воздушном потоке происходит её рассеивание в вертикальном и горизонтальном направлениях, приводящее к падению концентрации по мере удаления от поверхности разлива. Наиболее опасная обстановка складывается вблизи участка разлива, где концентрация паров бензина в воздухе максимальна за счёт её распределения в сравнительно небольшом по размерам потоке.

Как одно из решений системы противопожарной защиты, нами предлагается проектирование водяной завесы, предложенное в работе [3]. Использование водяных завес является основным способом ограничения распростране-

ния газовоздушного облака, формирующегося в результате выброса (пролива) газа.

Водяные завесы образуют динамическую преграду, препятствующую распространению газовоздушного облака, способствуют снижению концентрации паров бензина в воздухе.

Эффективность применения водяных завес зависит от ряда факторов, основными из которых являются правильный выбор их параметров и схема постановки. Выбор схемы постановки водяных завес осуществлялся на основе данных о площади пролива (объеме газообразного выброса), скорости ветра и концентрации бензина в приземном слое.

На рисунке представлена схема разработанного распылителя импульсного действия, предназначенного для создания водяной завесы, препятствующей распространению паров горючих веществ непосредственно в приземном слое воздуха.

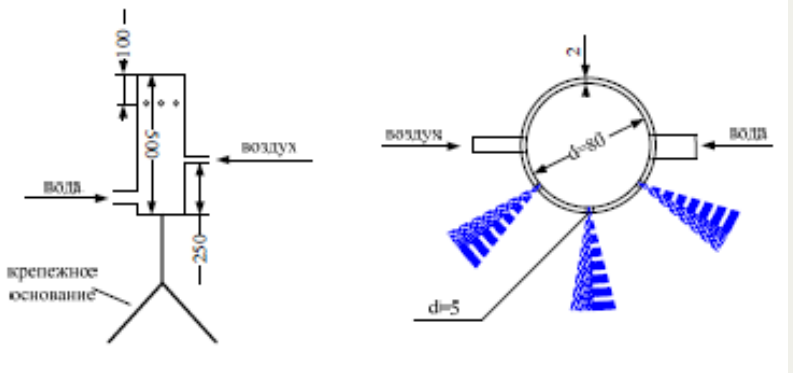


Рисунок. Распылитель импульсного действия

Распылитель представляет собой цилиндрическую емкость, снабженную патрубками для подвода воды и воздуха, имеющую отверстия для выпуска струй (сопла). К нижнему патрубку распылителя, установленного на подставке, подводится вода от пожарного насоса (пожарного автомобиля) при давлении в линии 0,4–0,8 МПа. Через верхний патрубок от компрессора подается воздух под давлением 0,5–1 МПа. Давление воздуха должно превышать давление в водной магистрали на 0,1–0,2 МПа. Вода и воздух, перемешиваясь друг с другом, неравномерно выбрасываются через сопла, в результате чего формируются пульсирующие струи. Завеса, создаваемая такими пульсирующими струями, по сравнению с обычной водяной завесой, во-первых, характеризуется значительным увеличением геометрических размеров, что обеспечивает возможность перекрытия фронта распространения паров ЛВЖ, во-вторых, воздействие на поток, содержащий примесь, становится более интенсивным. Распылитель укрепляется на подставке, обеспечивающей возможность его установки на местности. Высота подставки не менее 0,5 м (0,5–1 м).

Для постановки водяных завес используются рукавные распылители по формуле 20 х 0,066 х 0,5 х 0,005 (20 — длина рукава; 0,066 — диаметр рукава; 0,5 — расстояние между соплами, м; 0,005 — диаметр сопел, м), изготовленные в соответствии с методикой проектирования.

Расчет количества сил и средств, необходимых для постановки водяных завес, производился на основе данных о времени испарения бензина с поверхности пролива и выбранной схемы постановки завес.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Седнев В. А. Организация аварийно-спасательных работ в аэропорту // Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности», Выпуск № 2 (88), 2020 – с. 47-62.

2. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

3. Котов Г.В. Распылители импульсного действия для создания водяных завес // Интернет-журнал "Технологии техносферной безопасности" Выпуск № 4 (44), 2012.

УДК 614.84

И. В. Сараев, А. Л. Никифоров, С. Н. Ульева, А. Г. Бубнов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ ПОЖАРНЫХ РУКАВОВ

В статье рассмотрены особенности обслуживания и ремонта пожарных рукавов (ПР), используемых пожарно-спасательными подразделениями МЧС России при тушении пожаров. Актуальность исследования обусловлена сложностями обслуживания и ремонта ПР и их комплектующих частей в современных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: пожарные рукава, техническое обслуживание пожарных рукавов, ремонт пожарных рукавов.

I. V. Saraev, A. L. Nikiforov, S. N. Ulyeva, A. G. Bubnov

MAINTENANCE AND REPAIR OF FIRE HOSES

The article discusses the features of maintenance and repair of fire hoses used by fire and rescue units of the Russian Ministry of Emergency Situations when extinguishing fires. The relevance of the study is due to the difficulties of maintaining and repairing PRs and their components in modern operating conditions.

Key words: fire hose, fire hose maintenance, fire hose repair.

Известно, что именно отказ рукавов (более 80 % отказов) при пожарах [1] является наиболее частой причиной в замедлении тема их тушения и ликвидации последствий аварий различного типа. Целью исследования является определение особенностей работ по эксплуатации, техническому обслуживанию и

© Сараев И. В., Никифоров А. Л., Ульева С. Н., Бубнов А. Г., 2023

ремонту пожарных рукавов (ПР), используемых в пожарно-спасательных подразделениях МЧС России (ПСП), участвующих в тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ в современных условиях эксплуатации.

Результаты исследования и их обсуждение.

Согласно[1] напорный ПР – гибкий трубопровод, предназначенный для транспортирования огнетушащих веществ под избыточным давлением. Отметим, что по отечественным стандартам, по данным Национальной американской ассоциации противопожарной защиты (National Fire Protection Association, NFPA 1962), а также по данным Angus Fire (Великобритания https://angusfire.co.uk/products/fire-hose/products/fire-hose-care-maintenance/) и др., каркас напорного ПР: текстильная основа рукава (самая слабо защищённая оболочка в его конструкции), определяющая его основные, в т.ч. прочностные характеристики. Внутреннее гидроизоляционное покрытие напорного ПР – слой из водонепроницаемого материала на внутренней поверхности его каркаса. Различают напорный ПР с наружным покрытием (двухсторонний) – рукав с внутренним гидроизоляционным покрытием, имеющий с наружной стороны каркаса защитный слой покрывного материала определенной толщины, а также износостойкий напорный ПР - рукав, обладающий повышенной стойкостью к истиранию. Отдельно выделяют маслостойкий напорный ПР (рукав, обладающий повышенной стойкостью к воздействию масел и различных нефтепродуктов и имеющий с наружной стороны каркаса защитный слой покрывного материала или пропитку структуры каркаса) и термостойкий напорный ПР (рукав, обладающий повышенной стойкостью при контакте с нагретыми поверхностями), а также перколированный напорный ПР (вид термостойкого напорного ПР, термостойкость которого обеспечивается увлажнением за счет перколяции его наружной поверхности по всей длине транспортируемыми огнетушащими веществами (водой, водными растворами пенообразователей и т.п.). Под скаткой рукавов понимают форму укладки напорного ПР, предназначенная для транспортирования и (или) быстрого его развертывания. Так одинарная скатка – когда напорный ПР, скатывают по всей длине от одного конца к другому (двойная скатка - напорный ПР, сложенный вдвое и скатанный от середины к концам).

Напорные ПР состоят из тканого каркаса и внутреннего гидроизоляционного покрытия [2]. При изготовлении каркаса напорного ПР используют нити из химических, синтетических и натуральных волокон. Внутреннее гидроизоляционное покрытие изготовляют из различных видов резин, латекса, полиуретанов и других материалов. В зависимости от назначения и степени стойкости к внешним воздействиям каркас напорного ПР может иметь наружное защитное покрытие или пропитку.

Напорный ПР может иметь внутреннее и наружное покрытия, образованные одним гомогенным материалом, составляющим вместе с каркасом цельную конструкцию [3]. Перколированный напорный ПР с каркасом из натуральных

[1] ГОСТ Р 51049-2019 Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний

волокон изготавливается без внутреннего гидроизоляционного и наружного покрытия.

При эксплуатации в боевом расчёте пожарной машины и составе пожарного крана напорный ПР должен быть оборудован пожарными соединительными головками.

Конструктивно оборудование напорного ПР рукава пожарной соединительной головкой может быть выполнено любым способом при условии сохранения его работоспособности [4].

На напорный ПР для пожарных автомобилей (ПА) с номинальным диаметром до DN 300, включительно, до оборудования его пожарными соединительными головками, должна быть надета муфта для устранения течи [5]. При оборудовании напорного ПР для ПА соединительными головками методом навязки проволокой, на него должны дополнительно надеваться муфты на навязку. Эксплуатация рукавов включает в себя постановку на вооружение пожарных подразделений и комплектацию пожарных кранов; применение при тушении пожаров; техническое обслуживание (ТО); ремонт; хранение (рисунок).

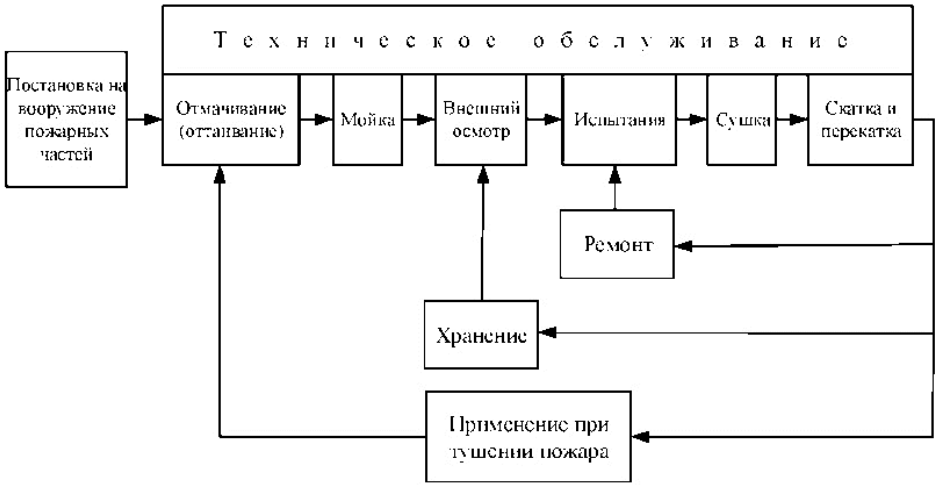


Рисунок. Технологическая схема эксплуатации пожарных напорных рукавов

Порядок эксплуатации рукавов DN свыше 150 и полужестких рукавов не включает в себя операции отмачивания (оттаивания), скатки и перекатки рукавов и ремонта рукавов в условиях потребителя [5].

Рукава, поступающие в ПСП и/или на рукавную базу должны подвергать входному контролю [5]: проверку сопроводительной документации; внешний осмотр; проверку маркировки; результаты испытаний; нанесение дополнительной маркировки. В ПСП России существуют две системы организации эксплуатации рукавов [5]: децентрализованная (I) и централизованная (II). Первая (I) предусматривает проведение в каждой ПСП технического обслуживания, ремонта, хранения запаса (два комплекта на каждый ПА, укомплектованный ру-

кавами) и учёта рукавов. Ответственность за организацию эксплуатации рукавов возлагается на начальника части. Такой подход имеет существенные изъяны: в каждом ПСП согласно нормам, необходимо иметь более чем двухкратный резервный запас рукавов и комплект технологического оборудования для их обслуживания; технологическое оборудование по обслуживанию рукавов используется не эффективно в следствии его малой загрузки; замена использованных рукавов осуществляется только после возвращения в ПСП, что снижает их боевую готовность. Вторая (II) организуется, как правило, в ПСП и гарнизонах городов или крупных объектов при наличии нескольких ПСП (независимо от ведомственной принадлежности и формы собственности). В ПСП при количестве 4 и более создаются центральные рукавные базы, а в гарнизонах с меньшим числом пожарных частей - рукавные посты. II предусматривает работы по обслуживанию, ремонту и хранению рукавов. Для доставки чистых ПР пожарным подразделениям и возвращение использованных ПР применяется специальный рукавный автомобиль. Доставленные на рукавную базу или пост использованные ПР для восстановления их боевой готовности подвергаются ТО. Готовые к применению рукава поступают в резервный запас или на комплектацию ПА.

ТО и ремонт рукавов [2], находящихся на вооружении ПСП осуществляется на линиях обслуживания ПР (ЛОПР) в пожарных частях или на рукавных базах, обслуживающих несколько ПСП. ТО, испытания и ремонт ПР должны осуществляться только с использованием сертифицированных технических средств.

ПР испытываются по следующим критериям: возможность быстрого соединения с пожарным оборудованием; герметичность при испытательном давлении для напорных и напорно-всасывающих ПР; возможность забора воды из источника (для всасывающих и напорно-всасывающих ПР) [2]–[5]. Результаты испытания заносятся в формуляр напорного ПР. Данным видам испытаний не подвергаются напорные рукава с DN свыше 150. Полужёсткие рукава подвергаются испытаниям на герметичность рабочим давлением, создаваемым насосом мобильного средства пожаротушения.

По окончании входного контроля в ПСП или на рукавной базе оформляется приложение к формуляру, в который вносят все данные входного контроля [2]–[5]. В каждом подразделении оформляются журнал "Учёта движения ПР в подразделении" и ведомость рукавного хозяйства.

Всасывающие и напорно-всасывающие ПР размещаются на ПА в пеналах, а на мотопомпах - в специально отведённых местах [2]–[5]. На них запрещено устанавливать неисправные и/или не прошедшие испытания, грязные ПР. Для удобства извлечения всасывающих и напорно-всасывающих ПР из пеналов и предохранения от истирания под них подкладывают прокладочные ленты. При извлечении всасывающих и напорно-всасывающих ПР из пеналов не допускается их сбрасывание на землю во избежание механических повреждений.

При использовании всасывающих и напорно-всасывающих рукавов на пожарах, при ликвидации аварий, ЧС, проведении практических занятий в книге службы указывают их диаметр и номера, в случае выхода их из строя или получения повреждения – дополнительно характер повреждения. Дата и характер повреждения заносятся ответственным за эксплуатацию рукавов в формуляр всасывающего или напорно-всасывающего рукава.

Испытания напорных рукавов, находящихся в эксплуатации, проводятся после каждого применения, но не реже одного раза в 6 месяцев. Напорные ПР испытывают на герметичность. После ремонта или по истечении гарантийного срока хранения, указанного в эксплуатационной документации, их испытывают на герметичность.

Напорные рукава из натуральных волокон (льняные и льноджутовые) перед испытаниями заполняют водой под давлением от 0,2 до 0,4 МПа и выдерживают в течение 5 мин. Эти ПР под испытательным давлением после намокания льняных нитей каркаса не должны иметь свищей, кроме пылевидных. Напорные ПР можно проверять на линии до пяти штук одного условного прохода.

При гидравлическом испытании напорный ПР или линия из напорных ПР подключается к насосу через манометр. На другой конец напорного рукава или линии присоединяется пожарный ствол (перекрывающий) или трёхходовое разветвление. Все соединения между проверяемыми ПР и арматурой предварительно герметизируют. После удаления воздуха и заполнения линии водой постепенно поднимают давление воды в напорном ПР до испытательного. Под этим давлением держат линию в течение времени, необходимого для осмотра напорного ПР (или линии) по всей длине, и соединений в месте навязки их на пожарные соединительные головки. Появление свищей и капель воды не допускается (исключение составляют перколированные напорные ПР).

Доставленные на рукавную базу (пост) или в часть использованные на пожаре или учении всасывающие и напорно-всасывающие рукава в зимнее время должны полностью оттаять в теплом помещении. Для этого может быть использована ванна с водой [2]–[5]. Чтобы ускорить процесс оттаивания, ванна закрывается сверху крышками и в нее подается горячая вода. Эта же ванна используется для отмачивания загрязненных всасывающих и напорно-всасывающих рукавов [2]–[5]: мойка, внешний осмотр, испытание, сушка, ремонт. После оттаивания или отмачивания ПР подаются на мойку. Их моют вручную щёткой или с использованием приспособлений и механизированного оборудования.

Внешний осмотр ПР, находящихся в эксплуатации, проводят после каждого применения, но не реже одного раза в месяц (при хранении на складе и рукавных базах - не реже 1 раза в год): подвергают осмотру на наличие маркировки, возможных внешних и внутренних повреждений или дефектов. Наружную поверхность ПР, включая головки и места их соединения с данными ПР, проверяют визуально, внешним осмотром на изменение цвета, наличие пятен, поре-

зов, проколов, деформаций, изломов, трещин и т.д. Деформации и отслаивания на внутренней поверхности проверяют визуально, осмотром на свет. При ослаблении натяжения хомутов, крепящих всасывающие и напорно-всасывающие рукава к всасывающим пожарным соединительным головкам, хомуты подтягиваются с помощью ключа и контрятся гайкой. По результатам осмотра, принимают решение о дальнейшей эксплуатации ПР или необходимости их испытания и ремонта. Сушить рукава следует, зимой в рукавных сушилках, летом на открытом воздухе в тени. Температура сушки не должна превышать +50 ^{o}С. Запрещается сушить их на отопительных батареях, котлах, крышах зданий и на солнце. После испарения влаги рукава удаляются из сушилки [2]–[5]. Развешивать напорные рукава для сушки нужно равномерно по всему сечению шахты. Плотность заполнения должна быть от 10 до 15 напорных рукавов на 1 м^2. Подъём их производится лебедкой. В камерных сушилках напорные рукава сушат свернутыми в свободную скатку с зазорами 20 - 25 мм между витками. При отсутствии рукавных сушилок напорные рукава следует сушить: вне помещения при температуре воздуха +20 °С и выше при относительной влажности не выше 80 %. Их развешивают или раскладывают на решетчатом наклонном стеллаже. При этом они должны быть защищены от прямого действия солнечных лучей и осадков; в помещении с достаточно нагретым воздухом или с теплоизлучающими приборами напорные рукава располагают так же, как и в сушилках или на решетчатых стеллажах, на расстоянии не менее 1 м от теплоизлучающих приборов.

В обоих случаях продолжительность сушки не должна превышать 24 ч. Сушить напорные рукава следует согласно инструкции по эксплуатации для каждого типа напорного ПР. Запрещается сушить их непосредственно на отопительных батареях и котлах. Не допускается подвешивать их для сушки на металлических неокрашенных предметах.

Всасывающие и напорно-всасывающие ПР следует ремонтировать, если они не выдержали испытаний, а также при наличии видимых механических повреждений (проколы, абразивный износ, смятие спирали и т.п.) и других неисправностей.

При потере герметичности и внешних повреждениях на самих всасывающих и напорно-всасывающих рукавах, в зависимости от характера повреждения, их ремонтируют в настоящее время одним из следующих способов:

а) наложением заплат на наружную поверхность ремонтируемого ПР с помощью клеевых составов;

б) вулканизацией сырой резиной.

Выводы.

1. Рукавная база необходима любой пожарно-спасательной части для технического обслуживания и ремонта пожарных рукавов, а также других работ в рамках эксплуатации пожарных рукавов.

2. Своевременные и грамотные испытания пожарных рукавов позволят повысить оперативную готовность подразделений при проведении боевых действий по тушению пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.

3. Именно проведение качественного технического обслуживания, в том числе и испытаний, в соответствии с регламентирующими документами обеспечит безотказную работу рукавного оборудования при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сараев, И.В. Относительная общая польза - дополнительный комплексный критерий выбора пожарных рукавов / И. В. Сараев, А. Г. Бубнов, В. Ю. Курочкин, Ю.Н. Моисеев, А.Д. Семенов // Пожаровзрывобезопасность. – 2015. – Т. 24, № 4. – С. 66-71.

2. Моисеев Ю.Н., Теребнев В.В., Харламов Р.И. Пожарная техника. Книга 3. Пожарное и аварийно-спасательное оборудование. – Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2016. – 124 с.

3. Теребнев В.В. Пожарная техника. Пожарные средства пожаротушения. Книга 1. Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2012. -288 с.

4. Теребнев В.В. Пожарная и аварийно-спасательная техника. (Справочник). – Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2012. -376 с.

5. Пожарная техника: Учебник / Под ред. М.Д. Безбородько — М.: Академия ГПС МЧС России, 2004. — 550 с.; С. 269 – 281.

УДК 614.841.41

Н. Л. Сафонова, Д. В. Конорев
ВУНЦ ВВС «ВВА им. проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина»

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ И ВЫЗВАННЫХ ИМИ ПОЖАРОВ

В статье рассматриваются примеры аварийных разливов нефтепродуктов и вследствие чего пожаров. Приведены значения уровня разлива нефти и нефтепродуктов для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации. Рассмотрены характеристики почвы.

Ключевые слова: аварийные разливы нефтепродуктов, легковоспламеняющаяся жидкость, поровое пространство, общая пористость.

© Сафонова Н. Л., Конорев Д. В., 2023

N. L. Safonova, D.V. Konorev

FORECASTING THE CONSEQUENCES OF OIL AND PETROLEUM PRODUCT SPILLS AND FIRES CAUSED BY THEM

The article discusses examples of emergency oil spills and resulting fires. The values of the oil and oil products spill level are given for attributing an emergency spill to an emergency situation. Soil characteristics are considered.

Key words: emergency oil spills, flammable liquid, pore space, total porosity.

Аварийные разливы нефтепродуктов представляют серьезную угрозу. Причем эти ситуации могут происходить и при разлитии относительно тяжелых нефтепродуктов и даже сырой нефти.

Приведем лишь несколько примеров. 20 августа 2015 г. в Ямало-Ненецком национальном округе при перекачке нефти по трубопроводу около поселка Тарко-Сале произошел разлив нефти и пожар по причине разгерметизации трубопровода. Главной причиной аварии стало нарушение закона со стороны предприятия, которое не применило даже минимальные способы защиты трубопровода от разрушения. При разливе нефти лесной фонд получил ущерб суммой более 1,8 млн. рублей [1].

18 января 2018 г. у села Красноармейское в Энгельсском районе загорелся магистральный нефтепровод диаметром 1200 миллиметров компании «Транснефть», произошел разлив нефти около 900 кубометров нефти вдоль трубы и вдоль дороги длиной 1,5 километров. Ориентировочная площадь пожара составляет 7,5 тысяч квадратных метров. Причиной возгорания стал «бросовый огонь от внешнего неустановленного источника» [2].

14 марта 2020 г. в Находке (Приморский край) на складе котельной КГУП «Примтеплоэнерго» произошел взрыв. В результате происшествия разлилось около 2,5 тысячи тонн мазута, был введен режим ЧС. По данным МЧС, на складе котельной разгерметизировалась емкость с топочным мазутом объемом почти три тысячи кубометров. Площадь загрязнения мазутом составила более 20,65 квадратных метра, еще девять тысяч квадратных метров составила зона перехвата в озере Соленом, отгороженная боновыми заграждениями, куда также проник мазут [3].

В Оренбургском районе 24 сентября 2023 загорелись цистерны с нефтепродуктами. Предприятие, на котором начался пожар, находится на 26 километре трассы М-5. Приблизительная площадь пожара — 500 квадратных метров. Причины возгорания пока неизвестны [4].

Пожар при разливе определяется как горение паров жидкости, испаряющихся с поверхности этой жидкости. Очевидно, что в зонах с твердым покрытием и на поверхностях водоемов нефтепродукты с образованием пожароопасных смесей испаряются. И это происходит с поверхности жидкости.

С другой стороны, когда в структуру грунта заливается легковоспламеняющаяся жидкость. Здесь испарение легковоспламеняющейся жидкости будет

довольно сложным процессом. Частично растекшаяся жидкость может формировать небольшие свободные скопления (лужицы) в плоскости грунта. В данном случае происходит процесс испарения пролитой жидкости с поверхности зеркала. Тогда жидкость впитывается в пористую структуру почвы. И процесс испарения жидкости с поверхности почвы, которая впитала нефтепродукт, не ограничивается только скоростью испарения, но и факторами механической, физической, химической связи горючей жидкости со структурой почвы. После того как жидкость попала на поверхность земли, форма и глубина разлития определяются особенностями места разлития в частности составом, структурой, свойствами почвы. Когда разлитый нефтепродукты попадет в почвенный слой, его воздействие негативно скажется на каждом участке почвы, и испарение летучих веществ будет происходить из грунта, состоящего из отдельных минеральных частиц разного размера, который может быть полностью или только частично пропитан нефтепродуктами.

У процессов, которые были рассмотрены выше, различная физическая природа. Для пожара разлития создаются все условия при заполнении нефтепродуктами все пространство почвы, а на поверхности происходит скопление жидкости.

Однако даже если поровое пространство не полностью заполнено легковоспламеняющейся жидкостью, система также может загореться. Нет никаких причин не рассматривать такие ситуации как пожары при разливе, хотя они не совсем вписываются в приведенные определения. Можно условно называть такие явления пожарами разлития в пористых структурах.

Горение горючей жидкости в пористой среде при ее неполном заполнении может протекать в тлеющем режиме. Например, такая ситуация может возникнуть при сбросе давления легковоспламеняющейся жидкости из технологического трубопровода в объем минеральной изоляции трубопровода [5].

Природа, динамика и факторы, влияющие на развитие пожаров разлития в почвах, практически не изучены. Очевидно, что в дополнение к типу и концентрации нефтепродукта большое влияние на ход процесса должны оказывать тип и свойства почвенной системы. Объем пор почвы должен оказывать наибольшее влияние на характер заполнения порового пространства почвы. Поры различных размеров, форм и конфигурации образуют единую связанную систему порового пространства в почве. В почве присутствуют все типы пор, однако в зависимости от ее гранулометрического состава (дисперсности частиц) одни категории могут существенно преобладать над другими. В песчаных почвах преобладают макропоры. В почвах тяжелого гранулометрического состава, напротив, мезо- и микропоры составляют значительную долю общей пористости, что приводит к развитию в них капиллярных явлений, определяющих особенности передвижения влаги и растворенных в ней веществ.

Под поровым пространством в почве согласно ГОСТу необходимо понимать разнообразные по размерам и форме промежутки между механическими элементами и агрегатами почвы, занятые воздухом или водой. Общую пористость, %, рассчитывают по формуле:

$$P_{общ} = \left(1 - \frac{d_V}{d}\right) \cdot 100\%, \quad (1)$$

где d_V – плотность почвы, г/см^3,

d – плотность твердой фазы, г/см^3.

В дополнение к типу нефтепродукта и его концентрации, а также внешним условиям, тип и свойства почвенной системы должны оказывать не меньшее влияние на развитие процесса разливных пожаров в системах почва – нефтепродукты.

Однако важно отметить, что физико-механические свойства почвы, такие как пористость, проницаемость, влагоемкость и текстура, играют значительную роль в процессе перемещения и задержки нефтепродуктов в почвенном профиле. Более тонкие и плотные почвы, такие как глины, имеют меньшую проницаемость и могут вызвать задержку нефтепродуктов, в то время как песчаные почвы с более крупными порами обладают более высокой проницаемостью и могут способствовать быстрому распространению нефти. С учетом этих факторов, необходимо проводить более глубокие исследования, чтобы установить точные связи между физико-механическими свойствами почвы и поведением нефтепродуктов. Это позволит разработать более эффективные методы предотвращения и ликвидации разливов нефти, а также улучшить руководящие документы, учитывающие эти факторы. В частности, в приказе МЧС России указывается, что организация мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, обусловленных разливами нефти и нефтепродуктов должна вестись с учетом состояния возможных источников ЧС, а также географических, навигационно-гидрографических, гидрометеорологических особенностей районов возможного разлива нефти и нефтепродуктов. Предполагается, что среди данных особенностей районов также имеется в виду анализ видов почвенных отложений.

В приказе Министерства природных ресурсов регламентируются значения нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов для классификации аварийного разлива к ЧС (таблица) [6].

Из таблицы видно, что допустимый уровень разлива на промышленных площадках без покрытия всегда ниже, чем на площадках с твердым покрытием. Это в какой-то мере учитывает способность грунтов поглощать пролитую жидкость, которая, в свою очередь, зависит от объема порового пространства. Этот же документ устанавливает, что допустимый уровень разлива легкой нефти всегда ниже аналогичного показателя для тяжелых нефтепродуктов.

Таблица. **Значения нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации, в тоннах**

Источник загрязнения	Вид загрязнения	Промышленные площадки с твердым покрытием	Промышленные площадки без покрытия
Разведочные и эксплуатационные скважины	нефть	40	20
Нефте- и продуктопроводы	нефть	40	20
	легкие нефтепродукты	30	15
Крупнотоннажные стационарные хранилища	нефть	30	15
	тяжелые нефтепродукты	40	20
	легкие нефтепродукты	20	7
Мелкотоннажные хранилища, объекты розничной реализации и иные источники	нефть	10	5
	тяжелые нефтепродукты	20	7
	легкие нефтепродукты	20	5

В постановлениях Правительства РФ разливы нефти и нефтепродуктов на местности, во внутренних пресноводных водоемах классифицируются в качестве чрезвычайных ситуаций исходя из объема и площади разлива. Можно выделить чрезвычайные ситуации локального значения (до 100 тонн нефти), муниципального значения (от 100 до 500 тонн нефти), территориального значения (от 500 до 1000 тонн нефти), регионального значения (от 1000 до 5000 тонн нефти), федерального значения (свыше 5000 тонн нефти). В цитируемых постановлениях правительства РФ указывается, что при организации и проведении операции по ликвидации разлива нефти и нефтепродуктов необходимо учитывать все особенности территории разлива.

Прогнозирование результатов разливов нефти и нефтепродуктов и вызванных ими вторичных чрезвычайных ситуаций должно осуществляться в зависимости от неблагоприятных гидрометеорологических условий, времени года, суток, рельефа местности, особенностей окружающей среды и особенностей эксплуатации территорий (акваторий). Допустимый уровень, до которого должно быть доведено остаточное содержание углеводородов, должен соответствовать климатическим и другим особенностям территорий, целевому назначению и виду использования земель, водных объектов, участков лесного фонда и других природных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нефтегазовая компания разлила нефть на месторождении в Пуровском районе [Электронный ресурс]. URL:https://www.yamal.kp.ru/online/news/2373100/ (дата обращения: 25.09.2023).

2. В Саратовской области загорелся магистральный нефтепровод [Электронный ресурс]. URL: https://www.rbc.ru/society/18/01/2018/5a60b7479a794732ba809b72 (дата обращения: 25.09.2023).

3. В Находке произошел взрыв емкости с мазутом и разлив топлива — в городе введен режим ЧС [Электронный ресурс]. URL: https://www.newsvl.ru/accidents/2020/03/14/188459/#ixzz8EKEsv7DH (дата обращения: 25.09.2023).

4. Один человек пропал и один пострадал: под Оренбургом случился серьезный пожар на нефтебазе [Электронный ресурс]. URL: https://www.orenburg.kp.ru/daily/27559/4828017/ (дата обращения: 25.09.2023).

5. Пожарно-техническая экспертиза: учебник / Галишев М.А., Бельшина Ю.Н., Дементьев Ф.А и др. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2015. – 410 с.

6. Об утверждении Указаний по определению нижнего уровня разлива нефти и нефтепродуктов для отнесения аварийного разлива к чрезвычайной ситуации: приказ Министерства природных ресурсов РФ от 3.03.2003 г. № 156 120 [Электронный ресурс]. URL: http://base.garant.ru/12130812/(датаобращения: 20.09.2023).

УДК 614.841

О. А. Сергеева, О. Г. Циркина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАСЧЕТ ПОЖАРНОГО РИСКА В РАМКАХ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА ЗАЩИТЫ

Современную жизнь трудно представить без привычных объектов торговли – магазинов, торговых центров. Являясь объектами массового посещения, они должны строго соответствовать всем требованиям пожарной безопасности, предъявляемыми к торговым помещениям. Малейшее нарушение норм и правил, может привести к огромным материальным потерям и большим человеческим жертвам. В первую очередь, наибольшую пожарную опасность в ТЦ создают их большая площадь, большое количество помещений с различным функциональным значением, неоднозначная планировка и большое количество одновременно находящихся людей. Требования по обеспечению пожарной безопасности для торговых объектов разработаны на уровне федерального закона и направлены на обеспечение безопасности для людей.

Ключевые слова: система обеспечения пожарной безопасности, расчет индивидуального пожарного риска

© Сергеева О. А., Циркина О. Г., 2023

O. A. Sergeeva, O. G. Tsirkina

CALCULATION OF FIRE RISK WITHIN THE FRAMEWORK OF CONFIRMATION OF FIRE SAFETY OF THE OBJECT OF PROTECTION

It is difficult to imagine modern life without the usual objects of trade – shops, shopping centers. Being objects of mass visits, they must strictly comply with all fire safety requirements imposed on commercial premises. The slightest violation of norms and rules can lead to huge material losses and large human casualties. First of all, the greatest fire danger in the shopping center is created by their large area, a large number of rooms with different functional values, ambiguous layout and a large number of people at the same time. The fire safety requirements for retail facilities have been developed at the level of federal law and are aimed at ensuring safety for people.

Key words: fire safety system, calculation of individual fire risk

Каждый объект капитального строительства должен иметь систему обеспечения пожарной безопасности объекта (СОПБ) для предотвращения пожара, обеспечения безопасности людей и защиты имущества при пожаре.

В состав СОПБ входят три основных подсистемы: система предотвращения пожара, система противопожарной защиты и комплекс организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности объекта. Рассмотрим их подробнее. Структура СОПБ показана на рисунке.

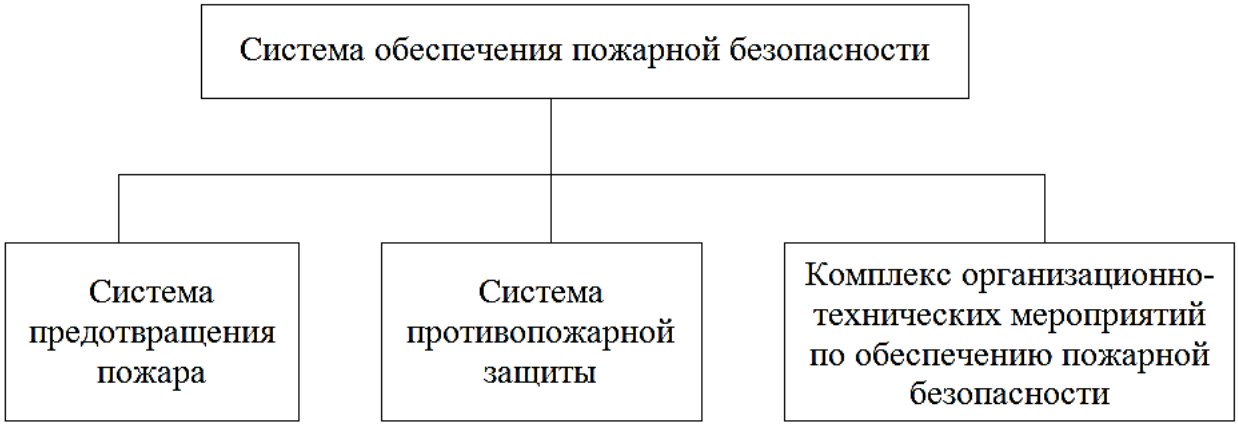


Рисунок. Структура системы обеспечения пожарной безопасности

Система предотвращения пожаров создается с целью исключения условий возникновения пожаров. Для этого необходимо исключить условия образования горючей среды и/или исключить условия образования источников зажигания в горючей среде. Не допустить образования горючей среды можно за счет использования негорючих материалов, ограничения их объема или массы, безопасных способов их размещения при хранении или реализации технологических процессов, соблюдения и контроля параметров проведения технологических процессов, защиты производственного оборудования для

предотвращения выхода горючих веществ в объем помещения, удаления из помещений, технологического оборудования и коммуникаций пожароопасных отходов производства, отложений пыли, пуха. Исключить возможность образования источников зажигания в горючей среде возможно также за счет поддержания безопасных температурных режимов работы производственного оборудования, использования пожаро- и взрывозащищенного оборудования, оборудования зданий и сооружений системами заземления и молниезащиты.

Система противопожарной защиты создается с целью защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара (ОФП) и/или ограничения его последствий. Для этого соответствующим образом осуществляется планировка зданий и помещений, применяются строительные конструкции необходимой степени огнестойкости, предусматриваются средства для ограничения распространения пожара, производится оснащение помещений системами пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре. В соответствии с нормативными документами должны быть организованы и эвакуационные пути.

Немаловажную роль играют организационно-технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности, к которым относятся организация профессиональной и/или добровольной пожарной охраны, обучение коллектива рабочих/служащих правилам пожарной безопасности, разработка и использование средств наглядной агитации, демонстрирующих возможные пути обеспечения пожарной безопасности.

Исходя из представленной структуры СОПБ, целей подсистем и способов достижения таких целей можно сделать вывод о том, что изначально ставится задача предотвращения пожара, которая возлагается на систему предотвращения пожара, а в случае, если такая задача не решена (произошел пожар), то осуществляется работа системы противопожарной защиты. В то же время, не установлены ни цели комплекса организационно-технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, ни способы его достижения. Заметим, что в правилах противопожарного режима [2] содержится комплекс организационно технических мероприятий по обеспечению пожарной безопасности, который представлен в виде списка требований пожарной безопасности, определяющих правила поведения людей, порядок организации производства и содержания территорий, зданий, сооружений, помещений организаций и других объектов защиты в целях обеспечения пожарной безопасности.

Также система обеспечения пожарной безопасности объекта защиты в обязательном порядке должна содержать комплекс мероприятий, исключающих возможность превышения значений допустимого пожарного риска, установленного Федеральным законом от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (далее - Технический регламент), и направленных на предотвращение опасности причинения вреда третьим лицам в результате пожара [1].

В соответствии с ч. 7 ст. 6 № 123-ФЗ Порядок проведения расчетов по оценке пожарного риска определяется нормативными правовыми актами РФ и нормативными документами по пожарной безопасности, Постановлением Правительства РФ от 22.07.2020 № 1084 «О порядке проведения расчетов по оценке пожарного риска» утверждены «Правила проведения расчетов по оценке пожарного риска». Согласно п.3 «Правила проведения расчетов по оценке пожарного риска» определение расчетных величин пожарного риска проводится по методикам, утверждаемым Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее - методики расчета по оценке пожарного риска). Так , Приказом МЧС России от 14.11.2022 № 1140 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности» утвердили и ввели в действие с 1 сентября 2023 г. методику определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности (взамен приказа от 30 июня 2009 г. № 382 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности»).

Так для анализа был выбран объект защиты – Торговый центр «Бульвар», расположенный по адресу Саратовская область, г. Балаково, ул. Трнавская, д. 39.

Объект защиты состоит из одного пожарного отсека, 2 степени огнестойкости. Функциональное назначение – Ф 3.1. Здание двух этажное с подвалом общей площадью 822,9м^2, 2008 года постройки.

Системы СПЗ: в здании Объекта защиты предусматриваются СПС аналогового типа, СОУЭ 3-го типа, АУП требуется согласно нормативным документам по пожарной безопасности, но не установлена и при расчете пожарного риска она не учитывается. СПС и СОУЭ 3-го тип находятся в работоспособном состоянии, что подтверждается предоставленным Заказчиком Актом работоспособности.

В здании всего 3 лестничных клетки: предусмотрено 2 лестничных клетки типа Л1 для эвакуации со 2 этажа, и 1 лестничная клетка типа Л1 из подвала. Эвакуация людей при пожаре из здания происходит через лестничные клетки, ведущие на 1й этаж и непосредственно наружу. Непосредственно наружу эвакуационные выходы имеются с 1 этажа – 3 шт., с подвала – 1 шт. На 2 этаже и подвале для эвакуации маломобильных групп населения не предусмотрены безопасные зоны. Принято, что люди группы мобильности М4 (инвалиды-колясочники) могут размещаться только на 1 этаже. Открывание дверей на путях эвакуации предусмотрено по направлению выхода их здания.

Расчет производится с целью подтверждения условия соответствия объекта защиты требованиям пожарной безопасности при отступлении от следующих требований нормативных документов по пожарной безопасности: «Здание

не оборудовано автоматической системой пожаротушения» таблица 1, п. 12.2.1 СП 486.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите автоматическими установками пожаротушения и системами пожарной сигнализации».

Для объекта защиты приняты 3 сценария развития пожара - наиболее опасные с точки зрения эвакуации людей и динамики ОФП.

Процесс эвакуации для всех вариантов можно описать следующим образом: при обнаружении пожара, а также при поступлении сигнала от СОУЭ люди начинают двигаться к эвакуационным выходам из помещений. При этом задается наиболее предпочтительное (наиболее вероятное) направление движения. Предполагается, что люди движутся в направлении ближайших к ним эвакуационных выходов, за исключением случая, когда ближайший выход является блокированным. На путях эвакуации и вблизи эвакуационных выходов образуются заторы, которые, однако, не достигают критических времен существования (6 минут и более).

В расчете рассматривается максимально возможное присутствие (количество) людей в каждом помещении – всего 180 человек, в том числе маломобильные группы населения. Расчетом установлено, что все люди и для всех Сценариев беспрепятственно двигаются по путям эвакуации, на отдельных участках возникают задержки, которые не являются критичными (время скопления на участках не превышает 360 с). Расчетное время эвакуации людей из помещений (зданий) Объекта защиты t_p принимается по наиболее длительному (по времени прохождения) эвакуационному пути (с учетом количества эвакуирующихся людей и задержек) для каждого из сценариев (вариантов).

Итак, для здания ТЦ «Бульвар» предусматриваются объемно-планировочные решения и конструктивное исполнение эвакуационных путей, обеспечивающие безопасную эвакуацию людей при пожаре, то есть, созданы условия, при которых люди успевают эвакуироваться из помещений (здания) Объекта защиты до наступления предельно допустимых (критических) значений опасных факторов пожара, что соответствует требованию ст. 53 Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

В результате проведенных расчетов установлено, что для всех сценариев пожара в помещениях ТЦ «Бульвар» индивидуальный пожарный риск не превышает допустимое значение, то есть безопасность людей обеспечивается.

Расчетная величина индивидуального пожарного риска для в здании ТЦ «Бульвар» составляет: $9{,}8 \cdot 10^{-7}$ для отдельно взятого человека, расположенного в наиболее удаленной от эвакуационных выходов точке здания, при фактических размерах эвакуационных путей и выходов и реализации проектных решений систем противопожарной защиты и не превышает нормативное значение $1 \cdot 10^{-6}$,установленного статьей 79 № 123-ФЗ. Следовательно, пожарная безопасность объекта считается обеспеченной в соответствии с пунктом 2 части 1 статьи 6 № 123-ФЗ.

Можно сделать вывод, что абсолютной безопасности (отсутствия всякого рода опасности) какой-либо системы или объекта защиты добиться в реальности невозможно в принципе. Однако, путем управления риском, можно уменьшить степень опасности системы или объекта защиты, а, следовательно, - повысить степень безопасности до максимально возможного уровня. Только в этом смысле можно трактовать «состояние защищенности» объекта защиты от угрожающих ему опасностей. Иначе говоря, безопасность - это состояние объекта защиты (системы), при котором значение риска, присущего объекту, не превышает допустимого значения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22 июля 2008г. N123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Правила противопожарного режима в Российской Федерации (утверждены Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».
3. Шихалев Д.В. Проблемы управления системой обеспечения пожарной безопасности объекта // Проблемы управления. 2022. № 1. С. 3-18.

УДК 614.841

А. С. Скакунов, О. Г. Циркина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОГНЕСТОЙКОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ И СПОСОБЫ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

Деревообрабатывающая промышленность характеризуется большим количеством сложных производственных процессов и немалыми количествами легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, а также легковоспламеняющимися материалами - древесная пыль, древесина, растворители, различные лакокрасочные вещества, клеи. Необходимо обеспечивать достаточную степень защиты от пожара помещений деревообрабатывающих предприятий, в частности, окраски и сушки, а также котельных, работающих на природном газе и помещений, где выделяется древесная пыль и пыль от высохшего лакокрасочного покрытия. Помимо этого, нужно обеспечить защиту деревянных конструкций посредством их химической обработки антипиренами, путем поверхностного или объемного нанесения.

Ключевые слова: пожар, пожарная безопасность, деревянные конструкции, антипирен

© Скакунов А. С., Циркина О. Г., 2023

A. S. Skakunov, O. G. Tsirkina

FIRE RESISTANCE OF WOOD AND WAYS TO INCREASE IT

The woodworking industry is characterized by a large number of complex production processes and considerable quantities of flammable and combustible liquids, as well as flammable materials - wood dust, wood, solvents, various paint and varnish substances, adhesives. It is necessary to ensure a sufficient degree of fire protection of the premises of woodworking enterprises, in particular, painting and drying, as well as boiler houses running on natural gas and premises where wood dust and dust from dried paintwork is released. In addition, it is necessary to ensure the protection of wooden structures through their chemical treatment with flame retardants, by surface or volumetric application.

Key words: fire, fire safety, wooden structures, flame retardant

Деревообрабатывающее производство является важной составляющей лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности России. Особое внимание на деревообрабатывающих заводах или комбинатах уделяется вопросу пожарной безопасности, так как данное производство имеет повышенную пожарную опасность. Это связано с тем, что производство характеризуется большим количеством сложных производственных процессов и немалыми количествами легковоспламеняющихся жидкостей (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ), а также легковоспламеняющимися материалами, такими как: древесная пыль, древесина, растворители, различные лакокрасочные вещества, клеи. Поэтому помещения, приспособленные для покраски, сушки, а также котельные, работающие на природном газе, помещения, где выделяется древесная пыль и пыль от высохшего лакокрасочного покрытия по пожарной опасности относят к категории Б (взрывопожароопасные). Основными причинами пожаров на данных предприятиях также являются: короткое замыкание неисправной проводки и электродвигателя, курение в неположенных местах, несоблюдение правил хранения лаков и красок. К пожару может привести скопление отходов (стружки, опилок, щепы), вследствие нерегулярной уборки на рабочем месте.

Согласно статистике, ежегодно на предприятиях лесоперерабатывающего комплекса происходит около 500–600 пожаров. В 2021 г. МЧС России зарегистрировано 146209 пожаров. Как и при лесных пожарах, главной причиной возникновения пожаров в зданиях и сооружениях согласно статистических данным по России является неосторожное обращение с огнем. На втором месте стоит нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования. Так, в 2021 г. почти каждый второй пожар возникал из-за неосторожного обращения с огнем и каждый пятый – из-за нарушения правил эксплуатации электрооборудования. Гибель людей на пожарах в 80 % случаев являлась следствием отравления организма токсичными продуктами.

Государственная противопожарная служба выделяет возгорания на деревообрабатывающих предприятиях из общей массы промышленных пожаров только для внутреннего анализа. В случае возникновения тенденции к увеличе-

нию пожаров на предприятиях какой-либо отрасли планируются проверки с целью выявить причины пожара. Спустя квартал проводятся контрольные мероприятия: если количество пожаров сократилось, значит, профилактический эффект достигнут.

Древесина является типичным полимерным композиционным материалом, в котором при тепловом воздействии возможны реакции карбонизации с образованием нелетучего коксового слоя. Это сказывается на поведении материала при горении и динамике развития опасных факторов пожара (выделение тепла, дыма и токсичных газов). Горение древесины представляет собой самоускоряющуюся экзотермическую химическую реакцию с кислородом, которая способна поддерживать себя за счет обратной связи распространятся в пространстве. Но для инициирования этой реакции необходим первоначальный импульс внешней тепловой энергии. Переход от медленного процесса разложения древесного материала к режиму горения соответствует условию, при котором скорость выделения тепла в результате химической реакции становится больше скорости тепловых потерь из зоны реакции.

Горение материала древесины может быть представлено в виде двух последовательных стадий. На первом этапе происходит сгорание продуктов разложения в газообразной форме, которое сопровождается образованием яркого пламени. Вторая стадия этого процесса представляет собой беспламенное догорание образовавшегося на начальном этапе угля. Определяющее влияние на огнестойкость деревянной конструкции (частного дома, например) оказывает первая из этих стадий, в течение которой создаются оптимальные условия для поддержания распространения горения. Несмотря на ограниченность по времени этот процесс сопровождается выделением значительного количества тепла. Какое-то время оба этих процесса протекают практически одновременно, после чего выделение газов прекращается, а гореть продолжает один только уголь. При этом скорость, с которой выгорает основная масса древесного материала здания, определяется следующими факторами:

- объемный вес всей конструкции;
- влажность исходного строительного материала;
- температура окружающей среды;
- соотношение свободных пространств к объёмам, занимаемым древесиной.

Например, более плотный по своей структуре древесный материал дуб, сгорает медленнее, чем та же осина, что объясняется различием в их теплопроводности.

При воспламенении древесины с повышенным показателем влажности определённое количество тепла расходуется на испарение влаги. В результате этого на разложение материала тратится меньше тепловой энергии. Естественно, что сухая древесина с учётом всего изложенного сгорает намного быстрее. Поэтому, необходимо учитывать влажность деревянных конструкций.

К показателям пожароопасности древесины относят: воспламеняемость, распространение пламени, тепловыделение, дымообразующую способность и токсичность продуктов горения. Большинство из данных параметров регламентируются ГОСТом 12.1.044–89 Пожароопасность веществ и материалов.

При рассмотрении характера поведения древесных структур необходимо учитывать конструктивные особенности используемого материала, который может быть представлен следующими разновидностями:

- однородная древесная масса;
- клеёные армированные балки;
- фанерные структуры.

Однородные материалы в условиях пожара проявляют себя обычным образом. Что касается сложных по составу конструкций (балок перекрытия, например), изготавливаемых методом склейки – на их поведение при горении значительное влияние оказывает термостойкость используемых клеевых составов. При правильно подобранном клее скорость разрушения этих строительных элементов заметно снижается. То же самое можно сказать и о фанерных материалах, признаками термического распада которых является их постепенное расслоение. Если не учитывать особенности нарушения клеевых связей – во всём остальном они ведут себя как обычные однородные структуры.

Защиту деревянных конструкций можно осуществлять посредством химических препаратов, которые принято различать по степени проникновения антипиренов в обрабатываемые материалы при поверхностном или объемном нанесении.

В соответствие с наносимой защитой материалы делятся на трудносгораемые и трудновоспламеняемые. К первой категории принято относить элементы, пропитка которых защитными составами осуществлялась под давлением. Трудновоспламеняемые заготовки отличаются повышенным содержанием антипиренов, поверх которых дополнительно наносится слой огнезащитной краски. Разработкой огнезащитных пропиток и составов для деревянных конструкций занимаются, в том числе, на кафедре пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор») ИПСА ГПС МЧС России.

При оценке уязвимости изготовленных на основе древесины домов или подсобных помещений важен учёт всех факторов, влияющих на защищённость каждого из составных элементов. Помимо того, необходимо учитывать такой параметр древесных конструкций, как предельная величина их огнестойкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

2. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 № 69-ФЗ.

3. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 21.05.2021) «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации».

4. ГОСТом 12.1.044–89 Пожароопасность веществ и материалов.

5. Михайличенко А.Л., Сметанин И.С. Древесиноведение и лесное товароведение. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 224 с.

6. Лапиров-Скобло С.Я. Лесное товароведение. – М.: Высшая школа, 1991. – 463 с.

7. Ярмолинский А.С., Калашников П.А., Бахтеяров В.Д. Лесное товароведение. – М.: Лесная промышленность, 1990. – 204 с.

УДК 614.849

А. В. Смирнов, Л. Б. Тихановская*****

* Главное управление МЧС России по Ивановской области,

** ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

О ПРОБЛЕМАХ РАССМОТРЕНИЯ ОБРАЩЕНИЙ ГРАЖДАН О ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ В МЧС РОССИИ НА ПРИМЕРЕ ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье проанализированы итоги работы территориального органа МЧС России с обращениями граждан в 2021 и 2022 годах в Ивановской области, даны рекомендации по повышению уровня знаний населения в области пожарной безопасности.

Ключевые слова: обращение гражданина, рассмотрение обращения, надзор

A. V. Smirnov, L. B. Tihanovskaya

ABOUT THE PROBLEMS OF CONSIDERATION OF CITIZENS' APPEALS ABOUT FIRE DANGER IN THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA ON THE EXAMPLE OF THE IVANOVO REGION

The article analyzes the results of the work of the territorial body of the Ministry of Emergency Situations of Russia with citizens' appeals in 2021 and 2022 in the Ivanovo region, provides recommendations for improving the level of knowledge of the population in the field of fire safety.

Key words: citizen's appeal, consideration of the appeal, supervision

Рассмотрение жалоб и обращений граждан (далее – РЖОГ) является очень сложным направлением деятельности в подразделениях МЧС России. Основное количество жалоб рассматривается надзорными органами МЧС России. Проблемам осуществления деятельности инспекторов посвящены множество исследований [1–10]. Однако практически отсутствуют исследования проблем РЖОГ. Известно, что граждане имеют достаточно большое количество прав, в том числе:

© Смирнов А. В., Тихановская Л. Б., 2023

представлять дополнительные документы и обращаться за их истребованием;

знакомиться с документами и материалами по обращению, если это не затрагивает их права и свободы;

получать письменный ответ по обращению, за исключением случаев, предусмотренных законом;

обращаться с жалобой на решение или действие по обращению в административном и судебном порядке;

написать заявление о прекращении рассмотрения обращения.

Пример распределения обращений по видам в Ивановской области в 2021 году представлено на рис. 1.

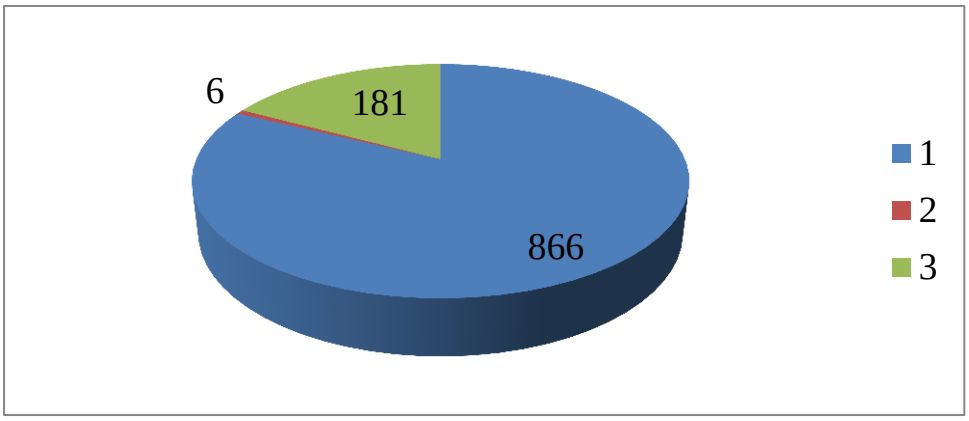


Рис. 1. Распределение обращений в территориальный орган МЧС России в Ивановской области по видам в 2021 году [11]

На рис. 1 заявления обозначены синим цветом, предложения — красным, жалобы — зеленым. Распределение обращений в Ивановской области по видам в 2022 году обозначено на рис. 2.

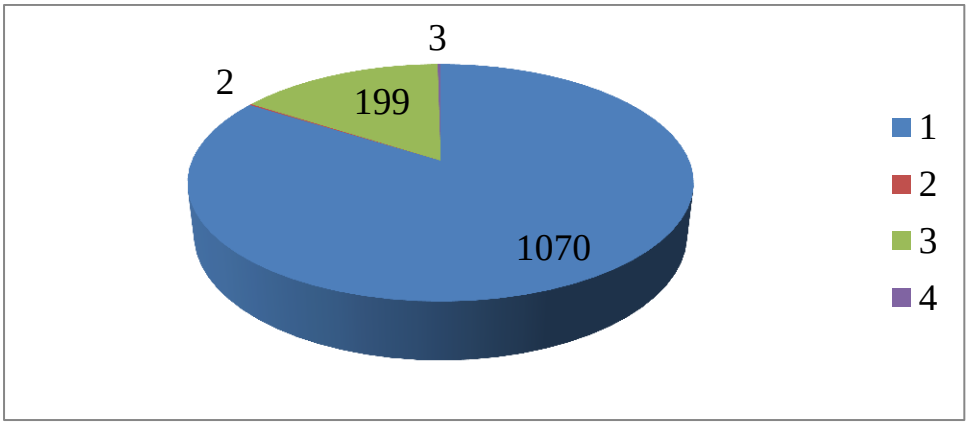


Рис. 2. Распределение обращений в территориальный орган МЧС России в Ивановской области по видам в 2022 году [11]

На рис. 2 заявления обозначены синим цветом, жалобы — зеленым. Предложений было 2, писем, не являющихся обращением было 3.

При проведении анализа необходимо учитывать, что преследование гражданина запрещено, если он обращается в государственный орган или должностному лицу с критикой их деятельности или в целях защиты своих прав.

При определении вида обращения учитывается требования к их содержанию. Гражданин в письменном обращении указывает наименование государственного органа, ФИО должностного лица или должность. В обращении также указываются ФИО, почтовый адрес, суть предложения, заявления или жалобы. При необходимости гражданин прилагает документы и материалы к письменному обращению. Обращение в электронном виде также подлежит рассмотрению в установленном порядке. В электронном обращении указываются ФИО, адрес электронной почты, возможность приложить документы и материалы в электронной форме. Граждане должны направлять письменные обращения в соответствующие государственные органы и органы местного самоуправления. Письменные обращения подлежат обязательной регистрации в течение трех дней. Если обращение не входит в компетенцию органа, оно переадресовывается в течение семи дней. В случае нарушения законодательства в сфере миграции, обращение направляется в соответствующие органы. Если решение вопросов относится к компетенции нескольких органов, копия обращения направляется в соответствующие органы. При направлении обращения в другой орган, могут запрашиваться документы и материалы о результатах рассмотрения. Запрещено направлять жалобу на рассмотрение, если обжалуется решение или действие органа, в компетенцию которого входит решение поставленных вопросов. В случае невозможности направления жалобы, она возвращается гражданину с разъяснением права обжаловать решение или действие в суде.

Каждое из полученных обращений по сути является уникальным. Типичные случаи, конечно, имеют место. Но, нюансы всегда различаются. В особенности, когда при РЖОГ поставлено несколько вопросов. Результаты рассмотрения обращений территориальным органом МЧС России в Ивановской области в 2021 и 2022 годах представлены соответственно на рис. 3 и 4.

На рис. 3 и 4 цифрами и цветами обозначены: 1 — дан ответ автору; 2 — рассмотрено, разъяснено; 3 — рассмотрено, не поддержано; 4 — рассмотрено, поддержано; 5 — оставлено без ответа автору; 6 — рассмотрение продлено; 7 — направлено по компетенции; 8 — находилось на рассмотрении на момент составления отчета [11]. При проведении анализа необходимо учитывать, что не допускается разглашение сведений без согласия гражданина. При этом не является разглашением направление письменного обращения в компетентный орган. Следует отметить, что большинство обращений потребовало ответа заявителю и разъяснения требований.

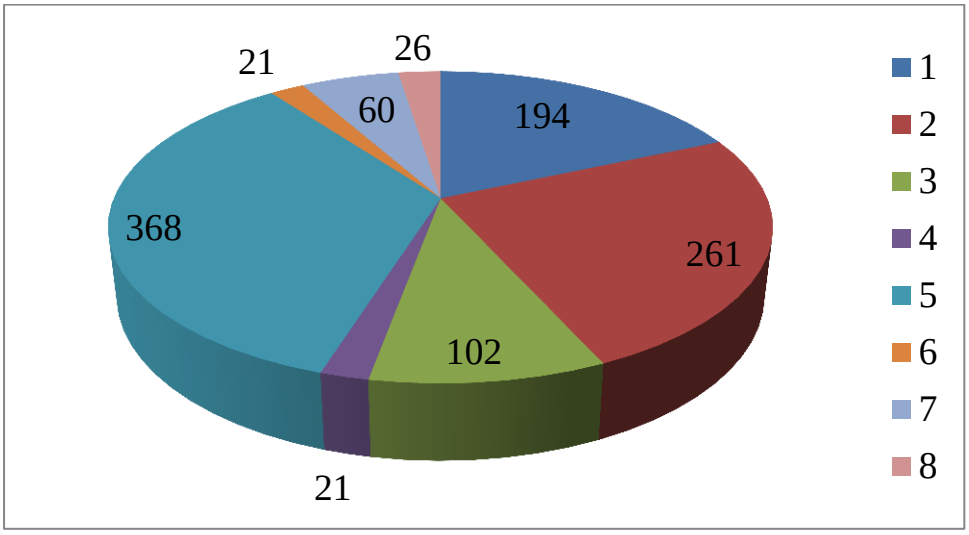


Рис. 3. Результаты рассмотрения обращений территориальным органом МЧС России в Ивановской области в 2021 году [11]

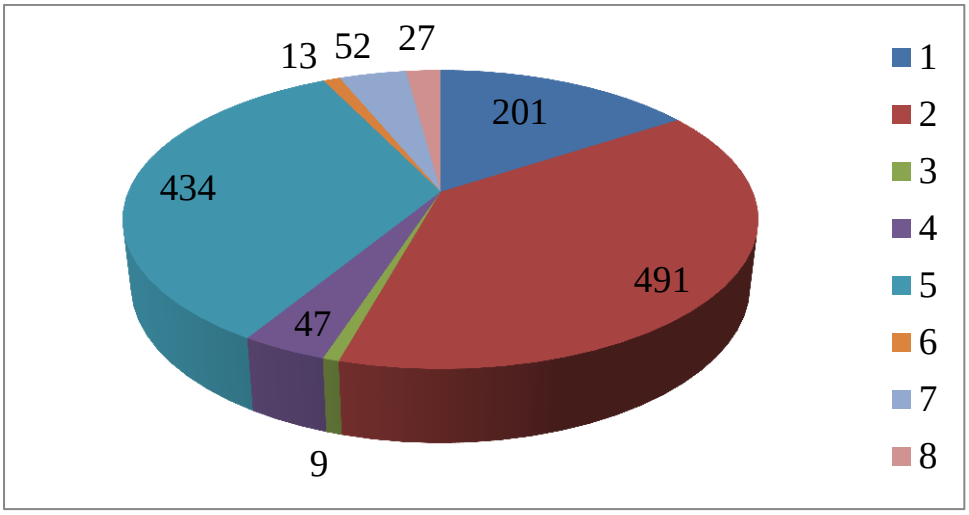


Рис. 4. Результаты рассмотрения обращений территориальным органом МЧС России в Ивановской области в 2022 году [11]

Таким образом, осуществление РЖОГ требует значительной подготовки сотрудников к осуществлению данного направления деятельности. Значительное количество обращений остается без ответа, по результатам рассмотрения не предпринимаются меры административного воздействия. Следовательно, необходимо активно проводить разъяснительную работу среди населения о мерах пожарной безопасности, которые будут не только повышать уровень знания населения в области пожарной безопасности, но и сокращать количество безосновательных обращений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Серов В.В., Лазарев А.А. Алгоритм принятия управленческого решения для снятия (снижения) административной нагрузки на малый (средний) бизнес. Материалы межвузовской научной конференции «Сохранение и развитие культурного и образовательного потенциала Ивановской области». Научный поиск 2015 № 2.4, - Шуя, 2015. – С.79-80.

2. Волкова Т.Н., Лазарев А.А., Сакулина С.В. Генезис понятия формирование культуры безопасности жизнедеятельности. Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, посвященной Году пожарной охраны. ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, 2016. – С.605-607.

3. Емелин В.Ю., Кокурин А.К., Коноваленко Е.П., Лазарев А.А. Подготовка и переподготовка сотрудников государственной противопожарной службы в современных условиях. Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, посвященной Году пожарной охраны. ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, 2016. – С.47-50.

4. Потапов Е.Н., Лазарев А.А. Генезис понятия системы информационного управления противопожарной пропагандой в социальных сетях. Сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, посвященной Году пожарной охраны. ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново, 2016. – С.688-691.

5. Вафина М.М., Лазарев А.А., Торопова М.В. Стратегия охраны лесов от пожаров. Молодые ученые – развитию текстильно-промышленного кластера (ПОИСК - 2017): сб. материалов межвузовская научно-техническая конференция аспирантов и студентов (с международным участием). Ч. 2. – Иваново: ИВГПУ, 2017. – С. 278-279.

6. Коноваленко Е.П., Лазарев А.А., Волкова Т.Н. Воспитание ценностного отношения менеджера-андрагога к обеспечению техносферной безопасности // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 3 (73). С. 259-265.

7. Лазарев А. А., Кокурин А. К., Цеценевская О. И. История развития российского законодательства об административной ответственности за нарушения в области пожарной безопасности // Пожарная и аварийная безопасность. – Вып. 1 (8). – 2018. – С.114-126.

8. Лазарев А.А., Булгаков В.В. Рискогенные факторы планирования проверок в области пожарной безопасности. Техносферная безопасность. 2018. № 4 (21). – С.138-145.

9. Булгаков В.В., Лазарев А.А. Инновационный подход формирования профессиональной направленности в рамках внеаудиторной работы курсантов ведомственного учебного заведения МЧС России. Инновации в образовании. 2019. № 1 – С.54-62.

10. Кокурин А. К., Емелин В. Ю., Лазарев А. А., Бросалова Л. А. К вопросу разграничения дефиниций «опасный производственный объект», «опасный объект», «потенциально опасный объект», «критически важный объект». Материалы V всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов», Ивановская пожарно-спасательная академия, 2018, С. 221-226.

11. Сайт Главного управления МЧС России по Ивановской области // https://37.mchs.gov.ru/

УДК 614.841.332

Н. В. Смирнов, О. И. Молчадский, О. В. Кривошапкина, И. А.Ермакова, Н. Б. Аверкина
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ВОПРОСУ ДЫМООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В данной работе предпринята попытка аппробировать расчетно-экспериментальный метод оценки дымообразующей способности некоторых видов декоративно-отделочных материалов, при этом набор исходных данных получен экспериментально в лабораторных условиях по специальной методике.

Ключевые слова: Строительные материалы, декоративно-отделочные материалы, дымообразующая способность, коэффициент дымообразования.

AN INTEGRATED TO THE ISSUE OF THE SMOKE-FOMING ABILITY OF POLYMER BUILDING MATERIALS

N. V. Smirnov, O. I. Molchadsky, O. V. Krivoshapkina, I. A. Ermakova, N. B. Averkina

In this paper, an attempt is made to test a computational and experimental method for evaluating the smoke-forming ability of some types of decorative and finishing materials, while a set of initial data was obtained experimentally in laboratory conditions using a special technique.

Key words: Building materials, decorative and finishing materials, smoke-generating capacity, smoke generation coefficient.

Одним из показателей, характеризующих динамику опасных факторов пожара в помещении, является дымообразующая способность твердых веществ и материалов, полимерных строительных материалов (ПСМ) и, в частности, декоративно-отделочных и облицовочных материалов для стен и потолков. Критическая для человека ситуация при пожаре по опасному фактору пожара (ОФП) потере видимости непосредственно связана с дымообразующей способностью горящих веществ и материалов, скоростью их выгорания - Ψ, кг·с$^{-1}$. При горении стеновых декоративно-отделочных материалов скорость выгорания зависит от линейной скорости распространения пламени - v, м·с$^{-1}$.

© Смирнов Н. В., Молчадский О. И., Кривошапкина О. В., Ермакова И. А., Аверкина Н. Б., 2023

В качестве прогнозных показателей, одновременно характеризующих как ПСМ с точки зрения дымообразования, так и динамику задымления помещения при пожаре могут быть использованы [1] время возникновения в помещении критической для человека ситуации – $\tau_{кр}^{\mu}$, с и критическая масса – $m_{кр}^{\mu}$, кг, при выгорании которой возникает критическая для человека ситуация в помещении объемом V, м^3.

Для расчета времени возникновения критической для человека ситуации по фактору потери видимости при пожаре необходимо располагать зависимостью массы выгорающего ПСМ от времени [2]:

$$m = \frac{\pi}{3} \cdot \psi_{уд} \cdot v^2 \cdot \tau^3 \qquad (1)$$

где: $\psi_{уд}$ – удельная массовая скорость выгорания, кг·с$^{-1}$·м$^{-2}$; τ – время, с.

Данное выражение получено для случая кругового (наиболее опасного) распространения пламени (огня) по повехности $v_л$ и ψуд определяются экспериментальным путем по методике, изложенной в работе [1].

Аналитическое решение системы уравнений (интегральная модель), описывающих процесс начальной стадии пожара с определенными допущениями, позволило получить формулы расчёта $m_{кр}^{\mu}$ и $\tau_{кр}^{\mu}$:

$$m_{кр}^{\mu} = \frac{1-К}{l} ln \frac{l\,\mu}{(1-К)Dm\mathcal{P}в}, \qquad (2)$$

где: $\mathcal{P}$в – плотность воздуха, кг·м$^{-3}$; μ – показатель ослабления света задымленной средой, м$^{-1}$; D_m – коэффициент дымообразования материала, кг·м$^{-1}$, К – коэффициент пропорциональности расходов входящих и уходящих газов при пожаре; l – комплексный параметр, учитывающий теплозатраты на нагрев ограждающих конструкций при пожаре в рассматриваемом помещении.

$$\tau_{кр}^{\mu} = \sqrt[3]{\frac{3\rho_в V(1-K)}{\pi\psi_{уд} v^2 l} \cdot \ln\left[1 - \frac{l\mu_{кр}}{(1-K)\cdot D_m \cdot \rho_в}\right]}, \qquad (3)$$

По результатам расчетов установлено, что критическая для человека ситуация при пожаре по фактору потери видимости в коридоре типового здания гостиницы, где в качестве отделки стен использованы декоративный антипирированный бумажно-слоистый пластик (ДБСП), вагонка из древесины сосны, масляная краска (6 слоев), может возникнуть через 73, 87 и 49 с, соответственно с момента их воспламенения и начала распространения пламени (огня) по поверхности.

В таблицу сведены некоторые экспериментальные данные о дымообразующей способности (коффициенте дымообразования), полученные по методу ГОСТ 12.1.044 – 89 (п. 4.18) [3].

Таблица. Экспериментальные данные по коэффициенту дымообразования некоторых видов ПСМ в зданиях и сооружениях согласно требованиям действующих нормативно-технических документах в области пожарной безопасности

№ п/п	Наименование панели	Коэффициент дымообразования, $м^2/кг$
1	Минеральная вата	14
2	Профиль ПВХ	556
3	АКП	220
4	Покрытие многослойное для теннисных кортов из составов на основе акриловых и стиролакриловых дисперсий	325
5	Лист гипсоволокнистый (ГВЛ)	22
6	Древесностружечная плита (ДСП)	770
7	Цементностружечная плита (ЦСП)	19
8	Линолеум ПВХ	268
9	Пенополистирол	1645
10	Пенополиуретан	706
11	Войлок	699
12	Жаккардовое двухполотное ковровое покрытие	1475
13	Обои флизелиновые	555
14	Каучук	654
15	Древесина сосны	721

Представленные данные могут быть использованы при расчете $m_{кр}^{\mu}$ и $\tau_{кр}^{\mu}$, в противопожарном нормировании ПСМ в зданиях и сооружениях согласно требованиям действующих нормативно-технических документов в области пожарной безопасности, при классификации и сравнительной оценке материалов по дымообразующей способности.

Таким образом представленный в данной работе комплексный подход к оценке дымообразующей способности материалов позволяет решать задачи прогнозирования времени возникновения критической для человека ситуации в помещении при пожаре, а также определения области применения, классификации ПСМ и подтверждения соответствия действующим требованиям пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов Н.В. Прогнозирование пожарной опасности материалов [Текст]: дис. докт. техн. наук 05.26.03 защищена 2002: утв./ Смирнов Николай Васильевич. – М., 202-273 с.

2. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

3. ГОСТ 12.1.044-89 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».

УДК 614.841.332

Н. В. Смирнов, В. В. Булгаков, Т. С. Зубань, И. А. Ермакова
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ГОСТ Р 59637-2021 В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Описаны особенности проведения различных мероприятий (работ) при контроле качества огнезащитных работ.

Изложены практические отдельные вопросы, понятия, процедуры и требования, которые необходимо выполнять на объектах специалистами заинтересованных организаций.

Ключевые слова: контроль качества, оценка сохранности, огнезащитные работы, методы контроля, огнезащитное покрытие.

N. V. Smirnov, V. V. Bulgakov, T. S. Zuban, I. A. Ermakova

SOME ASPECTS OF PRACTICAL APPLICATION GOST R 59637-2021 IN CONSTRUCTION

The features of various measures (works) during quality control of fire-retardant works are described.

Practical individual issues, concepts, procedures and requirements that must be fulfilled at the facilities by specialists of interested organizations are outlined.

Key words: quality control, safety assessment, fire-retardant works, control methods, flame-retardant coating

До последнего времени в нашей стране не было нормативного документа, в котором бы были изложены соответствующие требования к методам контроля качества огнезащитных работ при монтаже (нанесении), техническом обслуживании и ремонте, порядок выполнения мероприятий и процедуры контроля и оценки состояния огнезащитных покрытий на объектах при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте. С введением в действие ГОСТ Р 59637-2021 [1] этот пробел был устранен, что позволило также обеспечить выполнение положений технического регламента Таможенного союза ТР ЕАЭС 043/2017 «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» [2].

Стандартом установлены следующие методы контроля:

- контроль по представленной документации;
- визуальный контроль состояния огнезащитных покрытий (ОЗП) и огнезащитных материалов (например, для случая конструктивной огнезащиты);
- измерение толщины огнезащитного покрытия;

© Смирнов Н. В., Булгаков В. В., Зубань Т. С., Ермакова И. А., 2023

- контроль качества для различных объектов огнезащиты;
- контроль качества для вспучивающихся ОЗП;
- инструментальные методы контроля, в том числе методы термоанализа.

При контроле по представленной документации следует обратить внимание на проектную и техническую документацию на объект строительства, на сопроводительную и техническую документацию на применяемые огнезащитные средства (ОЗС), в том числе сертификаты соответствия, проект огнезащиты в котором в обязательном порядке должны быть указаны показатели огнестойкости защищаемых конструкций и их соответствие степени огнестойкости здания (сооружения), документы организации-производителя огнезащитных работ (в том числе лицензию на право их проведения).

При визуальном контроле особое внимание следует обратить на состояние огнезащитного покрытия, на наличие (отсутствие) трещин, отслоений, вздутий, изменения цвета и других негативных изменений в результате физико-химических процессов старения и длительной эксплуатации.

Процедуры измерения толщины ОЗП детально прописаны в стандарте. Однако, в практическом плане необходимо иметь в виду метрологические аспекты и количество измерений для дальнейших обоснованных выводов.

При оценке сохранности огнезащитных свойств, прежде всего, следует обратить внимание на способность фрагментов образцов ОЗП вспучиваться при тепловом воздействии, при этом исследования могут быть проверены в сравнении с эталонным, специально приготовленным для этой цели образцом. Только в этом случае можно сделать корректные выводы о теплоизолирующей способности огнезащитного покрытия.

При оценке качества огнезащитных работ по различным объектам (металлу, древесине и материалам на ее основе, кабельным изделиям, текстильным материалам) следует учитывать как особенности методик определения соответствующих показателей, характеризующих огнезащитную эффективность ОЗС, так и способы их нанесения на поверхность (в объем) конструкций, материалов, изделий.

Так например, казалось бы, для огнезащитных покрытий по дереву нет необходимости в измерении толщины, но при оценке пожарной опасности подготовленных для испытаний образцов именно толщина ОЗП играет важную роль в количественных и качественных конечных выводах о группах горючести, воспламеняемости и распространения пламени по поверхности.

Использование инструментальных методов контроля является, как правило, конечным и весьма важным этапом выполнения работ по оценке состояния и качества огнезащиты. В связи с этим, целесообразно, чтобы эти работы выполнялись с привлечением специализированной и аккредитованной организации. Особенно, это касается проведения термоаналитических исследований. Такие организации должны иметь опыт отбора образцов с объекта для последующих испытаний, самих испытаний, качественного оформления отчетов (протоколов), и формулирования окончательных корректных выводов. Так,

например, для проведения термоаналитических исследований согласно п. 6.6.1 стандарта необходимо собрать для испытаний не менее 4-х образцов с каждой тысячи $м^2$ защищенной ОЗС поверхности.

Таким образом, представленные отдельные аспекты практического применения ГОСТ Р 59637-2021 в строительстве могут быть использованы специалистами многочисленных заинтересованных организаций. В указанный стандарт в настоящее время внесены изменения, отражающие некоторые представленные в данной статье аспекты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 59637-2021 «Средства противопожарной защиты зданий и сооружений. Средства огнезащиты. Методы контроля качества огнезащитных работ при монтаже (нанесении), техническом обслуживании и ремонте».

2. Технический регламент «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043/2017).

УДК 544.355-122:532.00

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

УСТАНОВЛЕНИЕ ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТНЫХ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОРЮЧИХ ЖИДКОСТЕЙ В ЦЕЛЯХ СУДЕБНОЙ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

В статье представлен сравнительный анализ расчетных и экспериментальных методов определения температуры вспышки и самовоспламенения летних дизельных топлив.

Ключевые слова: температура вспышки, температура самовоспламенения, пожаровзрывоопасность, пожарно-техническая экспертиза.

O. E. Storonkina, T. A. Mochalova

ESTABLISHING THE ACCURACY OF THE RESULTS OF COMPUTATIONAL AND EXPERIMENTAL METHODS FOR DETERMINING THE TEMPERATURE PARAMETERS OF FLAMMABLE LIQUIDS FOR THE PURPOSES OF FORENSIC FIRE AND TECHNICAL EXPERTISE

© Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А., 2023

The article presents a comparative analysis of computational and experimental methods for determining the flash point and self-ignition of summer diesel fuels.

Key words: flash point, self-ignition temperature, fire and explosion hazard, fire and technical expertise.

Автотранспорт с дизельными двигателями лидирует в обеспечении производственной транспортной мощности в России и в мире. Эти двигатели, отличаются от бензиновых экономичностью, долговечностью и меньшей токсичностью выбросов в атмосферу.

Однако, топлива всех видов относятся к легковоспламеняющимся (ЛВЖ) или горючим жидкостям (ГЖ). Оценка пожарной опасности дизельных топлив является важным этапом в обеспечении пожарной безопасности на производстве (при транспортировке, хранении) и заключается в выборе более точной методики определения показателей пожаровзрывоопасности. Их определяют с целью получения исходных данных для разработки систем по обеспечению пожарной безопасности и взрывобезопасности.

К важным показателям, характеризующим взрывопожароопасность веществ и материалов, относят температуру вспышки и самовоспламенения горючих жидкостей.

В качестве объектов исследования были выбраны два дизельных топлива: топливо дизельное ЭКТО Diesel, летнее, сорт С (ДТ-Л-К5) («Лукойл – Югнефтепродукт») и топливо дизельное ЕВРО, летнее, сорт С (ДТ-Л-К5) («Башнефть - Розница»). Показатели пожарной опасности этих топлив определяли экспериментальными и расчетными методами.

Измерения температуры вспышки смесей выполняли с помощью регистратора автоматического температуры вспышки нефтепродуктов «Вспышка-А» в режиме закрытого тигля. За температуру вспышки смеси принимали среднее значение 3 измерений. Расхождение экспериментальных результатов не превышало ± 1 °С [1].

Для определения температуры самовоспламенения дизельного топлива использовалась установка, предназначенная для определения стандартной температуры самовоспламенения газов, жидкостей и легкоплавких твердых веществ при температуре от 50 °С до 600 °С [2].

Температура вспышки рассчитывалась по методу Орманди и Грэвена, по формуле Блинова, формуле Элея, а также исходя от вида связи между атомами в молекуле углеводородов [3]. Результаты расчетов температуры вспышки представлены в сводной табл. 1.

Таблица 1. **Результаты расчетов температуры вспышки различными методами**

Марка дизельного топлива	Расчетная температура вспышки, °С						
	Метод Орманди и Грэвена	В зависимости от вида связи	В зависимости от класса вещества	Формула Блинова	Формула Элея	Метод для жидкостей с неопределенным хим. составом	Температура вспышки в открытом тигле
ДТ ЭКТО Diesel	122	108,1-109,2	110,4	47,5	96,6	142	173,4-180,8
ДТ ЕВРО	110	96,8-97,9	98,6	69,6	79,9	117	162,2-169,6

Сравнение полученных расчетных данных с экспериментальными, проводились для каждого метода. Результаты сравнения показали, что погрешность расчетных методов варьирует от 20,5 до 122,7 % (табл. 2). Наиболее близкими к экспериментальным значениям температуры вспышки стали показатели, определенные по формуле Блинова. Значение температуры вспышки, рассчитанной по данной формуле, зависит от числа атомов соответствующих элементов, входящих в состав молекулы жидкости и от парциального давления пара исследуемой жидкости.

Таблица 2. **Результаты расчетов температуры вспышки различными методами**

Марка дизельного топлива	Расчетная температура вспышки, °С						
	Метод Орманди и Грэвена	В зависимости отвида связи	В зависимости от класса вещества	Формула Блинова	Формула Элея	Метод для жидкостей с неопределенным хим. составом	Температура вспышки в открытом тигле
ДТ ЭКТО Diesel	122	108,1-109,2	110,4	47,5	96,6	142	173,4-180,8
ДТ ЕВРО	110	96,8-97,9	98,6	69,6	79,9	117	162,2-169,6
Погрешность (%)	74,1	54,1	57,5	20,5	32,5	94,5	122,7

Наименее точным был метод определения температуры вспышки для жидкостей с неопределенным химическим составом. Значение температуры вспышки, рассчитанной по данной формуле, зависит только от значения температуры кипения исследуемого образца. Расчетный показатель, определенный по

данной формуле, отличается от фактического более чем в 2 раза, что является существенным расхождением данных. Результаты определения стандартной температуры самовоспламенения дизельного топлива разных марок и расчетные данные представлены в табл. 3.

Таблица 3. **Расчетные и экспериментальные данные температуры самовоспламенения дизельного топлива**

Марка дизельного топлива	Температура самовоспламенения, ° С (справочная)	Температура самовоспламенения, ° С (расчетная)	Температура самовоспламенения, ° С (экспериментальная)
ДТ ЭКТО Diesel	310	268	323
ДТ ЕВРО			338

Температура самовоспламенения нефтепродуктов зависит от фракционного состава, от преобладания углеводородов того или иного класса. Поэтому справочная и экспериментальная температуры самовоспламенения имеют расхождение от 4,1 до 9 %. Расчетный показатель значительно отличается от справочного, погрешность расчета составляет 13,6 %, т.к. расчетный показатель температуры самовоспламенения зависит от разветвленности и длины углеродной цепи, от числа концевых функциональных групп, а дизельное топливо является сложной смесью углеводородов и их производных, поэтому не представляется возможным назвать точную химическую и структурную формулу углеводородов в составе дизельного топлива.

Дизельные топлива производителей Лукойл и Башнефть имеют различия по целому ряду показателей: цетановое число, цетановый индекс, плотность, содержание полициклических, ароматических углеводородов, коксуемость, зольность и другие. Все эти свойства влияют на пожароопасность топлива, а, следовательно, такие показатели как температура кипения, самовоспламенения и вспышки у различных топлив будут отличаться.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

- расчетные методы чаще не соответствуют показателям, определенным экспериментальным методом, погрешность расчета составляет 20,5–122,7 %;
- расчет температуры вспышки по формуле Блинова оказался ближе всех к экспериментальным показателям;
- расчетный показатель температуры самовоспламенения зависит от разветвленности и длины углеродной цепи, от числа концевых функциональных групп, а дизельное топливо является сложной смесью углеводородов и их производных, поэтому не представляется возможным назвать точную химическую и структурную формулу углеводородов в составе дизельного топлива;

- сходимость экспериментальных и паспортных показателей температуры вспышки и самовоспламенения подтверждает достоверность проведенных нами исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Батов, Д.В. Модификация аддитивно-группового метода для описания показателей пожарной опасности предельных углеводородов: температур вспышки и самовоспламенения, энтальпии испарения / Д. В. Батов, О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова // Пожаровзрывобезопасность. – 2017. – Т. 26, № 5. – С. 21-28. – DOI 10.18322/PVB.2017.26.05.21-28. – EDN ZAFKRH.

2. Бредихина А.Ю. Экспериментальные методы определения температуры вспышки и самовоспламенения для дизельного топлива / А.Ю. Бредихина, М.Н. Боровик // «Электроэнергетика, гидроэнергетика, надежность и безопасность» материалы Республиканской научно-практической конференции. – Душанбе: Изд-во ТТУ им. М. Осими, 2016. – С. 254–259.

3. Мочалова, Т. А. Обзор методов аналитического определения температуры вспышки смесей горючих жидкостей / Т. А. Мочалова, О. Е. Сторонкина // Актуальные вопросы естествознания : Сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иваново, 05 апреля 2018 года / Сост.: Н.Е. Егорова. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2018. – С. 54-57. – EDN XTEFGX.

УДК691:614

И. В. Сусоева, Т. Н. Вахнина, А. А. Титунин
ФГБОУ ВО Костромской государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРООПАСНЫХ СВОЙСТВ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА С ПОМОЩЬЮ ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

В работе получены результаты термогравиметрии и дифференциальной сканирующей калориметрии отходов льняного волокна и композитов на его основе. Использование теплоизоляционного композита из отходов прядения льняных волокон и жидкого стекла позволяет получить материал с высокой степенью огнезащищенности.

Ключевые слова: лен, отходы, композиты, горючесть.

© Сусоева И. В., Вахнина Т. Н., Титунин А. А., 2023

I. V. Susoeva, T. N. Vahnina, A. A. Titunin

RESEARCH OF FIRE HAZARDOUS PROPERTIES LIGNOCELLULOSIC PRODUCTION WASTE USING THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS

The work obtained the results of thermogravimetry and differential scanning calorimetry of flax fiber waste and composites based on it. The use of a heat-insulating composite from waste from spinning flax fibers and liquid glass makes it possible to obtain a material with a high degree of fire resistance.

Key words: flax, waste, composites, flammability.

Использование лигноцеллюлозных отходов производства местной промышленности для производства строительных материалов позволяет решать целый комплекс задач: диверсификацию сырья для изготовления теплоизоляционных материалов, вовлечение в производство растительных материалов категории невозвратных отходов, снижение давления отходов на биосферу. В состав лигноцеллюлозных отходоввходит углерод.

Основным недостатком растительных материалов является их горючесть, способность распространять пламя с выделением большого количества тепла и токсичных газообразных продуктов горения. Это повышает риск возникновения пожароопасной ситуации. При разработке композиционных теплоизоляционных материалов на основе растительного сырья особую актуальность имеют исследования в области снижения горючести данных материалов [1, 2].

Понимание и прогнозирование процесса термического разложения этих природных полимеров имеет практическое значение.

Целью работы является исследование кинетики термического разложения различных лигноцеллюлозных отходов и возможность их использования.

Термогравиметрический анализ (ТГА) – метод, позволяющий измерить скорость выхода летучих веществ из образцов растительных отходов в зависимости от времени и температуры, представляет информацию о потере веса и термическом разложении на каждом этапе, что полезно для понимания природы и механизма термического разрушения композиционных материалов. Он используется для исследования потери массы материалов из растительных отходов, термической стабильности, реакционной способности, кинетики разложения и состава [3–7].

На кафедре ЛДП КГУ, г. Кострома выполнено исследование в области разработки огнезащищенных теплоизоляционных композитов [8, 9]. Результаты термического анализа отходов льняного волокна и композита на его основе – кривые термогравиметрии (ТГ) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) представлены на рис. 1, 2.

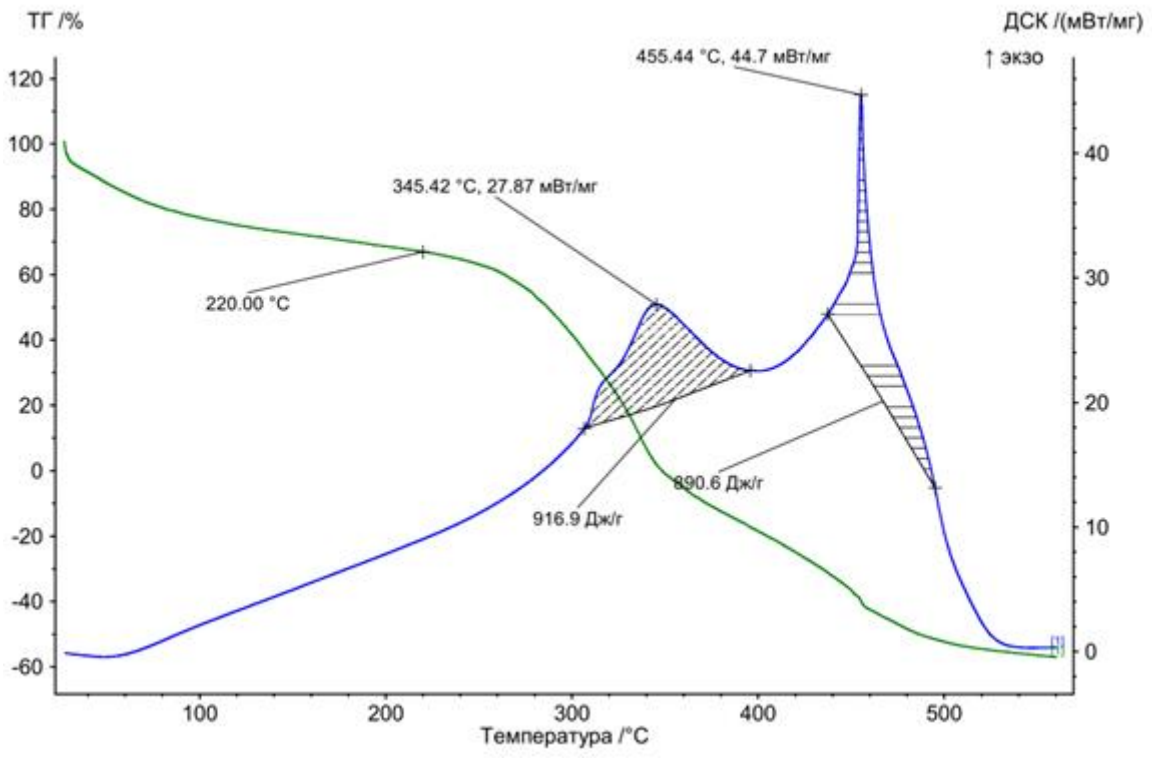


Рис. 1. Кривые термогравиметрии (ТГ)
и дифференциальной сканирующей калориметрии отходов льняного волокна

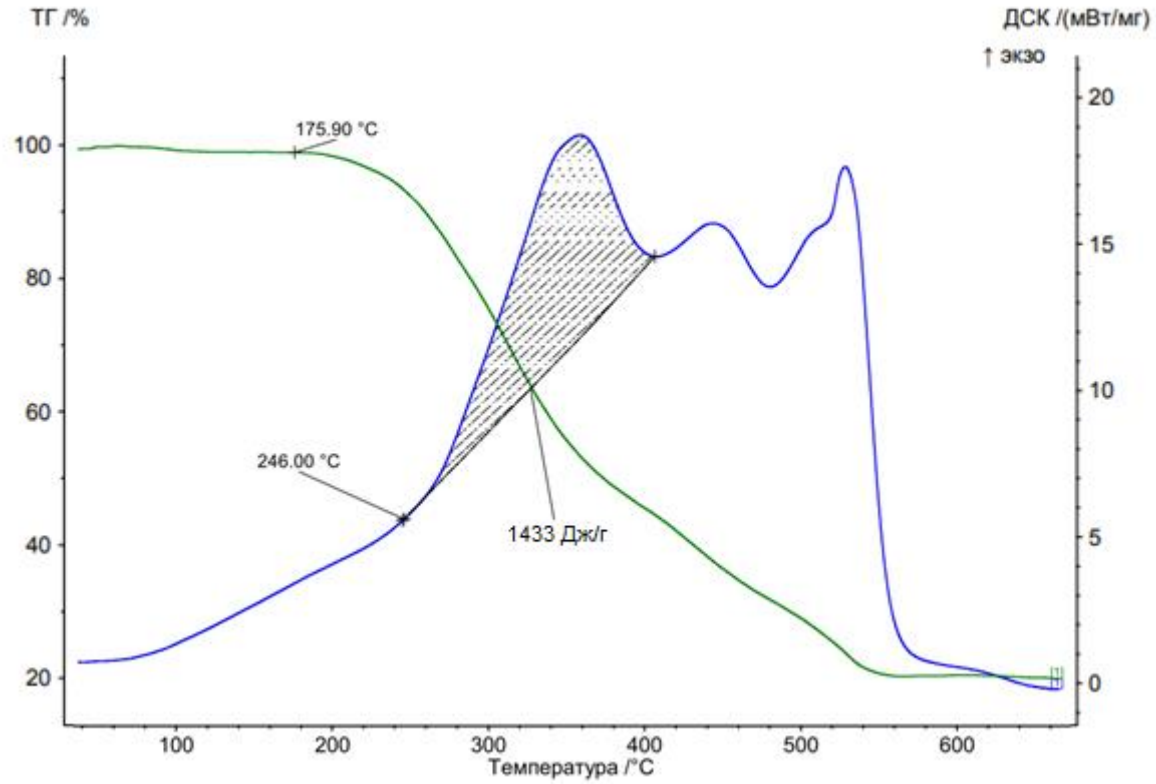


Рис. 2. Кривые термогравиметрии (ТГ) и дифференциальной сканирующей калориметрии композита из отходов льняного волокна на основе жидкого стекла

Первый экзотермический пик при температуре 345 °С характеризует удельную теплоту процесса термолиза 916 Дж/г. Данный пик свидетельствует о фазовом превращении – начале декристаллизации, т.е. разрушении кристаллической части целлюлозы. Интенсивное термическое разложение льняного волокна характеризуется максимальным углом наклона кривой потери массы ТГ.

При температуре около 360 °С происходит полная аморфизация целлюлозы отходов льняного волокна с потерей массы около 50 %. Первый пик характеризует поверхностное воспламенение материала. Второй пик интенсивности термического разложения в области температур около 429,29 °С. Он обусловлен продвижением фронта термолиза вглубь материала. Начинается переход аморфизированной целлюлозы в карбонизированную.

Формируется структура угля. Второй период термического разложения сопровождается удельной теплотой термического разложения 890 Дж/г, снижением энтальпии системы и переходом в новое равновесное состояние. Второй период термического разложения характеризуется полной деструкцией отходов льняного волокна.

В интервале 50…179,7 °С (кривая ТГ композита из отходов льняного волокна) происходит снижение потери массы композита в сравнении с отходами льняного волокна и составляет менее 10 %. Процессы деструкции аморфной части целлюлозы аналогичны как для отходов льняного волокна в интервале 200…230 °С.

Это исследование показало, что термическое разложение лигноцеллюлозных отходов протекало в две или три стадии из-за разложения гемицеллюлозы, целлюлозы и лигнина.Исследованные лигноцеллюлозные отходыхарактеризуются термостойкостью до 200 ° С, поскольку потеря массы всех образцов была небольшой в диапазоне низких температур.

Результаты показали, что композит на основе отходов льняного волокна и жидкого стекла является более термостойким. Это обусловлено тем, что частицы мелкодисперсного высокогорючего наполнителя покрыты тонким слоем неорганического клеевого состава, препятствующего контакту с кислородом в условиях термического воздействия. Таким образом, коксовый слой образуется на всей поверхности композита и замедляет процесс распространения фронта термолиза.

Таким образом, использование теплоизоляционного композита из отходов прядения льняных волокон и жидкого стекла позволяет получить материал с высокой степенью огнезащищенности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Shrivastava P., Palamanit A., Kumar A. Isoconversional thermal decomposition reaction kinetics of oil palm trunk and rubberwood sawdust for thermochemical conversion processes. *Environ Sci Pollut Res Int*, 2023. doi: 10.1007/s11356-023-28998-5.

2. Dev B., Rahman A., Repon R. Recent progress in thermal and acoustic properties of natural fiber reinforced polymer composites: Preparation, characterization and data analysis. *Polymer Composites*, 2023, no 44(9), pp. 1–63. DOI:10.1002/pc.27633

3. Cardona M., Boffito D.C., Patience G.S., 2015. Thermogravimetric heat and mass transfer: Modeling of bitumen pyrolysis. *Fuel*, 2015, no. 143, pp. 253– 261.

4. Emiola-Sadiq T., Zhang L., Dalai A.K. Thermal and kinetic studies on biomass degradation via thermogravimetric analysis: a combination of model-fitting and model-free approach. *ACSOmega*, 2021, no. 6, pp. 22233–22247. DOI:10.1021/acsomega.1c02937.

5. Altantzis A.I., Kallistridis N.C., Stavropoulos G., Zabaniotou A. Apparent pyrolysis kinetics and index-based assessment of pretreated peach seeds. *Processes*, 2021, no. 9, pp. 905–926. DOI:10.3390/pr9060905.

6. Chen D., Zhou J., Zhang Q. Effects of heating rate on slow pyrolysis behavior, kinetic parameters and product properties of moso bamboo. *Bioresour. Technol*, 2014, no. 169, pp. 313–319.

7. Chen D.Y., Zhang D., Zhu X.F. Heat/mass transfer characteristics and nonisothermal drying kinetics at the first stage of biomass pyrolysis. *J. Therm. Anal. Calorim.*, 2012, no. 109, pp. 847–854.

8. Вахнина Т.Н., Титунин А.А., Сусоева И.В. Теория и технология композиционных древесных материалов. Кострома, 2023. 138 с.

9. Вахнина Т.Н., Сусоева И.В., Аносова Е.Б., Капранов А.В. Оценка термодеструкции лигноцеллюлозных наполнителей и композиционных материалов на их основе. Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета, 2017, № 1(39). С. 188–197.

УДК 621.941

С. А. Сырбу, А. Г. Наумов, Н. А. Таратанов, С. А. Шабунин, Д. С. Репин
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДХОДОВ «ЗЕЛЕНОЙ ТРИБОЛОГИИ» К ПОЛУЧЕНИЮ СОТС С ЗАДАННЫМИ СВОЙСТВАМИ

С помощью подходов «зеленой трибологии» были получены экологически безопасные СОТС, имеющие направленное движение в зону контакта режущего инструмента с обрабатываемой поверхностью. Эффективность полученных СОТС была доказана в процессе резания на операции точения стали и титановых сплавов.

Ключевые слова: зеленая трибология, смазочно-охлаждающие технологические средства, микрокапсулы, операция точения, нержавеющая и хромистая стали, титановые сплавы.

© Сырбу С. А., Наумов А. Г., Таратанов Н. А., Шабунин С. А., Репин Д. С., 2023

S. A. Syrbu, A. G. Naumov, N. A. Taratanov, S. A. Shabunin, D. S. Repin

POSSIBILITY OF USING GREEN TRIBOLOGY APPROACHES TO OBTAINING LUBRICATING AND COOLING TECHNOLOGICAL MEANS WITH SPECIFIED PROPERTIES

Using «green tribology» approaches, environmentally friendly lubricating and cooling technological means were obtained that have directed movement into the contact zone of cutting tool with the machined surface. The effectiveness of the obtained lubricating and cooling technological means was proven during in the cutting process for turning steel and titanium alloys for turning steel and titanium alloys.

Key words: green tribology, lubricating and cooling technological means, microcapsules, turning operation, stainless and chromium steels, titanium alloys.

Трибология резания материалов неразрывно связана с действием на процессы, протекающие в контактной зоне, внешних СОТС. До 80–90 % всех выпускавшихся до середины 90-х годов 20 века СОТС содержали присадки высокого давления на основе серы, хлора, фосфора и другие. Их пленки, образованные на трибосопряженных металлических поверхностях контактной зоны, эффективно экранировали адгезионные взаимодействия между инструментом и обрабатываемым материалом. Однако, если до указанного периода главными требованиями, предъявляемыми к СОТС, были их технологические свойства [1, 2], то в настоящее время в промышленно развитых странах произошли радикальные изменения в приоритете функций СОТС [3]. В связи с усиливающимися требованиями экологической чистоты действия промышленных предприятий и производственной санитарии большинство компонентов, входящих в состав СОТС, стали относиться к веществам нежелательным или запрещенным для применения в этих целях. Именно поэтому появилась «зеленая трибология», связанная с другими областями трибологии, а также другими «зелеными» дисциплинами, а именно, зеленой инженерией и зеленой химией. В работе [4] приведены 12 принципов «зеленой трибологии»: минимизация трения и износа, сокращение или полное исключение смазки, включая самосмазывание, естественная и биоразлагаемая смазка, использование принципов экологически чистой химии и инженерии, биомиметические подходы, текстурирование поверхности, экологические последствия покрытий, мониторинг в режиме реального времени, проектирование с учетом деградации и устойчивое применение энергии.

В нашем исследовании были предложены составы СОТС, соответствующие требованиям «зеленой трибологии», имеющие направленное действие в зону контакта режущего инструмента и обрабатываемого материала, и изучено их влияние на стойкость режущего инструмента.

Для получения микрокапсул использовался метод простой коацервации. Для создания оболочек СОТС использовался фотожелатин марки «А». Для насыщения микрокапсул кислородом и соединениями на его основе на первой и второй стадии процесса микрокапсулирования исходный раствор подвергался

действию озонированного кислорода. Концентрация озона составляла 2 %. Для сохранения продуктов распада озона в состав микрокапсул на первой стадии вводился порошок активированного угля, обладающего адсорбционными свойствами, в количестве 50 масс. % от массы желатина. Для придания микрокапсулам магнитной чувствительности в раствор вводился магнетит в таком же количестве.

Были получены следующие виды микрокапсул: с желатиновыми оболочками без ядра (К), с желатиновыми оболочками с магнетитом (КМ), с желатиновыми оболочками и озонированной водой в ядре (МК), с желатиновыми оболочками, обработанными озоном (КО), с желатиновыми оболочками с магнетитом, обработанными озоном (КМО), с желатиновыми оболочками с магнетитом и озонированной водой в ядре (ММК). Для микрокапсул МК и ММК озонированная вода ядра адсорбировалась активированным углем.

Исследования влияния озонированных микрокапсул в составе смазочно-охлаждающих технологических средств на работоспособность быстрорежущего инструмента проводились на операции точения.

При точении в качестве обрабатываемых материалов использовались нержавеющая сталь 12Х18Н10Т, хромистая сталь 40Х, титановые сплавы ВТ5-1 и ВТ-6, а в качестве режущего инструмента – сталь Р6М5. Режимы резания выбирались согласно рекомендациям работы [5]. Для изучения динамики процесса износа режущего инструмента испытания проводились до начала катастрофического износа резцов. За критерий начала катастрофического износа было принято значение ширины площадки износа на задней поверхности резца, равное 0.6 мм согласно методике работы [6]. Износ резцов контролировался с помощью микроскопа МПБ-2.

Весь применяемый быстрорежущий инструмент предварительно был подвергнут стандартной термической обработке (закалке и многократному отпуску).

В качестве режущего инструмента применялись упорно-проходные резцы из быстрорежущей стали Р6М5. Для предотвращения структурных изменений в быстрорежущей стали при заточке, согласно рекомендациям работы [7], затачивание велось с поливом инструментальным маслом И-12А. Исследования при точении проводились на токарно-винторезном станке модели 16К20.

В табл. 1–4 представлены результаты стойкостных испытаний при точении титановых сплавов, а также нержавеющей и хромированной сталей с использованием масляных и водорастворимых смазочно-охлаждающих жидкостей (МР-4 и Аквол-6 соответственно), принятых за эталонные вещества, точении всухую, с использованием дистиллированной воды, а также с использованием водных эмульсий нескольких видов микрокапсул с различными концентрациями. Обозначения в таблицах: v – скорость резания, s – подача, t – глубина резания.

Таблица 1. **Стойкость резцов из быстрорежущей стали Р6М5 при точении титанового сплава ВТ6 (v=0.48 м/с, s=0.1 мм/об, t=0.5 мм)**

№ п/п	Время стойкости резцов, мин.					Время стойкости резцов, мин.					
	Воздух	Вода	МР-4	Аквола-6		К	КО	КМ	КМО	МК	ММК
1	10,0	10,5	12,5	11,7	1%	11,0	13,0	12,0	15,8	7,5	24,5
2					2%	10,7	11,7	11,7	15,1	10,1	18,1
3					4%	9,8	11,1	10,4	13,8	5,7	15,1

Таблица 2. **Стойкость резцов из быстрорежущей стали Р6М5 при точении титанового сплава ВТ5-1 (v=0.52 м/с, s=0.1 мм/об, t=0.5 мм)**

№ п/п	Время стойкости резцов, мин.					Время стойкости резцов, мин.					
	Воздух	Вода	МР-4	Аквола-6		К	КО	КМ	КМО	МК	ММК
1	1,75	1,5	4,25	4,0	1%	0,75	1,1	1,2	2,1	3,7	5,5
2					2%	1,5	1,8	3,8	4,3	4,3	8,5
3					4%	0,5	0,62	0,62	2,7	4,9	3,6

Как видно из данных табл. 1, при использовании капсул К, КМ и МК стойкость инструмента ниже, чем при использовании классических смазочно-охлаждающих технологических средств. Применение микрокапсул КО, КМО и ММК уменьшает величину изнашивания инструмента, но увеличивает износостойкость в случае КМО в 1.18 раза по сравнению с МР4 и в 1.33 раза по сравнению с 15%-ной водной эмульсией Аквола-6. Применение же ММК позволило увеличить стойкость резца в 1.7 раза по сравнению с МР4 и в 1.92 раза по сравнению с 15%-ной водной эмульсией Аквола-6. Наибольшая износостойкость наблюдается во всех случаях при 1%-ной концентрации микрокапсул в воде.

В случае обработки титанового сплава ВТ5-1 в присутствии микрокапсул стойкость резцов также остается наибольшей при применении ММК и МК (табл. 2). Так, в случае использования МК стойкость режущего инструмента увеличилась в 1.2 раза по сравнению с 15%-ной водной эмульсией Аквола-6 и в 1.16 раза по сравнению с МР4, при использовании ММК – в 2.1 раза по сравнению с 15%-ной водной эмульсией Аквола-6 и в 1.95 раза по сравнению с МР4. Наибольшее значение стойкости резца наблюдается при 2%-ной концентрации микрокапсул в воде.

Таблица 3. **Стойкость резцов из быстрорежущей стали Р6М5 при точении нержавеющей стали 12Х18Н10Т (v=0.48 м/с, s=0.1 мм/об, t=0.5 мм)**

№ п/п	Время стойкости резцов, мин.					Время стойкости резцов, мин.					
	Воздух	Вода	МР-4	Аквола-6		К	КО	КМ	КМО	МК	ММК
1	8,2	9,5	13,5	14,3	1%	10,0	8,7	9,8	12,1	10,8	11,4
2					2%	10,7	10,5	11,5	11,5	10,1	12,3
3					4%	10,1	15,1	13,5	17,1	12,5	21,5
4					8%	-	14,1	12,1	15,3	11,2	18,2

Таблица 4. **Стойкость резцов из быстрорежущей стали Р6М5 при точении хромированной стали 40Х (v=1.00 м/с, s=0.1 мм/об, t=0.5 мм)**

№ п/п	Время стойкости резцов, мин.					Время стойкости резцов, мин.					
	Воздух	Вода	МР-4	Аквола-6		К	КО	КМ	КМО	МК	ММК
1	3,0	4,4	7,5	5,2	1%	4,0	5,0	4,9	5,9	6,0	6,7
2					2%	4,5	5,5	5,2	6,3	6,7	7,1
3					4%	4,4	6,3	6,3	7,7	7,8	10,1
4					8%	-	5,7	5,6	6,8	7,1	8,8

При точении нержавеющей стали 12Х18Н10Т и стали 40Х применение микрокапсул также позволило повысить износостойкость резца по сравнению с классическими смазочно-охлаждающими технологическими средствами (табл. 3 и 4). Так, в случае применение КМО при точении нержавеющей стали 12Х18Н10Т стойкость режущего инструмента повысилась в 1.3 раза по сравнению с 15%-ной водной эмульсией Аквола-6 и в 1.3 раза по сравнению с МР4, а при точении стали 40Х в 1.5 раза по сравнению с 15%-ной водной эмульсией Аквола-6 и в 1.1 раза по сравнению с МР4. При использовании ММК в 1.6 раза для 12Х18Н10Т и в 1.8 раза для 40Х по сравнению с 15%-ной водной эмульсией Аквола-6, в 1.4 раза при точении 12Х18Н10Т и 1.2 раза при точении 40Х по сравнению с МР4. Наилучшая стойкость при точении обоих материалов наблюдалась в случаях применения 4%-ной эмульсии микрокапсул в воде.

По нашему мнению, эффект повышения износостойкости режущего инструмента при использовании ММК — микрокапсул с желатиновыми оболочками с магнетитом и озонированной водой в ядре можно объяснить образованием при их разрушении в зоне резания активного атомарного кислорода, действие которого приводит к возникновению свободно-радикальных фрагментов, образующих прочные ковалентные связи с атомарным железом в дефектах ювенильной поверхности.

Таким образом, в результате проведенных исследований было показано, что использование водных эмульсий микрокапсул с желатиновыми оболочками с магнетитом и озонированной водой в ядре в качестве смазочно-охлаждающих технологических средств наиболее эффективно снижает процесс изнашивания резцов из быстрорежущей стали Р6М5 при точении титановых сплавов ВТ6 и ВТ5-1, нержавеющей стали 12Х18Н10Т и стали 40Х по сравнению с масляной (МР-4) и водорастворимой (Аквол-6) смазочно-охлаждающими жидкостями.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 23-29-00288.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бердичевский Е.Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки материалов. Справочник. М.: Машиностроение. 1984. 224 с.

2. James Manji. Tools and fluids at the cutting edge // Prot. Eng. 1986. 33. № 4. P. 78, 82-84.

3. Шатолина Г.Н. Экологически чистые маловязкие масляные жидкости // Технология машиностроения. 1997. № 3. С. 21-23, 141.

4. Nosonovsky M., Bhushan Bh. Green tribology: principles, research areas and challenges // Philos. Trans. A. Math. Phys. Eng. Sci. 2010. Oct. 28, 368 (1929): 4677-94.

5. Гуревич Я.Л. Режимы резания труднообрабатываемых материалов: Справочник. М.: Машиностроение. 1986. 180 с

6. Лоладзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. М.: Машиностроение. 1982. 320 с

7. Латышев В.Н., Наумов А.Г. О смазочном химическом действии внешней среды при резании металлов // Трение и износ. 2001. Т. 22. № 3. С. 342 – 348.

УДК 614.841.2

Т. П. Сысоева, С. Ф. Лобова, Т. В. Мусиенко
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРОВ АНТИСЕПТИЧЕСКОГО СРЕДСТВА ПОМЕЩЕННОГО В ГРУНТ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

В статье приведены результаты исследования, по сохранению длительности паров антисептического средства с целью выявления временного промежутка в течение, которого в пробе газовой фазы над объектом-носителем (грунтом) будут сохраняться следы горючей жидкости.

Ключевые слова: газожидкостная хроматография, поджог, горючие жидкости, пожар, газоанализатор.

T. P. Sysoeva, S. F. Lobova, T. V. Musienko

FEATURES INVESTIGATION OF VAPORS OF AN ANTISEPTIC AGENT PLACED IN THE GROUND BY GAS-LIQUID CHROMATOGRAPHY

The article presents the results of a study on the preservation of the duration of antiseptic vapors in order to identify the time interval during which traces of flammable liquid will remain in the sample of the gas phase above the carrier object (soil).

Key words: gas-liquid chromatography, arson, flammable liquids, fire, gas analyzer.

© Сысоева Т. П., Лобова С. Ф., Мусиенко Т. В., 2023

На базе исследовательского центра экспертизы пожаров проведен практический эксперимент, целью которого явилось исследование длительности сохранения паров антисептического средства с целью выявления временного промежутка в течение которого в пробе газовой фазы над объектом-носителем (грунтом) будут сохраняться следы горючей жидкости.

Актуальность данного исследования обусловлена тем, что почти каждому экспертному исследованию предшествует стадия отбора проб. Отбор проб является важной стадией анализа любых объектов. От правильности выполнения данной стадии зависят конечные результаты всего исследования [1]. Временной фактор играет здесь большую роль, так как при поджоге злоумышленники часто используют легковоспламеняющиеся жидкости (далее ЛВЖ) и горючие жидкости (далее ГЖ), а данные вещества имеют свойства испарения и выветривания [2]. Скорость данных процессов зависит от многих условий: температуры воздуха, проветриваемости помещения, материала изделия куда попала горючая жидкость.

Пожарно-техническому эксперту не всегда удается попасть на место происшествия сразу после ликвидации пожара, его могут привлечь и на разных стадиях расследования. В связи с этим и было принято решение провести данный натурный эксперимент.

В качестве объекта-носителя был выбран грунт. Его структура пористая и имеет высокие сорбционные способности. А как показывает судебная практика, большинство поджогов происходит на открытых территориях [3,4], где основным покрытием является асфальт или грунт.

В связи с недавней эпидемией коронавирусной инфекции, антисептические средства стали использовать повсеместно, во всех общественных местах и в быту. Все антисептические жидкости производятся на основе спиртов, которые являются пожароопасными жидкостями и требуют применения мер предосторожности при их использовании. А для злоумышленников эти средства стали еще одним видом легкодоступных средств поджога.

Объект-носитель (грунт) пропитывали антисептическим средством в количестве 70 мл, а затем вносили источник открытого огня, для создания реальной картины пожара. Горение протекало до самостоятельного затухания, в реальных уличных условиях на территории открытого макета. Затем сразу проводился первый замер с помощью полевого прибора «Анализатор-течеискатель АНТ-3». Детектирование паров осуществлялось по шкале «Углеводороды», поскольку спектр восприятия данной шкалы подходит для детектирования наиболее обширного количества соединений.

Далее замеры полевым прибором проводились ежедневно в период с 16 января по 20 января 2023 года. 20 января исследование с помощью детектора было приостановлено, так как он перестал улавливать пары горючей жидкости (антисептического средства).

На этом этапе был сделан первый вывод, что **пожарно-технический эксперт в условиях пониженных температур, может обнаружить сохранивше-**

еся пары антисептического средства с помощью фотоионизационного детектора в течение первых 4 суток.

Как показывает практика несрабатывание газоанализатора на месте пожара не является основанием для категорического исключения наличия инициаторов горения и самого факта поджога [5]. В связи с этим было принято решение провести хроматографическое исследование газовой фазы над грунтом с антисептическим средством, по истечению этих 4 дней.

В первую очередь исследовалась холостая проба, с целью удостовериться в отсутствии загрязнений в колонке и на сорбенте сорбционной трубки. Необходимость контроля чистоты сорбционной трубки обусловлена высокой чувствительностью метода газожидкостной хроматографии (далее ГЖХ) при анализе газовых проб [6].

Удостоверившись в чистоте колонки и сорбента, была отобрана проба газовой фазы над грунтом с антисептиком. Грунт с остатками выгоревшего антисептика после достижения нулевых показаний прибора «АНТ-3» изымался при температуре -1 °С. Затем образец был принесен в лабораторные условия для их дальнейшего исследования, где температура составляла 22 °С.

Первая газовая проба над грунтом с антисептиком была взята сразу после помещения ее в условия лаборатории, когда грунт еще не успел оттаять. Показания «АНТ-3» при этом соответствовали концентрации анализируемых веществ в воздухе, равной 6 мг/дм^3. В соответствии с определенной «АНТ-3» концентрацией была отобрана газовая фаза над грунтом через трубку с сорбентом Tenax TA с помощью насоса сильфонного типа, объем которой составил 1000 см^3 (10 прокачиваний). Такое количество прокачиваний в соответствии с методикой является максимальным для улавливания малейших концентраций газов и паров в воздухе над объектом. Большее количество прокачиваний является неинформативным, а результаты исследования такой пробы не принимаются во внимание.

При хроматографическом исследовании был получен сигнал с временем удерживания, равным 2,015 мин (рис. 1).

Проба газовой фазы с антисептиком над грунтом параметры: V=1000 см^3, деление потока = 1:20, С = 6 мг/дм^3.

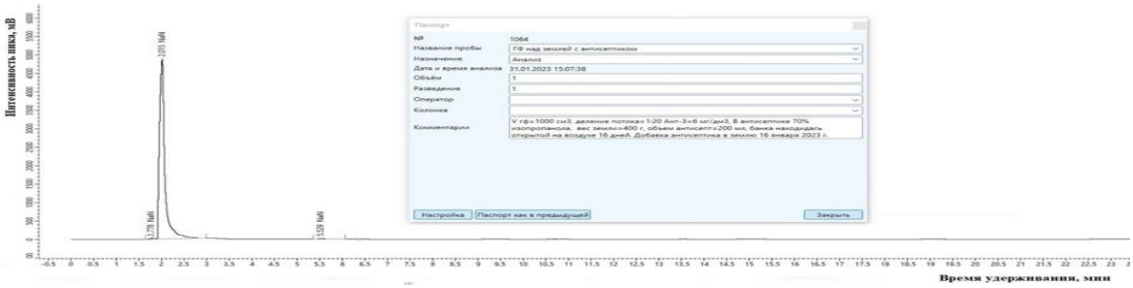


Рис. 1. Хроматограмма газовой фазы над грунтом с добавкой антисептика после внесения объекта-носителя в лабораторные условия

На следующий день первоначальную хроматограмму воспроизвести не удалось. Нами была отобрана газо-воздушная смесь над банкой с грунтом на сорбент сорбционной трубки. Хроматографическая колонка оказалась «перегружена» и пик получился широким, что не позволило воспроизвести хроматографические показания пика, в частности, время удерживания пика (рис. 2). Была проверена концентрация антисептика над почвой с помощью прибора «АНТ-3» и оказалось, что концентрация по сравнению с исходной концентрацией возросла в 306 раз и составила 1840 мг/дм^3. Поэтому и наблюдалось искажение пика, а время его удерживания значительно изменилось (возросло). Поэтому во всех последующих случаях перед отбором газовой пробы на сорбент сорбционной трубки предварительно измеряли концентрацию паров исследуемого антисептика в воздухе над объектом с помощью прибора «АНТ-3».

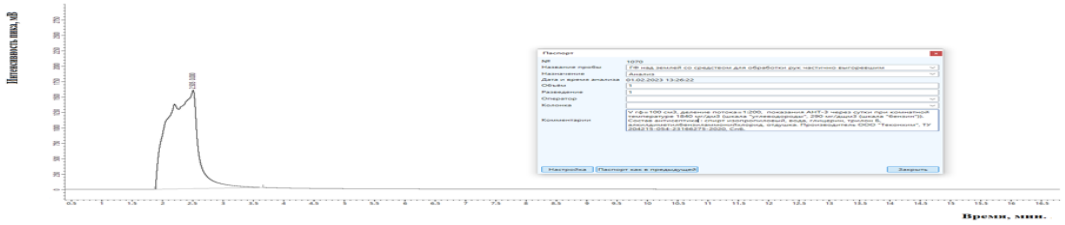


Рис. 2. Хроматограмма ГФ над грунтом с антисептиком в режиме «перегрузки»

Для получения узкого пика была уменьшена масса грунта. Для этого была отобрана в полиэтиленовый пакет часть почвы массой 26,8 грамм. Концентрация газов в воздухе над данным количеством грунта, измеренная прибором «АНТ-3» составила 840 мг/дм^3. Для ввода газовой пробы в испаритель хроматографа через сорбент сорбционной трубки пропускался минимальный объем газовой фазы равный 100 см^3, было установлено деление потока 1:200. Однако пик на хроматограмме вновь получился очень широким, что указывало на «перегрузку» колонки.

В последующем нами было предпринято уменьшение массы пробы до 3 грамм, через сорбент пропускался минимальный объем газовой фазой равный 100 см3, было установлено деление потока 1:200. В итоге мы смогли получить информативный пик, с временем удерживания 1,962 мин. (рис. 3). Для расчета относительного хроматографического параметра пика была снята хроматограмма смеси алканов, из которой использовали времена удерживания алканов, а именно гексана и гептана, между которыми выходил основной пик вещества, входящего в состав антисептика. В результате обработки основного пика на хроматограмме антисептика в программе обработки хроматограмм «Хроматэк Аналитик 3.1» был получен логарифмический индекс удерживания этого пика, равный 612 ед.

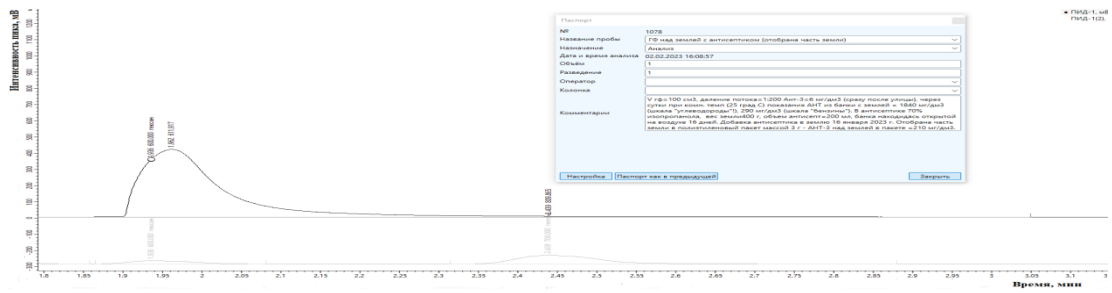


Рис. 3. Хроматограмма неизвестного вещества с наложением хроматограммы алканов

Для идентификации основного пика на хроматограмме антисептика была снята хроматограмма изопропилового спирта с близким временем удерживания (рис. 4). Время удерживания изопронанола составило 1,982 мин., а его логарифмический индекс составлял 612 ед. При наложении хроматограммы изопропилового спирта на хроматограмму антисептика было установлено совпадение не только их времен удерживания, но и сходство вида пика неизвестного состава из хроматограммы антисептика с пиком изопропанола (симметрия пика). Таким образом, мы можем утверждать, что основным компонентом антисептика является изопропанол.

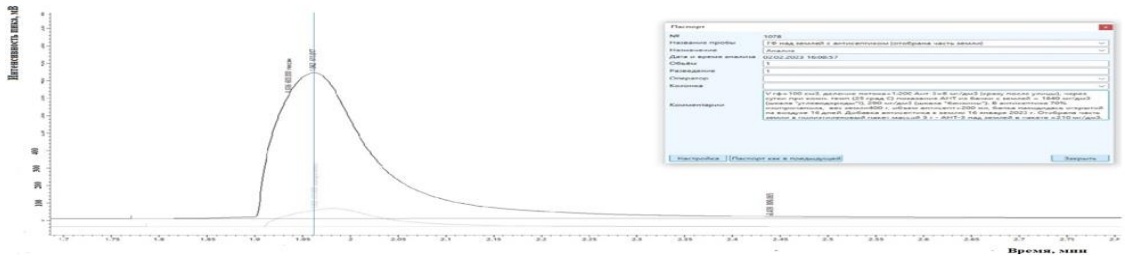


Рис. 4. Хроматограмма неизвестного вещества с наложением эталона – изопропанола

Выводы по хроматографическому исследованию газовой фазы над объектом-носителем – грунтом с добавкой антисептической жидкости:

1. Исследованная антисептическая жидкость имеет в своем составе вещество, который удалось идентифицировать, как изопропиловый спирт, что соответствует составу, указанному на этикетке.

2. В результате исследования удалось выяснить, что при пробоотборе газовой фазы над замёрзшим объектом-носителем можно получить недостоверный невоспроизводимый результат хроматографии, поэтому следует ожидать его оттаивания.

3. Перед каждым отбором пробы следует измерять концентрацию интенсификаторов горения над объектом-носителем, чтобы определить какой объем воздуха следует прокачивать через сорбционную трубку, какое установить деление потока.

4. Если концентрации слишком велики, то необходимо прибегать к уменьшению массы объекта-носителя.

5. Концентрации интенсификаторов горения над объектам-носителем, который в зимних условиях улавливает прибор «АНТ-3» (концентрации, измеряемые в зимних условиях, достигли нуля на пятые сутки, а отбор пробы для хроматографического исследования проводился на шестнадцатые сутки) не соответствуют результатам измерения концентраций над этим же объектом-носителем при стандартных температурах.

Это может привести к тому, что должностные лица, уполномоченные расследовать пожар, не обнаружат следов интенсификаторов горения, полагаясь на показания прибора «АНТ-3», и произведя отбор проб, получат недостоверные результаты экспертного исследования вплоть до установления неправильной причины пожара.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Голяев В.Г. Отбор проб и изъятие вещественных доказательств на месте пожара: методические рекомендации/В.Г. Голяев, С.Г. Ефимов, Б.С. Егоров, В.Г. Плотников, СПб, СПб филиал ФГУ ВНИИПО МЧС России, 1998. – 67 с.

2. Елисеев Ю.Н. Экспериментальные исследования возможности совершения поджога легкового автомобиля путем розлива горючей жидкости / Ю.Н. Елисеев, И.Д. Чешко // Расследование пожаров: Сб. ст. вып. 1.– М.: ВНИИПО, 2005. — С. 40-48.

3. Елисеев Ю.Н., Сысоева Т.П., Кухарев А.А. Обзор пожаров транспортных средств, исследованных СЭУ ФПС «ИПЛ» МЧС России в 2013–2017 годах// В сборнике: Транспорт России: проблемы и перспективы - 2018. Материалы международной-научно-практической конференции. 2018. С. 115-118.

4. Елисеев Ю.Н. Особенности растекания горючей жидкости при поджоге автомобиля// Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: Сборник тезисов докладов III Международной научно-практической конференции/ Ю.Н. Елисеев, И.Д. Чешко – Мн.: НИИ пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций МЧС Республики Беларусь – ОДО «Друк-С», 2005. – С. 243-246

5. Чешко И.Д. Применение инструментальных методов и технических средств в экспертизе пожаров: Сборник методических рекомендаций / Под ред. И.Д. Чешко, А.Н. Соколовой - СПб, СПб филиал ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2008 – 279 с.

6. Клаптюк И. В., Принцева М. Ю., Чешко И. Д. Применение твердофазной и ультразвуковой экстракции в экспертных исследованиях по делам о поджогах. Метод. Пособие – М. ВНИИПО, 2012 г. – 39 с.

УДК 614.841.2

Т. П. Сысоева, З. Б. Евлоев, П. М. Агеев, Р. А. Касаев
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНОГО ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Обзор нормативного правового регулирования в области обеспечения пожарной безопасности для объектов нефтегазовой промышленности по производству сжиженного природного газа представлен в данной статье. Выявлены основные проблемы в области обеспечения пожарной безопасности и предложены пути их решения, которые должны включать в себя разработку нормативно-правовых актов регулирующие основные вопросы затрагивающие крупнотоннажные производства сжиженного природного газа.

Ключевые слова: совершенствование, нормативно-правовые акты, пожарная безопасность, нефтегазовая промышленность, сжиженный природный газ.

T. P. Sysoeva, Z. B. Evloev, P. M. Ageev, R. A. Kasaev

IMPROVEMENT OF NORMATIVE LEGAL REGULATION OF FIRE SAFETY FOR OIL AND GAS INDUSTRY FACILITIES

The review of normative legal regulation in the field of fire safety for oil and gas industry facilities for the production of liquefied natural gas is presented in this article. The main problems in the field of fire safety are identified and the ways of their solution are proposed, which should include the development of normative legal acts regulating the main issues affecting large-scale production of liquefied natural gas.

Key words: improvement, regulations, fire safety, oil and gas industry, liquefied natural gas.

В современных условиях при производстве сжиженного природного газа (далее СПГ) существует высокий риск возникновения чрезвычайных ситуаций. В России активно продолжается реализация крупнотоннажных проектов по производству СПГ. Одним из таких проектов является «Ямал СПГ» (рис. 1), а также в разработке находятся проекты «Арктик СПГ 2», «Арктик СПГ 3», «Печора СПГ» и «Балтийский СПГ». Кроме того, в стране активно развиваются терминалы по регазификации СПГ. Российские компании активно сотрудничают с ведущими международными партнерами, чтобы обеспечить успешную реализацию этих проектов для экономического роста, и развития технологий. Реализация этих проектов требует высоких технологических и инженерных решений, а также строгого соблюдения экологических стандартов.

© Сысоева Т. П., Евлоев З. Б., Агеев П. М., Касаев Р. А., 2023

Рис. 1. Производство СПГ, проект «ЯМАЛ СПГ»

В настоящее время не существует четких стандартов и правил, которые бы определяли меры предосторожности и требования к безопасности при работе с СПГ. Учитывая повышенные риски, связанные с производством и хранением СПГ, необходимо разработать соответствующие нормативно-правовые акты, которые бы устанавливали обязательные требования и регламентировали процессы пожарной безопасности. Такие акты должны учитывать особенности работы с СПГ включая меры предотвращения возникновения пожаров и взрывов, требования к оборудованию и системам пожаротушения, а также процедуры эвакуации и спасательных работ в случае чрезвычайной ситуации. Без таких нормативных актов, риск аварий и потенциальных последствий для окружающей среды и людей остается высоким. Однако, без обеспечения надлежащей пожарной безопасности, это может привести к серьезным последствиям. Поэтому необходимо принять меры и разработать соответствующие нормы и правила, чтобы обеспечить безопасность и минимизировать риски в процессе работы с СПГ [1].

Главным нормативно-правовым актом, регулирующий вопросы пожарной безопасности в России, является Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». Согласно ему объекты защиты должны иметь систему пожарной безопасности, целью которой является защита жизни и здоровья людей от пожаров [2]. В области обеспечения пожарной безопасности при производстве СПГ существует несколько нормативных документов, которые устанавливают требования по пожарной безопасности при хранении и производстве сжиженного природного газа. Некоторые из этих документов включают:

• «Ведомственные нормы на проектирование установок по производству и хранению сжиженного природного газа, изотермических хранилищ и газозаправочных станций (временные)» — НТП-51-1-88;

• «Требования пожарной безопасности для хранилищ сжиженного природного газа» — СП 240.1311500.2015.

• Требования пожарной безопасности для объектов малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа, которые описаны в СП 326.1311500.2017.

Эти нормативные документы были разработаны спустя более 14 лет после начала эксплуатации крупнотоннажного объекта СПГ «Сахалин-2» (рис. 2) в России.

Рис. 2. Производство СПГ, проект «Сахалин – 2 СПГ»

Однако они применимы только для малотоннажных производств СПГ и не могут использоваться при разработке проектных технических заданий для пожарной безопасности крупнотоннажных производств СПГ. Стоит отметить, что трех нормативных - технических документов недостаточно для охвата всего комплекса объектов СПГ, и возникает необходимость разработки специально технических условий (далее — СТУ). Разработка СТУ основывается на отступлении от нормативных - технических документов или отсутствии таких требований, которые должны отражать специфику обеспечения пожарной безопасности объектов и необходимые инженерно-технические и организационные мероприятия. Порядок разработки и согласования СТУ определен приказом Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 15 апреля 2016 года № 248/пр. «О порядке разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документа-

ции на объект капитального строительства» [5].

Зачастую, при разработке проектной документации на объекты капитального строительства возникают серьезные проблемы относительно порядка согласования и разработки СТУ. Эти проблемы оказывают негативное влияние на процесс строительства и проектирования, и могут быть связаны со следующими аспектами:

• во – первых, избыточные административные процедуры, которые затягивают весь процесс проектирования и строительства объектов.

• во – вторых, увеличение времени проектирования из-за необходимости разработки и утверждения СТУ.

• в – третьих сомнительное обоснование принятых мер в рамках пожарной безопасности;

• в – четвертых в рамках пожарной безопасности принятые меры имеют сомнительное обоснование[4].

Учитывая выше сказанное, необходимо совершенствовать существующие нормативно-технические документы для гармонизации при проектировании и строительстве крупнотоннажных производств СПГ, в том числе за счет:

• разработки нормативно-технической документации, в которой должны быть отражены основные требования пожарной безопасности для объектов крупнотоннажных производств СПГ;

• разработки методов по определению эффективной огнезащиты для строительных конструкции крупнотоннажных производств СПГ;

• разработки методов по определению эффективных способов защиты от криогенного воздействия на строительные конструкции крупнотоннажных производств СПГ;

• разработка алгоритма, позволяющего определить необходимые пределы огнестойкости для строительных конструкций в крупнотоннажных производствах СПГ;

• разработки методов по наиболее эффективным способам эвакуации и спасения людей в случаи чрезвычайных ситуации (утечке, взрыва, пожара, распространение облака газа) на объектах крупнотоннажных производств СПГ;

• разработки методов по эффективному способу тушения углеводородных пожаров на объектах крупнотоннажных производств СПГ.

Для разработки и создания методов по наиболее эффективным способам эвакуации и спасения людей в случаи чрезвычайных ситуации, потребуется провести натурные эксперименты по эвакуации на объекте производства СПГ. Так как они примерно однотипные, то можно выявить общие закономерности равносильно применимые ко всем производственным объектам СПГ. Натурный эксперимент может состоять из трех сценариев: эвакуация здоровых не пострадавших работников, эвакуация здоровых и пострадавших сотрудников одновременно и эвакуация здоровых совместно с пожарными подразделениями. После этого произвести расчет на определение затраченного времени эвакуации для каждого сценария и предложить ввести новый коэффициент для расчета

эвакуации для объектов производств СПГ. Это естественно при условии, если полученное время эвакуации будет превышать расчетное время эвакуации, утвержденные нормативно-правовой базой. Такой эксперимент уже нами проведен, сейчас ведутся расчеты, и в следующих научных трудах буду приведены.

Таким образом, путем совершенствования существующих нормативно-технических документов и их разработки можно достичь высокого уровня безопасности при проектировании и строительстве крупнотоннажных производств СПГ. Также для обеспечения надежной защищенности таких объектов в случае чрезвычайных ситуаций, имеет смысл учитывать положительный опыт зарубежных партнеров при разработке требований по пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евлоев, З.Б. Современное состояние пожарной безопасности нефтегазовых комплексов в Арктической зоне / З.Б. Евлоев // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 21 апреля 2023 года. – Железногорск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирская пожарно-спасательная академия" Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий", 2023. – С. 239-241.

2. Климентьев, А. А. Карта российской СПГ отрасли 2022 / А.А. Климентьев // Деловой журнал Neftegaz.RU. – 2022. – № 4(124). – С. 50-60.

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

4. Клементьев, Б. А. Основные направления развития стандартизации: обеспечение пожарной безопасности объектов производства сжиженного природного газа / Б.А. Клементьев, С.Н. Олейников // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности, ИВАНОВО, 19 сентября 2018 года. Том Часть 2. – ИВАНОВО: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2018. – С. 233-239.

5. Приказ от 15 апреля 2016 года N 248/пр. «О порядке разработки и согласования специальных технических условий для разработки проектной документации на объект капитального строительства».

УДК 614.844.1

М. Р. Сытдыков, А. В. Иванов
Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОРОШКОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ МЕТОДОМ ЭКСПЕРТНОЙ ОЦЕНКИ

Рост числа пожаров на объектах хранения углеводородов показывает актуальность проблемы эффективности технических средств порошкового пожаротушения. В работе рассмотрены вопросы оценки эффективности модулей порошкового пожаротушения (далее – МПП) с применением экспертной оценки. По ее результатам оценки определены наиболее эффективные МПП импульсного действия представленные на рынке Российской Федерации.

Ключевые слова: склады сжиженных углеводородов, пожар, эффективность.

M. R. Sytdykov, A. V. Ivanov

ON THE ISSUE OF EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF TECHNICAL MEANS OF POWDER FIRE EXTINGUISHING BY THE EXPERT ASSESSMENT METHOD

The increase in the number of fires at hydrocarbon storage facilities shows the urgency of the problem of the effectiveness of technical means of powder fire extinguishing. The paper considers the issues of evaluating the effectiveness of powder fire extinguishing modules (hereinafter referred to as MPP) using expert evaluation. Based on its evaluation results, the most effective pulse-action MPas presented on the market of the Russian Federation were determined.

Key words: storages of liquefied hydrocarbons, fire, efficiency.

На складах сжиженных углеводородов (далее – СУГ) на территории Российской Федерации за последние два года отмечается неуклонный рост числа пожаров [1]. Для защиты таких складов от пожаров применяют АУПП МТ (автоматические установки порошкового пожаротушения модульного типа, далее – установки) [2,3]. Эффективность тушения пожара такими установками зависит от применяемого в них МПП, используемого для хранения и подачи огнетушащего порошка при воздействии исполнительного импульса на пусковой элемент [4]. Согласно статистическим данным [1], в 30 % случаях возникновения пожаров СУГ, установки срабатывают, но пожар потушить не могут. Данный факт свидетельствует о низкой эффективности некоторых МПП, под которой понимается способность МПП потушить пожар при наименьшем расходе огнетушащего порошка.

© Сытдыков М. Р., Иванов А. В., 2023

С целью определения технических параметров МПП, влияющих на их эффективность, была проведена их экспертная оценка. Для проведения оценки были приглашены пять экспертов, указанных в таблице.

Таблица. **Данные об экспертах, участвующих в опросе**

Должность	Срок службы, лет	Количество
Заместитель начальника ГУ МЧС России (по надзорной деятельности)	25	1
Заместитель начальника специального управления ФПС МЧС России	19	1
Начальник отдела надзорной деятельности	12	1
Начальник СПТ специального управления ФПС МЧС России	22	1
Начальник УОП и ПАСР ГУ МЧС России	14	1

Для оценки, экспертам было предложено ранжировать в зависимости от значимости 10 технических параметров МПП, перечень которых был сформирован согласно [4]. Самый важный параметр соответствовал 1, рангу 10 – наименее важный. При равнозначном оценивании параметров значение их ранга определяется как их среднее арифметическое.

Полученные результаты были подвергнуты математическому анализу, при котором использовался метод средних арифметических и метод медиан рангов. Результаты расчетов представлены на рис. 1.

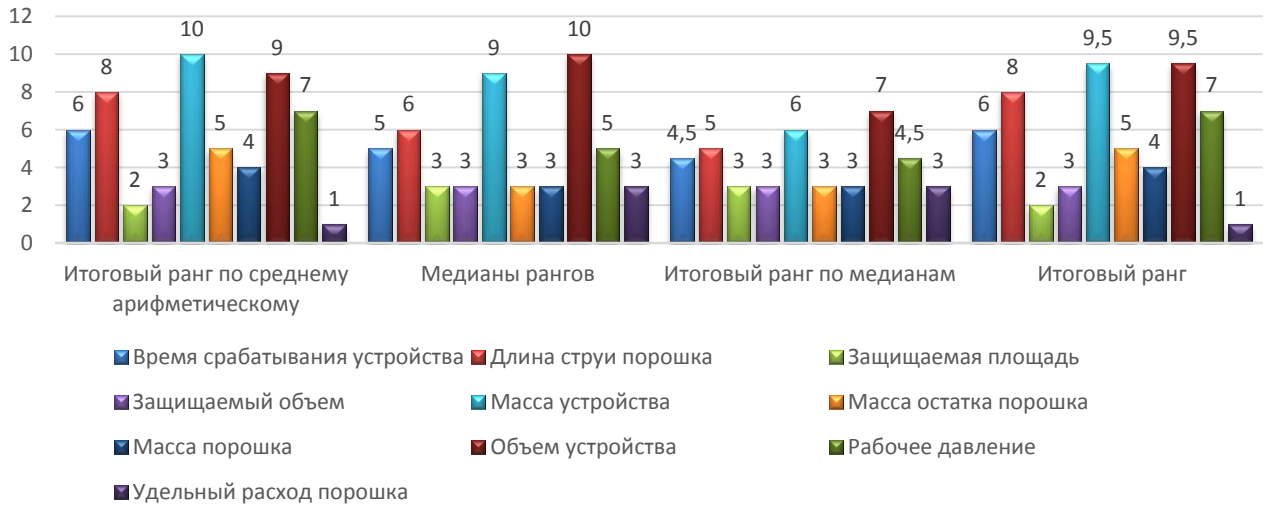


Рис. 1. Результаты расчётов рангов технических параметров МПП

Результаты расчетов показывают, что наиболее важным параметром МПП, определяющим их эффективность, является удельный расход огнетушащего порошка, а также защищаемые площадь и объем. Наименее важными по мнению экспертов являются масса и объем устройства.

На основании полученных данных (рис. 1) была проведена оценка некоторых МПП, представленных на рынке Российской Федерации, по сумме рангов технических параметров, заявленных производителями в документации на изделия. Наиболее эффективные модули имеют меньшую сумму рангов технических параметров (рис. 2).

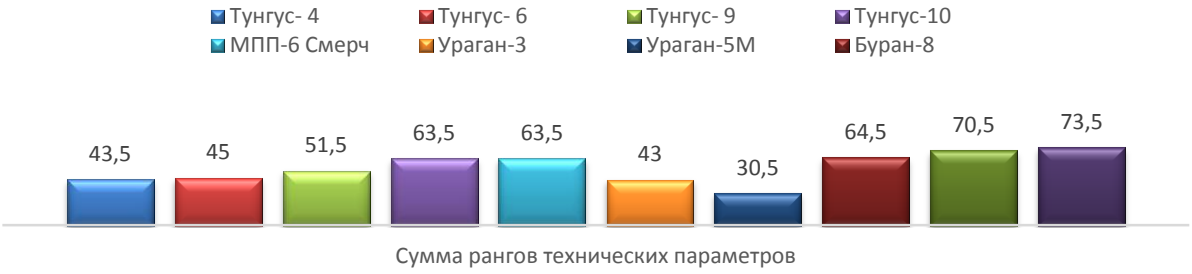


Рис. 2. Результаты оценки МПП

Вывод

Результаты проведенной экспертной оценки показывают, что модули, имеющие торговые марки «Ураган – 5М» и «Ураган – 3», оказались наиболее эффективными.

В виду определенного субъективизма данного метода, имеется необходимость в проведении дополнительных оценок эффективности МПП описанными в работах [5–9] методами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. Балашиха: П 46 ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. 114 с. Федеральная служба государственной статистики. URL: http://www.gks.ru/. (дата обращения 20.03.2023).

2. Маклецов А.К. Современные системы порошкового пожаротушения. Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2014. № 1 (10). С. 26–31.

3. СП 485.1311500.2020. СВОД ПРАВИЛ. Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования.

4. ГОСТ Р 53286-2009 Установки порошкового пожаротушения автоматические. Модули. [Электронный ресурс] URL: https://docs.cntd.ru/document/1200071861 (дата обращения: 20.03.2023).

5. Кожевин Д.Ф. Методика комплексной оценки эффективности огнетушителей (применительно к пожароопасным производственным объектам нефтебаз): дис. … канд. тех. наук: 05.26.03 / Кожевин Дмитрий Федорович. - СПб., 2011. - 120 с.

6. Сытдыков М.Р. Методика оценки эффективности порошкового огнетушителя со встроенной пористой емкостью (применительно к пожароопасным производственным объектам нефтебаз): дис. … канд. тех. наук: 05.26.03 / Сытдыков Максим Равильевич. - СПб., 2013. - 170 с.

7. Сорокин И.А. Методика оценки эффективности порошковых огнетушителей при тушении пожаров на объектах нефтегазовой отрасли: автореф. дис. на соискание

уч. ст. кандидата техн. наук: спец. 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность (нефтегазовый комплекс)» // СПБ, 2022. с. 12.

8. Маркова Н.Б. Методика оценки эффективности порошковых огнетушителей при тушении пожаров на объектах нефтегазовой отрасли: автореф. дис. на соискание уч. ст. кандидата техн. наук: спец. 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность (нефтегазовый комплекс)» // СПБ, 2022. с. 12.

9. Сытдыков М.Р., Кожевин Д.Ф., Иванов А.В. Оценка способов вытеснения огнетушащих веществ из средств пожаротушения, предназначенных для тушения углеводородов // Проблемы управления рисками в техносфере. 2022. № 2 (62). С. 154–163.

УДК 614.8.084

Г. В. Талалаева, С. Н. Пазникова
Уральский институт ГПС МЧС России

ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ РИСКИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Представлены результаты анализа публикаций базы РИНЦ за период 1980–2022 гг. Показан тренд мнения ученых о полимерах и технологиях их производства как источников потенциальных рисков пожарной и экологической опасности. Представлено авторское учебное пособие, посвященное скрытым угрозам композиционных материалов.

Ключевые слова: композиты, баланс «риск-выгода», практико-ориентированный подход, экологическая безопасность.

G. V. Talalaeva, S. N. Paznikova

POTENTIAL RISKS OF COMPOSITE MATERIALS, TECHNOLOGIES OF THEIR PRODUCTION AND APPLICATION: ENVIRONMENTAL ASPECT

The results of an analysis of publications in the RSCI database for the period 1980–2022 are presented. The trend of scientists' opinions about polymers and their production technologies as sources of potential fire and environmental risks is shown. The author's textbook on the hidden threats of composite materials is presented.

Key words: composites, risk-benefit balance, practice-oriented approach, environmental safety.

Современное развитие технологий и производства композиционных материалов, вызывает пристальное внимание экспертов в сфере безопасности, ар-

© Талалаева Г. В., Пазникова С. Н., 2023

хитектуры, градостроительства. Обоснованно ставится вопрос о пользе и рисках нового витка развития технологий и применения ПКМ в различных сферах жизнедеятельности человека [1].

Рассмотрение потенциальных рисков использования полимеров и полимерных композиционных материалов на их основе предусмотрено при изучении дисциплины экология. Обсуждение двойственного характера современных композитов и технологий актуально и своевременно. Оно раскрывает практическое значение теоретических положений, изложенных в Федеральном Законе «О безопасности» [2] и Указе Президента «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года» [3].

В данном Законе статья 2 «Основные принципы обеспечения безопасности» п.4 предусматривает приоритет предупредительных мер в целях обеспечения безопасности.

Положения Указа Президента Российской Федерации, фиксируют тот факт, что новые потенциальные риски определяются научно-техническим прогрессом и, в частности, связаны с инновациями в военно-политической, военно-технической и социально-экономической сферах (п.8). Указ предусматривает формирование новых подходов к защите населения и территорий при минимальном уровне финансовых и материальных затрат (п.10); путем учета приоритетных направлений совершенствование методов и способов защиты населения, материальных и культурных ценностей от опасностей, возникающих при военных конфликтах и чрезвычайных ситуациях (п.11).

Цель и задачи исследования:

С учетом изложенного выше, целью работы является обобщение и систематизация данных о потенциальных рисках полимерных композиционных материалов (ПКМ) и технологий их изготовления, применения, утилизации, которые могут проявится в условия экологических катастроф и чрезвычайных ситуаций.

В задачи исследования вошли:

- анализ потенциальных экологических рисков композитов на всех этапах технологического цикла от сырья до их утилизации;
- актуализация дидактически материалов, методических разработок лабораторных и практических занятий по дисциплинам химия, физико-химические методы анализа, теория горения и взрыва для обучающихся по специальностям 20.05.01 Пожарная безопасность; 40.05.03 Судебная экспертиза и по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность с включением в них результатов анализа данных о потенциальной опасности ПКМ;
- подготовка к изданию учебного пособия «Характеристика полимерных композиционных материалов: потенциальные риски для комплексной безопасности».

Полученные результаты. В ходе выполнения работы проведен наукометрический анализ базы данных РИНЦ в период с 1980 по 2022 год по теме поли-

мерных композиционных материалов. Установлена эволюция взглядов экспертов на наличие потенциальных рисков ПКМ и технологических процессов, связанных с их получением, применением и утилизацией. Это связано с несколькими причинами:

- с расширением сырьевой базы для изготовления ПКМ: переходом от природных наполнителей к синтетическим наполнителям;
- расширением диапазона физических и химических факторов, применяемых для изготовления матриц и наполнителей: применением ультразвуковых, электромагнитных, оптических и лазерных технологий для получения наноразмерных ПКМ;
- внедрением в производственные процессы технологий, искусственно изменяющих физические и химические характеристики сырья и создающие новые материалы с заранее заданными оптическими характеристиками, обладающими экранирующим эффектом от действия ультрафиолетового и ионизирующего излучения;
- изменением сфер применения ПКМ: создание специальных композитов с заданными свойствами для космической, военной промышленности, трансплантологии, в т.ч. создания так называемых биочипов и умных биопротезов;
- изменением географии производственной базы изготовления ПКМ: изменения логистики и увеличения потенциальных риски, связанных с транспортировкой сырья и, самое главное, промежуточных продуктов переработки, создающих угрозу транспортной, технологической и экологической безопасности [4].

Двойственное (амбивалентное) значение перечисленных инноваций для экологической и пожарной безопасности отмечено многими авторами. Вопрос о балансе риска и выгоды для человечества при производстве и использовании ПКМ обсуждается в научной печати с разных точек зрения, в том числе при анализе сырья для производства ПКМ [6, 7], применения ПКМ в строительстве [8, 9], профессиональной деятельности пожарных [10, 11], в процессе утилизации [1, 12] и горения [13].

Результаты выполненного наукометрического анализа внедрены в практику учебного процесса кафедры химии и процессов горения. Пилотным проектом актуализации дидактического материала кафедры стала дисциплина экология, в которую в качестве ситуационных задач, кейсов и практических иллюстраций были включены результаты публикаций базы РИНЦ. Наибольший интерес со стороны курсантов, студентов и слушателей факультета повышения квалификации вызвали эмпирические данные, представленные в следующих темах дисциплины: «Природные и искусственные экосистемы», «Адаптация пожарных и спасателей к экстремальным факторам среды», «Влияние малых доз радиации на человека», «Экологизация производств, замкнутые и безотходные циклы «зеленой» экономики». Живой отклик обучающихся заочного фа-

культета и членов научного кружка вызвала подборка материалов, описывающих случаи транспортных железнодорожных аварий, связанных с разливами сырья для изготовления композиционных материалов для электроники (Екатеринбург, 2023; Огайо, 2023). Первый инцидент был успешно локализован без возникновения пожара и неблагоприятных экологических последствий; второй, наоборот, привел к экологической катастрофе биогеоценотического характера, которую эксперты назвали «химическим Чернобылем» [5].

Практико-ориентированное значение и востребованность собранного литературного материала стимулировало авторов к его обобщению в виде учебно-методического пособия. К изданию подготовлено учебно-методическое пособие с рабочим названием «Характеристика полимерных композиционных материалов: потенциальные риски для комплексной безопасности». Разработанное пособие вошло в план издания научной, учебной и учебно-методической литературы Уральского института ГПС МЧС России на 2023 год. Пособие предназначено для обучающихся по специальностям 20.05.01 Пожарная безопасность и 40.05.03 Судебная экспертиза, а также по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность. Особое внимание в нем уделено вопросам, связанным с потенциальными рисками композиционных материалов в случае чрезвычайных ситуаций в быту, на производстве и транспорте.

Выводы и заключение. Современные полимерные композиционные материалы являются несомненным достижением научно-технического прогресса. Они позволяют сделать среду обитания человечества более комфортной, расширяют границы освоения человеком окружающего пространства, повышают его защищенность от действия радиационного фактора и электромагнитного излучения. Однако, возникновение чрезвычайных ситуаций во вновь создаваемых искусственных экосистемах чревато увеличением рисков, величины ущерба, количества жертв и тяжести вреда здоровья пострадавшим. Об этом свидетельствуют, в частности, пожары в местах массового скопления где для строительства и отделочных работ широко применены ПКМ (пример − пожар в ночном клубе «Хромая лошадь», Пермь, 2009 г.). Быстрые темпы развития отрасли по производству ПКМ уже сегодня требует профессионального внимания со стороны экспертов в области пожарной, комплексной и экологической безопасности с целью нахождения оптимального баланса в соотношении «риск-выгода» применения ПКМ во всех сферах современной жизни человечества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Строганов В. Ф. Проблема: полимеры - прогресс или регресс развития человечества / В. Ф. Строганов, М. О. Амельченко // Полимеры в строительстве: научный интернет-журнал. – 2018. – № 1(6). – С. 10-25. – EDN JRAHJW.

2. Федеральный закон от 28.12.2010 N 390-ФЗ (ред. от 10.07.2023) "О безопасности"// Собрание законодательства РФ, 03.01.2011, № 1, ст.2. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/32417 (дата обращения 27.09.2023).

3. Указ Президента РФ от 20.12.2016 г. № 696 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области гражданской обороны на период до 2030 года». URL: https://mchs.gov.ru/dokumenty/ukazy-prezidenta-rf/458 (дата обращения 27.09.2023).

4. Талалаева, Г. В. Современные композиционные материалы: перспективы и риски применения их в области комплексной безопасности и гражданской обороны / Г. В. Талалаева, С. Н. Пазникова // Технологии гражданской безопасности. – 2023. – Т. 20, № 1(75). – С. 107-114. – EDN FABFAX.

5. Талалаева, Г. В. Перспективы применения композиционных материалов для обеспечения экологической безопасности / Г. В. Талалаева, С. Н. Пазникова // Химические и материаловедческие аспекты техносферной безопасности : Сборник трудов XXXIII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2023 года. – Химки: Академия гражданской защиты Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 112-117. – EDN OPVOGQ.

6. Морозова, Л. А. Экологические проблемы производства и использования полимерных материалов / Л. А. Морозова // Естественные науки: актуальные вопросы и социальные вызовы : материалы IV Международной научно-практической конференции, Астрахань, 26 ноября 2021 года / Астраханский государственный университет. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2021. – С. 139-141. – EDN RCOJPE.

7. Классификация техногеных полимерных материалов по степени опасности / Н. А. Якимец, П. Ю. Горягин, А. В. Кизилов, Ю. С. Кононова // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 01–20 мая 2017 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. – С. 560-564. – EDN URUFCA.

8. Нелис, Л. И. Анализ воздействия полимеров на здоровье человека при возникновении пожара / Л. И. Нелис, С. Н. Суровикин, К. В. Чикина // Безопасность городской среды : Материалы V Международной научно-практической конференции, Омск, 21–23 ноября 2017 года / Под ред. Е.Ю. Тюменцевой. – Омск: Омский государственный технический университет, 2018. – С. 452-454. – EDN USFJBA.

9. Томаков, М. В. Образование и оценка воздействия опасных факторов пожара на человека / М. В. Томаков, В. И. Томаков // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии. – 2015. – № 4(17). – С. 98-108. – EDN VHNGWF.

10. Композиционный полимерный материал для боевой одежды пожарного с улучшенными эксплуатационными характеристиками / Д. В. Сорокин, А. Л. Никифоров, О. Г. Циркина, С. Н. Ульева // Физика волокнистых материалов: структура, свойства, наукоемкие технологии и материалы (SMARTEX). – 2019. – № 1-2. – С. 47-51. – EDN OLVUHT.

11. Алешков, М. В. Обзор применяемых пожарных напорных рукавов в мире / М. В. Алешков, Д. С. Пушкин // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2008. – № 1. – С. 128-133. – EDN SGXRFZ.

12. Петров, А. В. Технологии утилизации полимерных композиционных материалов / А. В. Петров, М. С. Дориомедов, С. Ю. Скрипачев // Композитный мир. – 2017. – № 3(72). – С. 40-47. – EDN YPEGRV.

13. Химические вещества как поражающий фактор пожаров / В. А. Башарин, А. Н. Гребенюк, Н. Ф. Маркизова [и др.] // Военно-медицинский журнал. – 2015. – Т. 336, № 1. – С. 22-28. – EDN WARBLN.

УДК 614.842.81

Д. А. Тарасова, Я. Н. Короткова, И. В. Пестов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СТРАТЕГИИ ПОВЫШЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЗДАНИЯХ

В статье некоторые стратегии для обеспечения пожарной безопасности в гражданских и административных зданиях. Также представлены и рассмотрены основные принципы пожарной безопасности, показана необходимость дальнейшего рассмотрения подобного вопроса.

Ключевые слова: пожарная безопасность, стратегии, тушение пожаров, нормативно-правовые акты, стандарты

D. A. Tarasova, Ya. N. Korotkova, I. V. Pestov

STRATEGIES FOR INCREASING FIRE SAFETY IN BUILDINGS

The article contains some strategies for ensuring fire safety in civil and administrative buildings. The basic principles of fire safety are also presented and discussed, and the need for further consideration of this issue is shown.

Key worlds: fire safety, strategies, fire fighting, regulations, standards

Здания составляют большую часть построенной инфраструктуры и играют ключевую роль в социально-экономическом развитии страны. Большинство зданий рассчитаны на несколько десятилетий и обеспечивают жилую и функциональную эксплуатацию большому количеству жителей на протяжении всего расчетного срока службы. В течение этого длительного периода времени здания подвергаются нескольким опасностям природного (землетрясение, ураган, цунами и т. д.) и техногенного характера (пожар, взрыв и т. д.), которые могут привести к частичному или полному обрушению здания и выводу из строя строительных работ. Такое разрушение или вывод из строя в случае опасности может поставить под угрозу безопасность жизни жителей и вызвать значительные прямые и косвенные денежные потери. Следовательно, здания проектируются так, чтобы противостоять воздействиям многочисленных ожидаемых опасностей, чтобы обеспечить безопасность жизни и конструкций в течение

© Тарасова Д. А., Короткова Я. Н., Пестов И. В., 2023

всего расчетного срока службы, и пожар представляет собой одну из таких опасностей, которые могут возникнуть в зданиях [1–3].

Пожарную опасность в зданиях можно определить как возможность случайного или преднамеренного пожара, который может поставить под угрозу безопасность жизни, конструкций и имущества.

Пожарную безопасность можно определить как набор мер по предотвращению возникновения пожара и управлению последствиями случайных или преднамеренных пожаров, сохраняя при этом возникающие потери на приемлемом уровне [4]. В нормативных подходах пожарная безопасность зданий обеспечивается за счет сочетания активных и пассивных систем противопожарной защиты. Системы активной противопожарной защиты (спринклеры, датчики тепла и дыма и т. д.) предназначены для обнаружения и контроля или тушения пожара на его начальной стадии и имеют более важное значение с точки зрения безопасности жизнедеятельности. Принимая во внимание, что пассивные системы противопожарной защиты (структурные и ненесущие элементы здания) предназначены для обеспечения структурной устойчивости во время воздействия огня и сдерживания распространения огня. Их главная цель — предоставить достаточно времени для тушения пожаров и спасательных операций, а также минимизировать денежные потери.

Этот традиционный подход к обеспечению пожарной безопасности имеет ряд ограничений при решении современных проблем пожарной опасности и дает ограниченные рекомендации по предотвращению самой пожарной опасности [5]. Основные ограничения систем активной противопожарной защиты включают низкую производительность и функциональную надежность, а также высокую стоимость установки и обслуживания, что часто становится серьезной проблемой в развивающихся странах с ограниченными финансовыми ресурсами. С другой стороны, пассивная противопожарная защита ориентирована на противопожарные характеристики отдельных элементов конструкции и компонентов здания, а не на целостную пожарную безопасность здания. Более того, предписывающий подход к обеспечению пожарной безопасности недостаточно хорошо интегрирован с реальным процессом проектирования зданий, и часто противопожарное проектирование выполняется с основной целью получения одобрения органов регулирования пожарной безопасности [6, 7]. Поэтому в развивающихся странах с плохим регулированием и правоприменением в зданиях часто отсутствуют или неадекватны меры пожарной безопасности.

Для решения этих проблем в статье предлагается интегрированная структура функций противопожарной защиты зданий, регулирования и правоприменения, а также развития технологий и ресурсов для повышения пожарной безопасности в зданиях (рис. 1).

Чтобы продемонстрировать применимость этой концепции для повышения пожарной безопасности в зданиях, определены основные ограничения существующих мер противопожарной защиты и представлены подробные стратегии по устранению этих ограничений с использованием предлагаемой структу-

ры пожарной безопасности. Особое внимание уделяется экономической эффективности предлагаемых стратегий, а также определяются потребности в исследованиях и обучении для дальнейшего повышения пожарной безопасности зданий.

Рис. 1. Комплексная основа для реализации стратегий повышения пожарной безопасности зданий

Большинство действующих мер противопожарной защиты носят предписывающий характер и основаны на аналогичных принципах пожарной безопасности. Таким образом, эти положения можно сгруппировать по четырем общим категориям: общая стратегия пожарной безопасности, строительные нормы и стандарты, меры безопасности внутри зданий и, соответственно, пожаротушение (рис. 2).

Рис. 2. Принципы пожарной безопасности

Общая стратегия пожарной безопасности

Первой линией и главной стратегией борьбы с пожарной опасностью является предотвращение возникновения пожара. Поскольку не всегда возможно предотвратить пожар, последствия пожара следует контролировать либо путем борьбы с самим пожаром, либо путем управления пострадавшими людьми и имуществом. Обычная стратегия управления людьми заключается в эвакуации

подвергшихся воздействию людей из здания путем перемещения людей по безопасному пути пожарной эвакуации. Для безопасной эвакуации людей важно, чтобы эти требования выполнялись одновременно: пожар обнаружен на зарождающейся или развивающейся стадии (чем раньше, тем лучше), жильцы были уведомлены с помощью пожарной сигнализации и в здании существовал безопасный путь эвакуации при пожаре. Однако в случае высотных зданий невозможно эвакуировать людей через безопасный пожарный выход в установленные сроки. Таким образом, стратегия защиты на месте принимается путем предоставления безопасного убежища на определенных уровнях здания, которые затем эвакуируются пожарной службой. Это позволяет пожарным направлять операции по эвакуации только в эти конкретные зоны убежища и экономить драгоценное время, которое может стать фактором жизни и смерти в пожарных ситуациях.

Общая стратегия борьбы с пожаром и его последствиями заключается в контроле доступного топлива для горения и использовании средств его тушения с помощью различных средств противопожарной защиты, установленных в здании. Другим эффективным методом борьбы с огнем является тушение с использованием автоматических или ручных средств противопожарной защиты. В случае автоматических систем пожаротушения важно, чтобы и оборудование обнаружения пожара, и оборудование пожаротушения работали одновременно. К автоматическим средствам пожаротушения относятся автоматические спринклеры, системы конденсационно-аэрозольного пожаротушения и системы газового пожаротушения. С другой стороны, ручное пожаротушение относится к ручным системам пожаротушения или стояковым системам. Тушение пожара зависит от раннего обнаружения, функциональной надежности и надежности выполнения мер противопожарной защиты.

Строительные нормы и стандарты

Подробные положения в строительных нормах и правилах указаны для предотвращения возникновения пожара, управления его последствиями и обеспечения безопасности жизни и конструкций, сводя при этом к минимуму материальные и человеческие потери. Строительные нормы и стандарты содержат рекомендации как по проектированию, так и по оценке огнестойкости элементов конструкций и узлов. В случае противопожарного проектирования здания в нормах указываются функции строительных элементов при воздействии огня, допустимый предел плотности загрузки топлива, требуемые уровни огнестойкости для строительных элементов, рекомендации по типу материалов, минимальные размеры элементов для достижения требуемого класса огнестойкости и рекомендации по эвакуации. стратегии. Эти рекомендации различаются в зависимости от типа помещения, например, больницы, коммерческих зданий, жилых зданий и т. д. Как правило, для общественных зданий, таких как больницы и дома престарелых (где риск для безопасности жизни выше, а косвенные денежные потери очень высоки), строительные нормы, правила и стандарты ре-

комендуют очень консервативные решения с высоким коэффициентом безопасности.

Обеспечение пожарной безопасности внутри здания

Средства пожарной безопасности, предусмотренные внутри здания, сгруппированы в две основные категории: активные и пассивные системы противопожарной защиты. Системы активной противопожарной защиты (спринклеры, детекторы дыма, огнетушители и т. д.) относятся к контролю пожара путем выполнения определенных действий с помощью автоматизированного устройства или человека. С другой стороны, пассивные системы противопожарной защиты относятся к мерам противопожарной защиты, которые встроены в само здание и не требуют каких-либо действий со стороны людей или автоматического управления (например, классификация огнестойкости несущих элементов или узлов).

На начальной стадии пожара, чтобы сдержать огонь используются первичные средства пожаротушения – огнетушители. Если пожар переходит в фазу роста, приоритетной задачей является эвакуация людей из здания, поскольку вдыхание токсичных газов от огня может привести к летальному исходу в течение нескольких минут. На этом этапе управление пожаром возлагается на автоматизированные или ручные системы активной противопожарной защиты. Следует отметить, что время включения всех автоматизированных систем противопожарной защиты имеет решающее значение, поскольку любая задержка с срабатыванием пожарной сигнализации напрямую ставит под угрозу безопасность жизни и снижает шансы на сдерживание пожара, когда его интенсивность возрастает. Поэтому в идеале весь процесс эвакуации должен быть завершен до того, как пожар выйдет из-под контроля систем активной противопожарной защиты.

Пожаротушение

Если пожар не ликвидируется средствами активной противопожарной защиты, то тушение или контроль пожара, а также обеспечение безопасности жизнедеятельности возлагается на функции пожарной охраны. Время, необходимое пожарной службе для прибытия на место и начала операций по тушению пожара, играет ключевую роль в тушении пожара и называется временем реагирования [8]. Пожарная часть оснащена специализированным оборудованием, позволяющим обеспечить альтернативный вход в здание и провести спасательные работы даже в самых труднодоступных местах [9]. Службы пожаротушения также имеют законные полномочия проверять владельцев зданий и требовать от них соблюдения требований пожарной безопасности, указанных в нормативно-правовых актах и стандартах. Это позволяет лучше обеспечивать соблюдение требований пожарной безопасности, а их постоянный мониторинг помогает повысить пожарную безопасность.

На основании представленной выше информации можно сделать следующие выводы:

– пожар представляет серьезную опасность как в развивающихся, так и в развитых странах и, а также несут значительную угрозу жизни, строениям, имуществу и экологической безопасности.

– реализация ключевых мер, которые включают улучшение противопожарной защиты зданий, надлежащее регулирование и обеспечение соблюдения положений строительных норм и правил, повышение осведомленности общественности и правильное использование технологий и ресурсов, являются ключом к снижению пожарной опасности в зданиях.

– основные потребности в исследованиях и обучении, необходимые для повышения пожарной безопасности в зданиях, включают разработку экономически эффективных систем пожаротушения, рациональных подходов к противопожарному проектированию, определение характеристик новых материалов, разработку норм, основанных на характеристиках, и понимание пожарной опасности лесных пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баканов, М. О. Модель мониторинга для оперативного управления при ликвидации пожаров и чрезвычайных ситуаций / М. О. Баканов, Д. В. Тараканов, М. В. Анкудинов // Мониторинг. Наука и технологии. – 2017. – № 3(32). – С. 77-80. – EDN ZKAFRR.

2. Модель циклического мониторинга природных пожаров затяжного характера / М. О. Баканов, Д. В. Тараканов, А. В. Кузнецов, А. В. Столяров // Мониторинг. Наука и технологии. – 2019. – № 2(40). – С. 14-19. – DOI 10.25714/MNT.2019.40.002. – EDN VWZYHO.

3. Баканов, М. О. Дистанционный мониторинг техногенных пожаров и чрезвычайных ситуаций / М. О. Баканов, Д. В. Тараканов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2018. – № 1(373). – С. 173-177. – EDN XRGBUT.

4. Многофакторный мониторинг динамики пожара на текстильных предприятиях / Б. Б. Гринченко, А. В. Кузнецов, М. О. Баканов, Д. В. Тараканов // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2021. – № 3(393). – С. 135-140. – DOI 10.47367/0021-3497_2021_3_135. – EDN BDFSOE.

5. Тараканов, Д. В. Методика оценки эффективности мониторинга состояния пожаров в зданиях / Д. В. Тараканов, М. О. Баканов, А. О. Семенов // Технологии техносферной безопасности. – 2017. – № 3(73). – С. 97-102. – EDN YOCMXW.

6. Fedosov, S. V. Mathematical Modeling and Experimental Investigation of the Process of Non-Stationary Heat Transfer in a Block Foam Glass Sample at the Annealing Stage / S. V. Fedosov, M. O. Bakanov, I. A. Kuznetsov // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2023. – Vol. 19, No. 1. – P. 190-203. – DOI 10.22337/2587-9618-2023-19-1-190-203. – EDN CGDTDX.

7. Федосов, С. В. Систематизация цифровых решений по обеспечению безопасных условий труда на основе информационных моделей объектов строительства / С. В. Федосов, Е. А. Король, М. О. Баканов // Строительство и техногенная безопасность. – 2023. – № 29(81). – С. 41-57. – EDN EELSZX.

8. Ранжирование номеров вызова как элемент планирования при организации тушения пожаров / М. О. Баканов, И. А. Кузнецов, А. В. Суровегин, Д. С. Катин // Актуальные вопросы пожаротушения : сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 26 мая 2023 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2023. – С. 8-12. – EDN UWWSAV.

9. Кузнецов, И. А. Анализ оснащенности подразделений пожарной охраны специальными техническими средствами, используемыми при ведении боевых действий по тушению пожаров и проведении АСР / И. А. Кузнецов, Д. С. Катин, А. В. Суровегин // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 21 апреля 2023 года. – Железногорск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирская пожарно-спасательная академия" Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации стихийных бедствий", 2023. – С. 297-301. – EDN VGOXLO.

УДК 355.583

Д. А. Тарасова, А. Л. Никифоров, И. А. Легкова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СИГНАЛЬНОЕ ПОЛОТНИЩЕ С ЭЛЕМЕНТАМИ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ПОКРЫТИЯ КАК МЕТОД ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

В статье рассмотрены способы получения органических и неорганических люминофоров, а также показана актуальность применения полученных веществ при проведении поисково-спасательных операций. Представлено разработанное сигнальное устройство в виде специального полотнища, способного достичь целей по поиску пострадавших поисково-спасательными службами в чрезвычайных ситуациях в более короткие промежутки времени.

Ключевые слова: люминофоры, чрезвычайные ситуации, сигнальное устройство, поисково-спасательные операции, службы реагирования

D. A. Tarasova, A. L. Nikiforov, I. A. Legkova

SIGNAL PANEL WITH ELEMENTS OF LUMINESCENT COATING AS A METHOD OF ACHIEVING THE GOALS OF SEARCH AND RESCUE OPERATIONS

© Тарасова Д. А., Никифоров А. Л., Легкова И. А., 2023

The article discusses methods for producing organic and inorganic phosphors, and also shows the relevance of using the obtained substances during search and rescue operations. The developed signaling device is presented in the form of a special panel that can achieve the goals of searching for victims by search and rescue services in emergency situations in shorter periods of time.

Key worlds: phosphors, emergency situations, signaling device, search and rescue operations, response services

Каждый год по всему миру проводится множество поисково-спасательных операций, которые связаны в основном с поиском людей или транспортных средств, потерпевших крушение [1–3]. Деятельность служб реагирования на такие чрезвычайные ситуации (ЧС) осложняются огромной площадью поиска, погодными условиями и зачастую прекращаются с наступлением ночи. Порой от оперативности их действий зависят жизни людей [5].

В настоящее время разработаны и используются средства, позволяющие визуализировать место крушения транспортного средства, а также обозначать место нахождения людей. К ним относятся различного рода сигнальные радиомаяки, проблесковые фонари, портативные средства связи, сигнальные ракеты и факелы. Следует отметить, что перечисленные средства не всегда показывают свою эффективность, что объясняется техническими причинами — повреждением и выходом из строя электронных систем, разрядом источников питания, элементарным отсутствием или ограниченным радиусом действия связи при использовании мобильных систем.

Что касается использования сигнальных ракет и факелов, то и здесь имеются ограничения по их использованию неподготовленными гражданами. Ну и отдельная категория граждан, попадающая в затруднительные ситуации – это малые туристические группы, грибники, охотники и рыболовы. Данная категория как правило крайне редко использует какие-либо средства визуализации для обозначения своего местонахождения, что позволило бы спасателям существенно сократить затраты времени на поиск пострадавших. Чаще всего данная категория для обозначения своего положения использует подручные средства — костры, самодельные факелы.

Использование сигнальных средств необходимо также для обозначения границ аварийных зон при возникновении чрезвычайных ситуаций [7].

Поэтому разработка доступных, недорогих, компактных, надежных, простых в обращении и не требующих источников электроэнергии (батарей и аккумуляторов) средств визуализации местонахождения пострадавших в дневное и ночное время суток является актуальной задачей.

Таким образом, разрабатываемые сигнальные устройства должны основываться на использовании альтернативных источников энергии.

На наш взгляд для решения данной проблемы могут быть использованы люминофоры и люминесцентные материалы. Разработка сигнальных средств на

основе их использования является одним из доступных и простых способов решения сформулированной актуальной задачи [4].

Один из самых простых способов повысить безопасность — это ношение специального плаща-накидки, как сигнального средства, которые содержат люминофорное покрытие. К преимуществам их использования можно было бы отнести защиту от плохих погодных условий (в частности дождя, снега, ветра), незначительный вес, отсутствие опасных для здоровья веществ, небольшую стоимость вещи, а главное — обеспечение быстрого поиска местонахождения человека.

Явление люминесценции можно эффективно использовать для обозначения места крушения морских и воздушных судов. Люминофоры, как альтернативные источники энергии, способны длительное время сохранять способность излучать свет, видимый с расстояния нескольких сотен метров в любое время суток. Воздушные и морские транспортные средства могут быть оборудованы автоматически системами, разбрасывающими при аварийных режимах люминесцентными капсулами, которые могут быть объединены в сеть, что позволяет им закрепляться на кронах деревьев, если катастрофа воздушного средства произошла над десистой местностью. Для морских судов данное средство должно обладать флотационными свойствами и находиться на поверхности воды.

Для оценки реализуемости предлагаемого решения на практике, считаем необходимым дать информацию о веществах, способных аккумулировать при облучении световую энергию, а при отсутсвии освещения излучать видимый свет определенной длины волны. При этом цвет излучения может быть различным и определяется химической природой люминофора – вещества, способного фосфоресцировать, то есть излучать поглощенный ранее свет в течение нескольких последующих часов без дополнительной «подпитки». Его также можно считать аналогом фосфора, однако он превосходит фосфор по характеристикам свечения. Для «зарядки» люминофоров достаточно несколько секунд контакта с источником света. Чем дольше вещество находится с источником света, тем большую он поглощает энергию, что определяет и длительность последующего видимого излученияю. Причем интересно, что на длительность свечения влияют только первые 40 минут зарядки, после чего вещество перестает поглощать энергию. На наш взгляд наиболее значимыми характеристиками люминофора, который должен быть использован в предлагаемых сигнальных системах, являются яркость и длительность послесвечения, а также, в определенной степени, спектральная характеристика видимого излучения.

По своей химической природе все люминофоры можно разделить на органические и неорганические, которые могут быть получены по сразличным методикам и различаются по своим эксплуатационным характеристикам.

Так для получения неорганического люминофора светло-желтого свечения необходимые следующие компоненты:

- углекислый стронций — 100 г;

- сера — 30 г;
- сода — 2 г;
- хлористый натрий — 0,5 г;
- сернокислый марганец — 0,2 г.

Для получения порошкообразного материала, представленного на рис. 1, представленные выше вещества растирались в фарфоровой чашке, перемешивались, после чего нагревались в течение 6 часов при T = 900±20 °C [6]. После этого полученную массу перетирали на шаровой мельнице до однородного состава. После этой операции люминофор еще раз прокаливали в течении 3 часов при T = 900±20 °C.

Для приготовления органического люминофора желто-зеленого цвета (рис. 2) используется хвойный концентрат и борная кислота. Получение люминофора осуществлялось следующим образом: хвойный концентрат разводился водой (насыщенный раствор); в раствор добавлялась борная кислота до образования кашицы; полученный продукт помещается в фарфоровый тигель и прокаливается на горелке до полного удаления воды и образования однородной стеклоподобной массы; полученная масса измельчалась до состояния порошка; порошок смешивается со связующим (клеем), что позволяло нанносить его на любую поверхность.

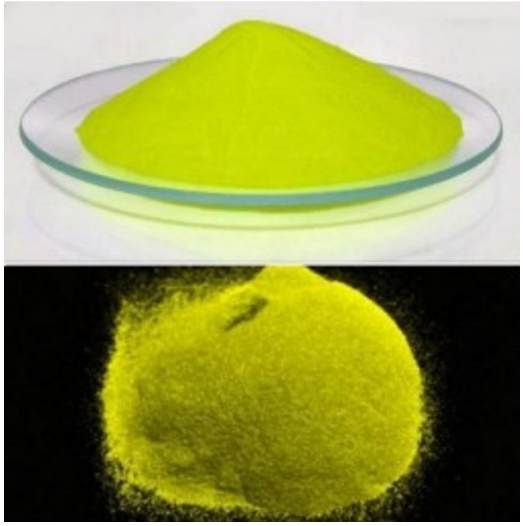


Рис. 1. Светло-желтое свечения люминофора

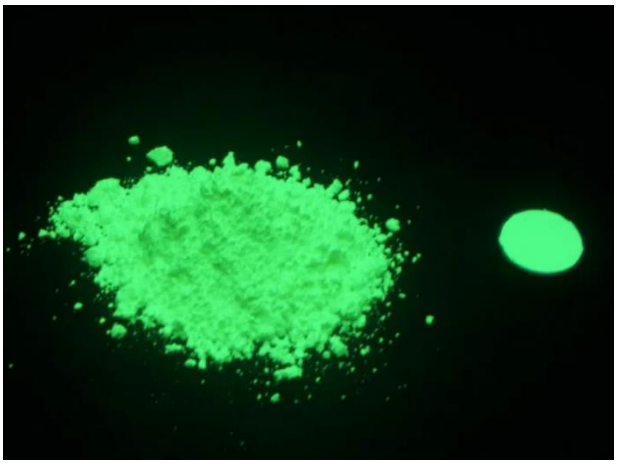
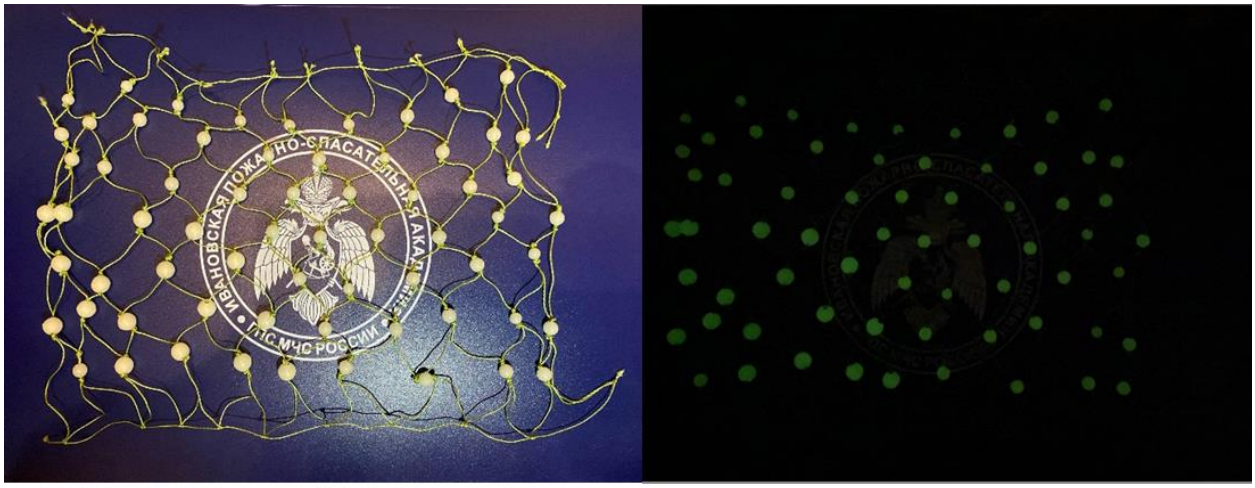


Рис. 2. Желто-зеленое свечение люминофора

Нами был разработан вариант исполнения сигнального полотнища в виде сетки, в узлах которой располагались элементы, выполненные из органического люминофора. (рис. 3).



а) б)

Рис. 3. Сигнальное полотнище: а) в дневное время суток; б) в ночное время суток

Таким образом, сигнальное полотнище с элементами люминесцентного покрытия позволит спасателям оперативнее находить пострадавших людей и места крушения судов, даже в экстремальных условиях. Люминофоры являются альтернативными источниками энергии, потому способны излучать свет даже в ночное время суток. Нами предложен вариант создания и использования сигнального полотнища для облегчения деятельности поисково-спасательных служб в случае ЧС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тараканов, Д. В. Совершенствование модели качества мониторинга крупных пожаров и чрезвычайных ситуаций / Д. В. Тараканов, М. О. Баканов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2018. – № 1(26). – С. 91-95. – EDN XRKWBN.

2. Кузнецов, А. В. Анализ структурно-логической модели резервирования средств оперативного мониторинга пожаров / А. В. Кузнецов, М. О. Баканов, Д. В. Тараканов // Технологии техносферной безопасности. – 2019. – № 2(84). – С. 99-107. – DOI 10.25257/TTS.2019.2.84.99-107. – EDN VLZEGJ.

3. Баканов, М. О. Резервирование средств мониторинга природных чрезвычайных ситуаций / М. О. Баканов, М. В. Анкудинов // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XI Международной научно-практической конференции, посвященной Году пожарной охраны, Иваново, 24–25 ноября 2016 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2016. – С. 210-211. – EDN YQCYSP.

4. Тарасова, Д. А. Использование люминофоров в области поисково-спасательных работ / Д. А. Тарасова, А. Л. Никифоров, И. А. Легкова // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов : сборник материалов x всероссийской научно-практической конферен-

ции, Иваново, 20 апреля 2023 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 497-502. – EDN LHIXOQ.

5. Кузнецов, А. В. Маршрутизация полета беспилотных авиационных систем при проведении поисково-спасательных работ / А. В. Кузнецов, М. О. Баканов, Д. В. Тараканов // Актуальные вопросы пожаротушения : Сборник материалов Всероссийского круглого стола, Иваново, 15 мая 2020 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2020. – С. 77-85. – EDN OFIRUH.

6. Fedosov, S. V. Mathematical Modeling and Experimental Investigation of the Process of Non-Stationary Heat Transfer in a Block Foam Glass Sample at the Annealing Stage / S. V. Fedosov, M. O. Bakanov, I. A. Kuznetsov // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2023. – Vol. 19, No. 1. – P. 190-203. – DOI 10.22337/2587-9618-2023-19-1-190-203. – EDN CGDTDX.

7. Тарасова, Д. А. К вопросу подготовки населенных пунктов к пожароопасному периоду и профилактики лесных пожаров / Д. А. Тарасова, Я. Н. Короткова, И. В. Пестов // Актуальные вопросы пожаротушения : сборник материалов III Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 26 мая 2023 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2023. – С. 336-339. – EDN LXDSHE.

УДК 699.812:666.972.16+691.6

Н. А. Таратанов, Р. А. Солдатов, Е. В. Карасев, О. В. Шувалов, Е. Ю. Курочкина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ДОКУМЕНТОВ, ПОДВЕРГШИХСЯ ВОЗДЕЙСТВИЮ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

В статье рассматриваются причины и условия изменения первоначального содержания документов в результате теплового воздействия, демонстрируются эффективные методы, способствующие установлению содержания документов, предлагаются новые приемы и методы исследования озолившихся документов.

Ключевые слова: преступление, технико-криминалистическая экспертиза документов, пожар, методика исследования, признаки объектов, рентгенофлуоресцентный спектрометр.

© Таратанов Н. А., Солдатов Р. А., Карасев Е. В., Шувалов О. В., Курочкина Е. Ю., 2023

N. A. Taratanov. R. A. Soldatov. E. V. Karasev. O. V. Shuvalov. E. Y. Kurochkina

DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR THE STUDY OF DOCUMENTS EXPOSED TO HIGH TEMPERATURES

The article discusses the causes and conditions of changes in the original content of documents as a result of thermal exposure, demonstrates effective methods that help to establish the content of documents, suggests new techniques and methods for the study of ozolized documents.

Key words: crime, technical and forensic examination of documents, fire, research methodology, signs of objects, X-ray fluorescence spectrometer.

Деяние, связанные с изменением первоначального содержания документа, являются достаточно распространенным преступлением, которое может происходить как с умышленной формой вины, так и по неосторожности. Субъекты преступления с каждым годом совершенствуют, способы внесения изменений в реквизиты документов, используя для этого различные средства и методы, в том числе информационные коммуникационные технологии.

Эти обстоятельства требуют новых подходов к методикам исследования и в оценке выявляемых признаков в ходе технико-криминалистического исследования документов.

Помимо этого, уничтожение и повреждение документов в результате воздействия высокой температуры, связано и с нарушениями обязательных требований пожарной безопасности [1].

Технико-криминалистическая экспертиза документов (далее – ТКЭД), как и любой вид экспертизы, является одним из источников доказательственной и розыскной информации о расследуемом событии. В частности, изучая реквизиты документов, эксперт устанавливает, как технические средства, использованные для их изготовления, так и проводит диагностические исследования, направленные на выявление и установление причин и условия, способствующих уничтожению документов.

Одними из распространенных в экспертной практике объектами исследования являются документы, содержание которых изменилось в результате воздействия каких-либо внешних факторов, таких как тепловое воздействие. Обнаружение и изъятие данных объектов ТКЭД, связано с осмотрами мест пожаров [2], произошедших как в результате поджога с целью сокрытия другого преступления, так и уничтожение, и повреждение чужого имущества, вследствие неосторожного обращения с огнем.

В обоих случаях в документы, подвергшиеся воздействию высокой температуры, могут являться вещественными доказательствами и стать объектами исследования с целью установления обстоятельств произошедшего события преступления (вида и количества документов, первоначально содержание документов).

Зачастую на пожаре документы подвергаются высокому термическому воздействию [3-6], исключая прямое воздействие огня, так как хранятся в сейфах. Но не во всех жилых домах присутствуют сейфы, поэтому воздействие на документы прямого огня неизбежно. С целью изучения поведения документов при воздействии на них открытого пламени было проведено данное исследование.

Для проведения исследования использовались два объекта:

1. Лист бумаги, прямоугольной формы, максимальными размерами 160×80 мм. На лицевой и оборотных сторонах объекта нанесено изображение билета Банка России номиналом «5000 рублей». Изготовленый способом цветной электрофотографической печати, на принтере «EPSON» («Объект № 1»).

2. Билет Банка России номиналом «10 рублей», образца 1997 года, модификации 2004 года, изготовленный ОА «Гознак» («Объект № 2»). Вид исследуемых объектов показан на рис. 1.

Рис. 1. Внешний вид объекта № 1 и № 2

На первоначальном этапе исследования оба объекта помещались на подложку и подвергались воспламенению, врезультате прямого воздействия огня, и самостоятельному горению до полного исчезновения пламени.

По результатам процесса горения объект № 1 видоизменился до фрагментов неопределенной формы с неровными краями, максимальными размерами до 18 мм в диаметре, бело-серого цвета, которые при малейшем механическом воздействии превращается в порошок. При визуальном осмотре указанных фрагментов, без использования специальных средст увеличения и освещения установлено, что текст и цвет красящего вещества не различимы. Результаты воздействия огня на объект № 1 показаны на рис. 2.

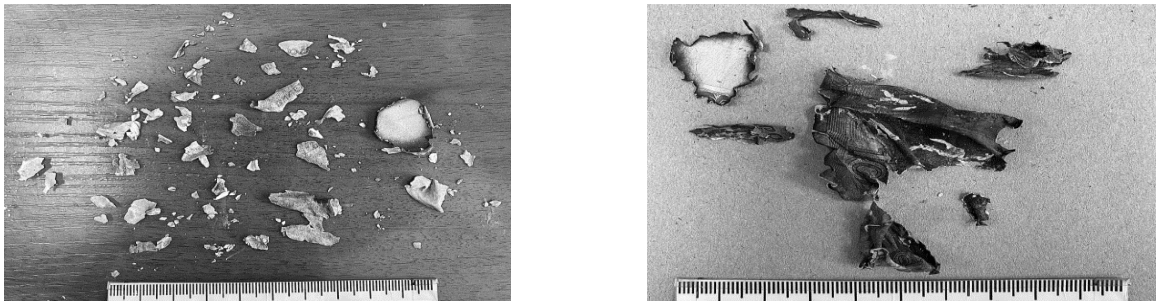


Рис. 2. Внешний вид объекта № 1 (слева) и № 2 (справа) в результате воздействия огня

По результатам процесса горения объект № 2 видоизменился до фрагментов черного и светло-серого цветов, различной формы с неровными краями, максимальными размерами от 10 мм до 70 мм в диаметре. Края фрагментов заворачиваются, поверхность покороблена, фрагменты. При визуальном осмотре указанных фрагментов, без использования специальных средст увеличения и освещения установлено, что штрихи текста и цвет красящего остаются различимы, поверхность в определенной степени сохраняет свою внешнюю структуру (рис. 2).

При дальнейшем исследовании объектов № 1 и № 2 при помощи микроскопа МСП-2, с увеличением до 80 крат, установлены морфологические признаки:

1) фрагменты объекта № 1:

– поверхность штрихов и объекта матовая;
– структура пористая, рыхлая, зернистая;
– отчетливо видны волокна объекта;
– края штрихов неровные.

2) фрагменты объекта № 2:

– видны внедренные в поверхность волокна светло-зеленого, красного и фиолетового цветов;
– четко выраженный микроузор в виде геометрических фигур, образованных параллельными линиями;
– рельеф штрихов.

На следующем этапе фрагменты объектов № 1 и № 2 исследовались в отраженных ультрафиолетовых, инфракрасных лучах и на просвет. Для проведения данного исследования был использован видеоспектральный компаратор «VSC400». При осмотре в ультрафиолетовых лучах с диапазоном излучения 365 нм, не озолившиеся фрагменты объекта № 1 начинает люминисцировать голубым цветом. Озолившиеся фрагменты видимой люминесценции не излучают, но становятся черного цвета. Результаты исследования показаны на рис. 3. При осмотре в ультрафиолетовых лучах с диапазоном излучения 365 нм фрагментов объекта № 2 установлена

люминисценция защитных волокон, что может свидетельствовать о подлинности данного документа [2].

При исследовании объектов № 1 и № 2 на просвет установлено, наличие на объекте № 2 водяного знака.

На заключительном этапе фрагменты объектов № 1 и № 2 исследовались при помощи универсального рентгенофлуоресцентного спектрометра «Clever C-31».

Исследование проводилось при следующих условиях: напряжение – 7кВ, ток – 800μА, без фильтра, время – 60сек, среда – воздух, анод рентгеновской трубки – родиевый. Перед проведением исследования фрагменты объектов № 1 и № 2 помещались в камеру спектрометра в специальной кювете для образцов. В ходе исследования получены спектры рентгеновской флуоресценции(рис. 3).

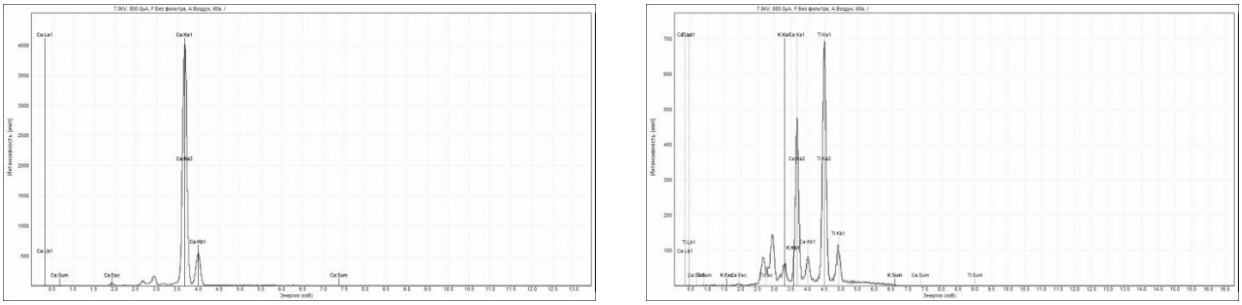


Рис. 3. Типичный спектр рентгеновской флуоресценции зольного остатка фрагментов объекта № 1 (слева) и № 2 (справа)

Анализируя типичный спектр рентгеновской флуоресценции зольного остатка фрагментов объекта № 1 (рис. 3) установлено, что в зольном остатке концентрация кальция (Ca) 100 %, это свидетельствует о полном выгорании органических веществ. Не отмеченные пики – это фон от внешнего устройства трубки. Анализируя типичный спектр рентгеновской флуоресценции зольного остатка фрагментов объекта № 2 (рис. 3) установлено, что в зольном остатке содержатся концентрации титана (Ti) = 79,71 %, кальция (Ca) = 17,76 %, калия (K) = 2,52 %. Такое количество металлов может содержаться в средствах защиты, используемых при изготовлении защищенной полиграфической продукции (например, металлизированные полосы, защитные волокна). Не отмеченные пики это – фон от внешнего устройства трубки.

Таким образом в результате проведенного исследования установлено, что у объектов № 1 и № 2, при одинаковом термическом воздействии, наблюдаются различия как в морфологических и оптических признаках, так и в элементном составе. Установленные в процессе исследования различающиеся признаки в своей совокупности достаточны для утверждения о том, что объекты № 1 и № 2 имеют разную природу происхождения, что может способствовать установлению обстоятельста совершения преступления в процессе

расследования. Так как установление рода и вида документа является немаловажным фактором, который содержит в себе криминалистически значимую информацию. Согласно методике ТКЭД озолившиеся документы не пригодны для установления первоначального содержания и не подлежат дальнейшему исследованию [7]. Однако, применение методов и средств рентгенофлуоресцентного анализа озолившихся фрагментов способствует установлению их элементного состава, что в дальнейшем поможет установить их происхождения. Использование рентгенофлуоресцентного анализа экспертами при подготовке экспертных заключений будет способствовать повышению объективности, достоверности и научности выводов эксперта, тем самым, усилит доказательственное значение заключения эксперта в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гужова А.И., Солдатов Р.А. Актуальные вопросы взаимодействия должностных лиц, членов следственно-оперативной группы, в ходе осмотра места пожара // Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности: сборник материалов Дней науки с международным участием, посвященных 90-летию Гражданской обороны России. В 2-х частях, Екатеринбург, 26–28 октября 2022 года. Том Часть 1. – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2022. – С. 55-58. – EDN ABPORG.

2. Гришанкова В.Ф., Солдатов Р.А., Емелин В.Ю. О видах ответственности при нарушении обязательных требований пожарной безопасности // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 21 апреля 2023 года. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 236-238. – EDN GQGCHX.

3. Спирин А.В., Таратанов Н.А. Установления путей распространения основных конвективных потоков и очаговой зоны // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Иваново, 14 октября 2021 года. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 504-509. – EDN QSIRDA.

4. Таратанов Н.А., Карасев Е.В., Таратанова А.В. Основы пожарно-технической экспертизы // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 136-140. – EDN FEVGMC.

5. Шувалов О.В., Таратанов Н.А. Проблемные вопросы осмотра места поджога объектов на открытой местности // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 169-173. – EDN EWJPRW.

6. Калашников Д.В., Таратанов Н.А. Экспертный эксперимент как инструмент в определении механизма возникновения горения // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности: Сборник трудов секции № 9 XXXIII Международной науч-

но-практической конференции, Химки, 01 марта 2023 года. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 106-110. – EDN WSBABK.

7. Скрипченко А.В., Коровкин Д.С. Технико-криминалистическая экспертиза документов: учебник. – СПб.: Санкт-Петерб. ун-т МВД России, 2014. – Ч. II. – 212 с.

УДК 699.812.3

Ю. Е. Толова*, С. Н. Наконечный**
*Главное управление МЧС России по Ивановской области
**Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

БЫСТРОТВЕРДЕЮЩАЯ ПЕНА КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОГНЕЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ

В данной работе представлены результаты оценки пожарной опасности древесины, обработанной трехкомпонентными смесевыми составами, приготовленными по различным технологиям, а также приведены сведения о перспективном способе огнезащиты древесины с помощью быстротвердеющих пленкообразующих составов и пен.

Ключевые слова: антипирены, древесина, пожарная опасность, пена.

U. E. Tolova, S. N. Nakonechnyy

QUICK-HARDING FOAM AS A PROMISING METHOD FOR FIRE PROTECTION OF WOOD

The given work presents the results of estimation of fire hazard of wood treated with three-component mixed compositions prepared using various technologies, as well as information on a promising method of fire protection of wood using fast-hardening film-forming compositions and foams.

Key words: fire retardants, wood, fire hazard, foam.

На сегодняшний день существует широкий ассортимент средств снижения пожарной опасности древесины и строительных изделий на её основе. Антипирены различной степени эффективности производятся почти в каждом регионе России. Разработка новых рецептур огнезащитных средств (ОЗС) – одно из направлений научно-исследовательской деятельности организаций, производящих работы и оказывающих услуги в области пожарной безопасности. В рамках этой деятельности написан ряд научных трудов [1-9], а также проведено исследование множества патентных источников [10-13]. При этом внимание исследователей в этой области всё чаще уделяется оценке индивидуальных

© Толова Ю. Е., Наконечный С. Н., 2023

свойств каждого антипирена.

Индивидуальным антипиреном считается химическое соединение, применение которого в концентрированном виде или в виде водного раствора позволяет добиться существенного снижения пожарной опасности конструкционного или отделочного материала. В результате ранее проведённых исследований были выделены 5 ингредиентов, наиболее часто применяющихся в сочетании с другими веществами при производстве ОЗС:

1) жидкое стекло;
2) диаммонийфосфат;
3) карбамид (мочевина);
4) сода пищевая (гидрокарбонат натрия);
5) бишофит.

Данные вещества можно использовать и в качестве индивидуальных антипиренов, и в смесевых композиционных составах, имеющих структуру «антипирен-растворитель-закрепитель», где в качестве растворителя использовалась вода как альтернатива пожароопасным органическим растворителям, а в роли закрепителя выступало жидкое стекло.

Приготовление рецептур смесевых составов из вышеперечисленных препаратов осуществлялось двумя способами. Первый способ предполагал растворение антипирена и закрепителя в отдельных ёмкостях и последующее смешивание с получением трёхкомпонентного состава, фактически являющегося бинарным. При реализации второго способа антипирен, растворитель и закрепитель смешивались в одной ёмкости и предполагалось получить жидкий композиционный состав с однородной структурой.

Однако при приготовлении водного раствора жидкого натриевого стекла и бишофита образовалась вязкая смесь, в то время как во время приготовления состава бинарным способом подобного не наблюдалось. Смесь, образовавшаяся при реализации второго способа приготовления раствора, перешла из жидкого состояния в гелеобразное и окрасилась в серый цвет.

Для пропитки древесных волокон образовавшаяся смесь не подходит вследствие высокой вязкости, в связи с чем для оценки огнезащитных свойств получившейся субстанции было решено покрыть образцы древесины путём окунания их в полученную смесь, после чего высушить в вытяжном шкафу и испытать на приборе для определения кислородного индекса. Сушка образцов до состояния плёночного покрытия проходила в течение 6 часов, что значительно меньше аналогичных показателей для огнезащитных пропиточных составов. Результаты оценки пожарной опасности подготовленных образцов приведены в таблице.

Таблица. **Значения кислородного индекса, полученные в результате вычислений по [14]**

Компоненты раствора	Кислородный индекс, %, об.
Жидкое стекло, бишофит (жидкий бинарный трёхкомпонентный состав)	25,1
Жидкое стекло, бишофит (гелеобразный однородный трёхкомпонентный состав)	28,2

Стоит отметить, что при воздействии открытого пламени газовой горелки в ходе оценки пожарной опасности плёнкообразное покрытие вспенилось, вследствие чего образцы не обуглились и сохранили свою структуру.

Полученные данные авторы интерпретируют как перспективную возможность получения быстротвердеющих интумесцентных малокомпонентных составов, подходящих для огнезащитной обработки деревянных строительных изделий. В дальнейшем представляется возможным получить быстротвердеющую пену для огнезащитной обработки древесины на объектах различного функционального назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асеева Р.М. Горение древесины и ее пожароопасные свойства [Текст]/ Р.М. Асеева, Б.Б. Серков, А.Б. Сивенков // Монография. - М.: Академия ГПС МЧС России. - 2010. - 262 с.

2. White R.H. Fire resistance of wood with members with directly applied protection. Proceedings of 11th International Conference and Exhibition «Fire and Materials 2009». UK, London, Interscience Communications, 2009. 971 p.

3. White R.H. Analytical methods for determining fire resistance of timber members [Текст]. In: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, New York, Springer, 2016.

4. Changjiang Zhu, Mingshan He, Yu Liu, Jianguang Cui, Oilon Tai, Lei Song, Yuan Hu. Synthesis and application of a mono-component intumescent flame retardant for polypropylene [Текст]. In: Polymer Degradation and Stability Volume 151, May 2018.

5. Еремина Т.Ю., Гравит М.В., Дмитриева Ю.Н. Особенности и принципы построения рецептур огнезащитных вспучивающихся композиций на основе эпоксидных смол // Пожаровзрывобезопасность. 2012. № 7.

6. Гравит М.В. Разработка рецептур огнезащитных вспучивающихся покрытий. Основные компоненты // Промышленные покрытия. 2012. № 9-10.

7. Наконечный С.Н., Порядочнова К.А. Изучение процессов воспламенения образцов древесины лиственных и хвойных пород, обработанных огнезащитным составом // сборник трудов секции № 11 XXX Международной научно- практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь», 19 марта 2020 года. – ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России. – 2020.

8. Трунтов Д.А., Порядочнова К.А., Наконечный С.Н. Изучение процесса воспламенения огнезащищенной древесины различных пород // Технологии ликвидации

чрезвычайных ситуаций: сб. материалов VI Международной заочной научно-практической конференции. – Минск: УГЗ, 2020. – 192 с. ISBN 978-985-590-094-9.

9. Толова Ю.Е., Наконечный С.Н. Влияние огнезащитных составов на показатель кислородного индекса древесины. Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов X Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 20 апреля 2023 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – 573 с. – ISBN 978-5-907353-90-9.

10. Патент РФ № 2011120392/13, 23.05.2011. Котенева И.В., Сидоров В.И., Котлярова И.А. Огнебиозащитный состав «Ксилостат+» // Патент России № 2465129. 2012. Бюл. № 30.

11. Патент USA № 20080258121, 23.04.2007. H.Farooq. Fire retardant composition// Патент United States of America № 11/738,662.2008.

12. Патент РФ № 2005116003/04, 26.05.2005. Левичев А.Н., Павлюкович Н.Г., Казиев М.М., Валецкий П.М. Огнезащитный состав для обработки древесины // Патент России № 2299229, 2006. Бюл. № 14.

13. Патент РФ № 2007102966/03, 20.11.2006. Щепочкина Ю.А. Композиция для покрытия древесины // Патент России № 2329985, 2008. Бюл. № 21.

14. ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Стандартинформ, 2016. – 16 с.

УДК 628

А. В. Топоров
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА, ИЗГОТОВЛЕННОГО НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ 3D ПЕЧАТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ

Рассмотрен вопрос исследования прочностных характеристик композиционных материалов, полученных с использованием технологии 3d печати с последующей пропиткой эпоксидным клеевым составом. Представлены макрофотографии структур испытательных образцов, имеющих различные коэффициенты заполнения внутреннего объема материалом при 3d печати. Представлены результаты испытаний образцов на растяжение. Приведены зависимости пределов прочности и удельной прочности исследуемых материалов от коэффициента заполнения. Выдвинуто предположение о влиянии на прочностные характеристики особенностей технологии FDM-печать 3d печати. Установлено влияние пропитки образцов клеевым составом на основе эпоксидной смолы на прочностные характеристики.

Ключевые слова: 3d печать, прочность, деталь, испытания композиционный материал.

© Топоров А. В., 2023

A. V. Toporov

INVESTIGATION OF THE MECHANICAL CHARACTERISTICS OF A COMPOSITE MATERIAL MADE ON THE BASIS OF 3D PRINTING TECHNOLOGY USING EPOXY RESIN

The issue of studying the strength characteristics of composite materials obtained using 3D printing technology with subsequent impregnation with epoxy adhesive composition is considered. Macrophotographs of the structures of test samples having different coefficients of filling the internal volume with material during 3D printing are presented. The results of tensile testing of samples are presented. The dependences of the strength limits and specific strength of the studied materials on the filling coefficient are given. The assumption is made about the influence on the strength characteristics of the features of the FDM-3d printing technology. The influence of impregnation of samples with an epoxy resin-based adhesive composition on strength characteristics has been established.

Key words: 3d printing, strength, detail, testing composite material.

Технология 3d печати используется для изготовления различных изделий, отличающихся по размерам, форме и назначению. В настоящее время существует множество способов 3d печати, среди которых одним из самых распространенных является экструзия – технология, основанная на подаче расплавленного материала через сопло с последующим его отверждением. В литературе этот способ получения изделий получил название FDM-печать (FusedDepositionModeling) [1, 2].

Для увеличения прочности изделий, изготовленных при помощи технологи FDM-печати предполагается производить пропитку полученного изделия клеевым составом, например, на основе эпоксидных смол.

На рис. 1 представлены макрофотографии (24-х кратное увеличение) поперечного сечения образцов до и после пропитки эпоксидным составом. Как видно на фотографиях смола полностью заполнила пространство между нитями фиаламента. Толщина образцов при этом не изменилась, о чем возможно судить по изображениям и результатам измерений.

В результате проведения испытаний были получены зависимости нагрузок от деформаций. С использованием этих данных были построены зависимости предела прочности образца от плотности заполнения (рис. 2).

Как видим из рис. 2, величина предела прочности для всех образцов покрытых эпоксидной смолой больше чем для образцов без смолы. Для образца со 100 % заполнением предел прочности материала увеличился на 13 % (рис. 2). Такое поведение материала возможно объяснить тем, что смола заполняя неровности на поверхности выравнивает ее и уменьшает величину и количество концентраторов напряжения [3].

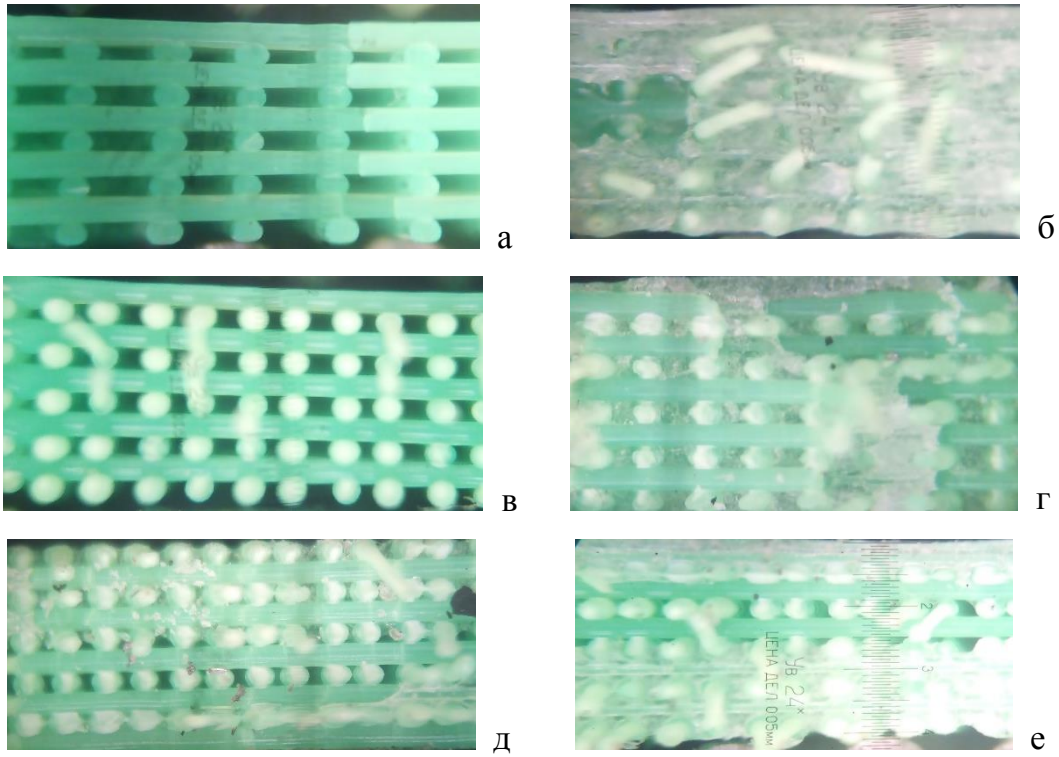


Рис. 1. Макрофотография испытательных образцов
до (а, в, д) и после (б, г, е) пропитки эпоксидной смолой после ее затвердевания
с различной степенью заполнения при печати: а, б – 40 %; в, г – 60%; д, е – 80%

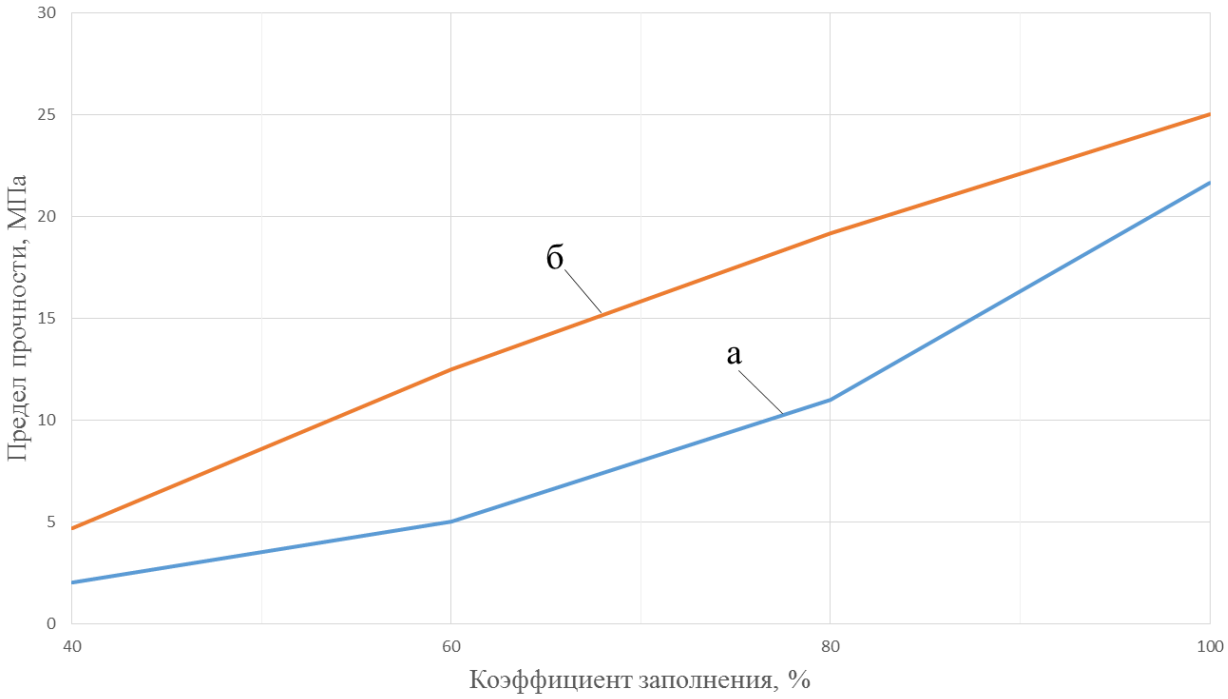


Рис. 2. Зависимость предела прочности образца от плотности заполнения:
а – без пропитки, б – с пропиткой эпоксидной смолой

При снижении плотности заполнения различия в значениях пределов прочности для образца покрытого смолой и без нее становя более ярко выраженными. Наибольшее увеличение предела прочности наблюдается для образа, имеющего 60 % заполнение (рис. 2).

Изменение характеристик может быть обусловлено тем, что в изделии, полученном при помощи технологи 3d печати основным фактором влияющим на сопротивляемость нагрузкам является прочность спаев отдельных нитей. Это подтверждается уменьшением в 1,6–2,8 раза предела прочности испытанного образца по сравнению с заявленными прочностными характеристиками пластика. При пропитке образцов эпоксидной смолой происходит склеивание отдельных нитей и таким образом увеличивается прочность их соединения между собой. При этом необходимо учесть, что в данном эксперименте использовался клеевой состав, имеющий меньшую по сравнению с пластиком прочность, т.е. основную нагрузку воспринимали именно нити филамента, а не смола. Об этом говорит практически прямая форма графика предела прочности образцов с пропиткой. Уменьшение коэффициента заполнения приводит к снижению суммарной площади поперечного сечения нитей филамента воспринимающих нагрузку, и соответственно пропорциональному уменьшению предела прочности испытательного образца.

Представленная технология увеличения прочности деталей, полученых с использованием технологии FDM-печати может быть успешно применена для улучшения прочностных характеристик изделий. Например, в [4] при помощи 3d печати были изготовлены различные деталb, в том числе несущие нагрузку. Данная технология могла бы увеличить их прочность и как результат уменьшить массо-габаритные показатели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С.В. Кондрашов, А.А. Пыхтин, С.А. Ларионов, А.Е. Сорокин / Влияние технологических режимов fdm-печати и состава используемых материалов на физико-механические характеристики fdm-моделей (обзор) // Труды ВИАМ. № 10 (82). 2019. С 34-49

2. Родичев А.Ю., Токмакова М.А., Внуков С.С., Грядунова М.А. / Изучение механических свойств филамента в зависимости от процента заполнения при прототипировании деталей мехатронных комплексов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2021. № 3 (347). С. 146-152.

3. Топоров А.В., Иванов В.Е. Исследование механических свойств модельного материала, полученного при помощи технологии 3d печати // В сборнике: Пожарная и аварийная безопасность. Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 90- й годовщине образования гражданской обороны. Иваново, 2022. С. 565-568.

4. Патент на полезную модель № 165103 U1 Российская Федерация, МПК A62C 27/00. Гусеничная пожарная машина : № 2015146347/12 : заявл. 27.10.2015 : опубл. 10.10.2016 / И. А. Малый, И. Ю. Шарабанова, О. И. Орлов [и др.] ; заявитель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образова-

ния "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).

УДК 662.61

Н. Г. Турханова, Р. Р. Димухаметов
АО «ЧПО имени В.И.Чапаева», ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

АЭРОЗОЛЕОБРАЗУЮЩИЕ ОГНЕТУШАЩИЕ ПИРОТЕХНИЧЕСКИЕ СОСТАВЫ С ТИОМОЧЕВИНОЙ И ХЛОРИДОМ АММОНИЯ

Проведена работа, направленная на исключение применения дорогого импортного компонента – дициандиамида (ДЦДА) в аэрозолеобразующих огнетушащих пиротехнических составах (АОС).

Ключевые слова: АОС, ГОА, огнетушащая способность, скорость горения, температура горения, дициандиамид, тиомочевина, аммония хлорид.

N. G. Turkhanova, R. R. Dimukhametov

AEROSOL-FORMING FIRE EXTINGUISHING PYROTECHNIC COMPOSITIONS WITH THIOUREA AND AMMONIUM CHLORIDE

Work has been carried out aimed at eliminating the use of an expensive imported component – dicyandiamide (DCDA) in aerosol-forming fire extinguishing pyrotechnic compositions (AOS)

Keywords: AOS, GOA, fire extinguishing capacity, gorenje rate, gorenje temperature, dicyandiamide, thiourea, ammonium chloride

Борьба с пожарами является актуальной и жизненно важной проблемой. Надежным и широко применяемым является объемный способ подавления очагов пожара, при котором во всем объеме защищаемого объекта создается среда, не поддерживающая процесс горения [1]. Достаточно перспективным направлением является разработка безопасных средств объемного пожаротушения – аэрозолеобразующих огнетушащих составов (АОС). Огнетушащие аэрозоли являются сравнительно новыми огнетушащими веществами. Они образуются при сгорании пиротехнических аэрозолеобразующих составов (АОС), основой которых является окислительно-восстановительная система химически стабильных в исходном состоянии веществ. Механизм тушения АОС сложен и до настоящего времени детально не изучен.

© Турханова Н. Г., Димухаметов Р. Р., 2023

Преобладающий эффект оказывает воздействие частиц аэрозоля на пламя за счет замедления (ингибирования) химической реакции горения. Мелкодисперсный аэрозоль обладает обширной поверхностью и длительное время (до 30 мин.) может находиться во взвешенном состоянии. Эти обстоятельства обусловливают высокую огнетушащую эффективность аэрозолей. Высокая огнетушащая способность и механизм действия аэрозолей АОС определяются комбинированным действием ряда взаимосвязанных процессов образования аэрозолей и их взаимодействием с пламенем: а) разбавлением среды защищаемого объема газообразными негорючими компонентами аэрозоля (CO_2, N_2, H_2O); б) потреблением кислорода при доокислении аэрозольных компонентов; в) ингибированием свежеобразовавшимися твердыми частицами соединений щелочных металлов (например, КОН, KCl и др.) и продуктами их разложения (K_2O, КОН и др.); г) охлаждением зоны горения за счет поглощения тепла аэрозолем.

Сотрудниками ведущих НИИ, ВНИИПО, МЧС, вузов проведены многолетние НИОКР, которые показали высокую эффективность ингибирующих аэрозолей (таблица 1).

Таблица 1. **Огнетушащая эффективность средств объемного пожаротушения**

Класс пожара по ГОСТ	**Огнетушащая концентрация, г/м**			
	CO_2	**Порошки**	**Хладоны**	**АОС**
1	**2**	**3**	**4**	**5**
А	не применяется	400–600	800–1200	50–100
В	640–770	250–300	200–350	30–50
Диффузионное пламя водорода	2500	800	1300	200
С Метано-воздушная смесь	800	250	300	30–50

Приведенные данные свидетельствуют о существенно большей огнетушащей эффективности АОС по сравнению с традиционным ОТВ (СО2, порошки, хладоны).

Ранее разработанный штатный АОС под шифром 51-35-1, состоящий из смеси порошков калиевой селитры, фенол-формальдегидной смолы и циангуанадина (ДЦДА), не удовлетворяет современным требованиям по высокой температуре получаемого аэрозоля, наличию в продуктах сгорания коррозионно-активного гидроксида калия, а также использованию импортного дициандиамида, стоимость которого на мировом рынке неизменно повышается.

Анализ литературных данных [2, 3] показал, что применение комбинации традиционных органических горючих и добавок может позволить получить

АОС, удовлетворяющие этим требованиям. В наибольшей степени предъявляемым требованиям удовлетворяют низкотемпературные огнетушащие составы на основе тиомочевины и хлорида аммония. В работе проанализирован характер горения, оценен ингибирующий эффект.

При разработке и совершенствовании рецептур АОС необходимы данные по огнетушащей способности целевых продуктов - ингибиторов горения [4]. Дисперсная фаза аэрозоля перспективных АОС должна состоять из частиц соединений калия - КОН, K_2O, KJ, K_2CO_3, КС1. Этот ряд составлен в порядке уменьшения экспериментальной пожаротушащей способности соединений калия (рис. 1).

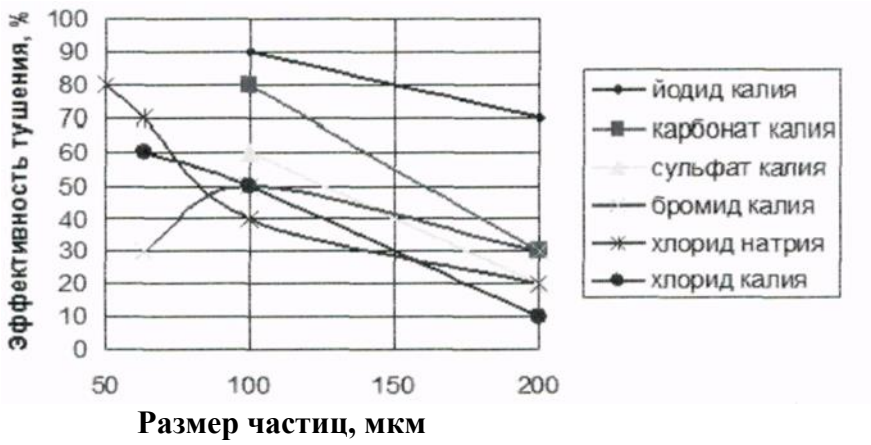


Рис. 1. Зависимость эффективности пожаротушения от природы и дисперсности ингибиторов горения

Окислители АОС должны быть универсальными компонентами термической основы- являться источниками окислительного элемента (кислорода) и соединений, потенциально обладающих огнетушащими свойствами, а именно соединений щелочных металлов, азота, CO_2, паров воды.

С учетом изложенного в качестве основных окислителей в перспективных АОС использовали нитрат калия, а также хлорид аммония.

Из исследованных ранее органических горючих самым эффективным в АОС с нитратом калия оказалась смола фенол-формальдегидная.

Для замены импортного компонента ДЦДА использовали тиомочевину, обладающую рядом ценных свойств:

- при разложении образует большой объем газообразных продуктов с соединениями азота, наличем двойных связей и амидных групп в молекуле, а также по отношению содержания атомов азота к атомам углерода в молекуле данное вещество находится на уровне с ДЦДА, и это соотношение равно двум;
- низкая температура плавления 176 ^{0}С (210 ^{0}С у ДЦДА);
- низкая температура разложения 200 ^{0}С(252 ^{0}С у ДЦДА);
- наличие промышленного отечественного производства;
- сравнительно низкая стоимость (130 руб. /кг).

Термодинамическое конструирование рецептур перспективных АОС проводили с использованием ЭВМ и программы «TERMO» НИИПХ, при этом

определяли характеристики продуктов сгорания и содержание ингибиторов горения. Огнетушащую способность определяли в соответствии с ГОСТ Р 53284-2009, замеряя время тушения модельных очагов пожара при сжигании образцов АОС в малой дымовой камере объемом 1,2 $м^3$. Температуру аэрозоля и скорость горения АОС измеряли при помощи телевизора Тандем.

Результаты исследований

Разработку аэрозолеобразующих огнетущащих составов (АОС) и генераторов огнетушащего аэрозоля (ГОА) проводят с учетом следующих требований, предъявляемых к пожаротушащим средствам:

1)повышенная огнетушащая способность;

2)низкая температура аэрозоля;

3)отсутствие коррозионного воздействия на металлические конструкции;

4)дешевизна компонентов и составов, отечественная сырьевая база.

В качестве объекта исследований в работе была выбрана рецептура штатного АОС под шифром 51-35-1:

KNO_3 — 70 %

Идитол — 11 %

ДЦДА — 19 %

Рассчитаны термодинамические характеристики и определены следующие параметры штатного состава: температура горения состава, доля конденсированной фазы в продуктах сгорания, объем газовой фазы и продукты сгорания (табл. 2).

Таблица 2. **Значения термодинамических величин для штатного состава**

КБ	Та, К	Zкф, доли	Vгф, $дм^3$/кг	Содержание KOH в продуктах сгорания, моль/кг	Содержание K_2CO_3 в продуктах сгорания, моль/кг	Содержание KCl в продуктах сгорания, моль/кг	Суммарное содержание солей калия в продуктах сгорания, моль/кг
-30	1404,60	0,42	589,84	0,41	3,08	-	3,49

По полученной рецептуре был приготовлен и запрессован в картонную оболочку диаметром 20 мм пиротехнический состав. Измерены высота, время горения и время тушения очага пожара, рассчитана скорость горения образца (табл. 3).

Таблица 3. **Экспериментальные данные для штатного состава**

АОС	КБ	h, мм	$U_{гор}$, мм/с	$T_{туш}$, с
51-35-1	-30	20,00	1,85	16,50

На первом этапе исследований была произведена прямая замена ДЦДА на хлорид аммония. Так как молекула хлорида аммония содержит атомы азота и хлора, соответственно продукты сгорания должны обладать более высокой ингибирующей способностью. Дополнительным преимуществом данного компонента является низкая температура и эндотермичность процесса разложения, ДТА анализ представлен на рис. 2.

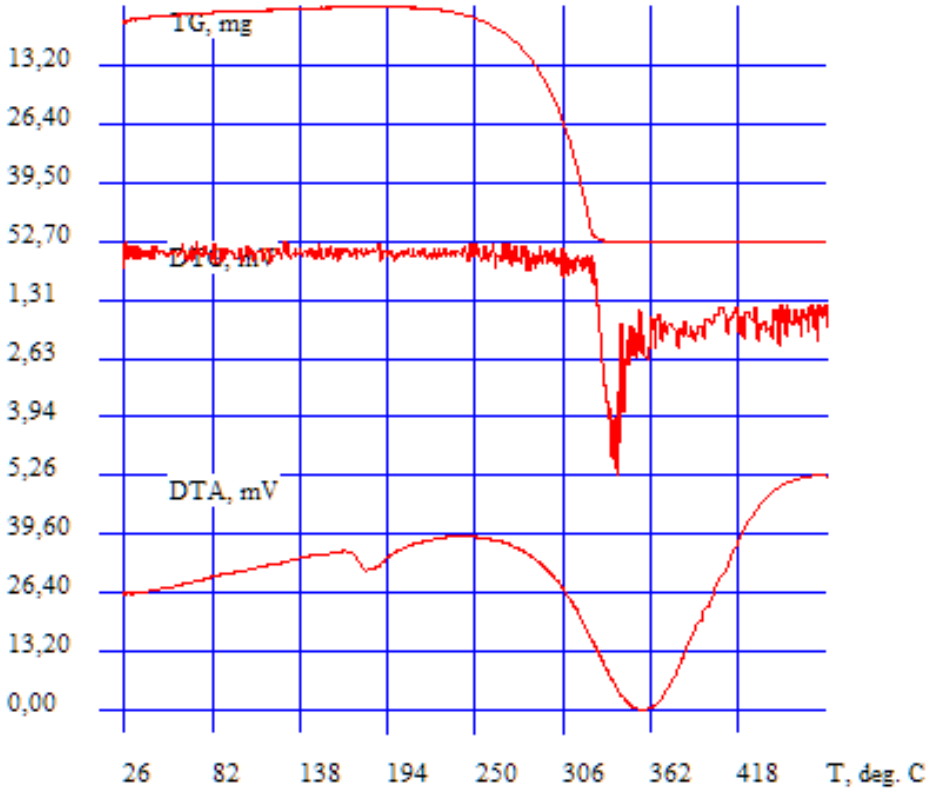


Рис. 2. ДТА анализ хлорида аммония на дериватографе типа Паулик-Эрдей

Из рис. 2 видно, что процесс разложения хлорида аммония сопровождается поглощением тепла и происходит в диапазоне от 300 до 400 ^{0}С.

По программе ТЕРМО предварительно были рассчитаны соотношения компонентов модельного АОС при кислородном балансе -30 (?=0.1, P=0.1 МПа) состоящего из нитрата калия, идитола и хлорида аммония с содержанием добавки (NH_4Cl)= 1, 3, 5, 10 % (табл. 4).

Таблица 4. **Изменение соотношения компонентов в зависимости от содержания добавки при КБ=-30**

Добавка	Содержание добавки, %	Содержание KNO_3, %	Содержание идитола, %
NH_4Cl	1	75,5	24,5
	3	73,0	24,0
	5	71,0	24,0
	10	67,0	23,0

В ходе термодинамического расчета определены следующие параметры: температура горения состава в камере сгорания, доля конденсированной фазы в продуктах сгорания, объем газовой фазы и продукты сгорания (табл. 5).

Таблица 5. **Значения термодинамических величин для составов на основе NH_4Cl**

Содержание NH_4Cl, %	Тк ,К	Zкф, доли	Vгф, $дм^3$/кг	KOH, моль/кг	KCl, моль/кг	K_2CO_3, моль/кг
1	1213,30	0,49	466,06	0,008	0,12	3,58
3	1173,00	0,49	459,91	0,006	0,41	3,32
5	1131,00	0,49	446,48	0,002	0,88	3,04
10	1017,70	0,47	457,83	0,0001	1,86	2,38

По полученным рецептурам были приготовлены и запрессованы в картонную оболочку составы. Измерены высота, время горения и время тушения очага пожара, рассчитана скорость горения образцов (табл. 6).

Таблица 6. **Экспериментальные данные**

Добавка	Содержание добавки, %	h, мм	$U_{гор}$, мм/с	$\tau_{туш}$, с
NH_4Cl	1	20,00	3,97	13,3
	3	19,86	4,00	12,17
	5	19,85	3,84	11,17
	10	19,90	3,39	9,80

По расчетно-экспериментальным данным, показанным в табл. 5, 6, видно, что с увеличение содержания хлорида аммония в смеси от 1 до 10 % за счет эндотермичности его разложения приводит к снижению температуры горения на 200 ^{0}К и линейной скорости горения на 0,5 мм/с, незначительному снижению времени тушения очагов пожара. На наш взгляд данное обстоятельство связано с изменением состава продуктов сгорания: снижением содержания гидроксида калия, карбоната калия и с увеличением содержания хлорида калия, имеющего менее эффективную ингибирующую способность (рис. 1). При содержании хлорида аммония в смеси 10 % горение становится нестабильным, с образованием большого количества шлаков, что снижает диспергирование продуктов сгорания в аэрозоль. Поэтому увеличение содержания хлорида аммония выше 5 % нецелесообразно. На наш взгляд оптимальными характеристиками обладает состав, содержащий в качестве добавки 5 % NH_4Cl (КБ= -30). У данного состава температура аэрозоля на выходе из сопла составляет Та=1131,00 К, доля конденсированных продуктов сгорания $Z_{кф}$= 0,49, объем газовой фазы $V_{гф}$=446,48 $дм^3$/кг, суммарное содержание солей калия 3,92 моль/кг. Время тушения очага пожара равно 11,17 с.

В дальнейших исследованиях был произведен расчёт соотношения компонентов (идитола и калиевой селитры) при кислородном балансе: КБ= -10, -20, -30, -40, -50 с содержанием добавки (NH_4Cl)= 5 % (табл. 7).

Таблица 7. **Изменение соотношения компонентов в зависимости от КБ для составов на основе NH_4Cl**

КБ	Содержание KNO_3, %	Содержание идитола, %	Содержание NH_4Cl, %
-10	78	17	5
-20	74	21	5
-30	71	24	5
-40	67	28	5
-50	64	31	5

Для полученных соотношений компонентов рассчитаны термодинамические характеристики и определены следующие параметры: температура горения состава, доля конденсированной фазы в продуктах сгорания, объем газовой фазы и продукты сгорания (табл. 8).

Таблица 8. **Значения термодинамических величин для составов на основе NH_4Cl**

КБ	Та, К	Zкф, доли	Vгф, дм^3/кг	Содержание KOH в продуктах сгорания, моль/кг	Содержание K_2CO_3 в продуктах сгорания, моль/кг	Содержание KCl в продуктах сгорания, моль/кг	Суммарное содержание солей калия в продуктах сгорания, моль/кг
-10	1482,40	0,38	788,84	0,87	2,76	0,83	3,59
-20	1285,70	0,46	547,47	0,055	3,15	0,71	3,86
-30	1191,20	0,49	446,48	0,002	3,04	0,88	3,92
-40	1040,50	0,50	419,87	0,0002	2,85	0,92	3,77
-50	1013,10	0,51	399,87	0,00009	2,68	0,92	3,60

По полученным соотношениям изготовлены пиротехнические составы по 10 грамм и запрессованы в картонную оболочку диаметром 20 мм. Измерены высота, время горения и время тушения очага пожара, рассчитана скорость горения образцов (табл. 9).

Таблица 9. **Экспериментальные данные для составов, содержащих NH_4Cl**

Добавка	КБ	h, мм	$U_{гор}$, мм/с	$\tau_{туш}$, с
1	2	3	4	5
NH_4Cl	-10	19,85	3,20	18,10
	-20	19,77	3,66	13,40
	-30	19,85	3,84	11,17
	-40	19,69	3,80	9,10
	-50	19,89	3,49	9,20

По расчетно-экспериментальным данным видно, что оптимальными характеристиками обладает состав с 5% добавкой хлорида аммония при кислородном балансе (КБ= -50), но при КБ= -40 и КБ= -50 образцы горят нестабильно с образованием большого количества шлаков, что нежелательно для данных смесей. На наш взгляд данное обстоятельство связано с недостатком окислителя, что особенно актуально при генераторном режиме горения АОС. Поэтому делаем выбор в пользу определенного ранее состава на основе 5% NH_4Cl с КБ= -30. У данного состава температура аэрозоля на выходе из сопла Та=1131,00 К, доля конденсированных продуктов сгорания Zкф=0,49, объем газовой фазы Vгф=446,48 дм^3/кг, при этом суммарное содержание солей калия максимальное из всего диапазона изменения окислительного баланса и равно 3,92 моль/кг. Время тушения очага пожара составляет 11,17 с.

Исходя из проведенных исследований АОС с различным кислородным балансом и процентным содержанием добавки, определены такие характеристики как: время горения, время тушения очага пожара, скорость горения. На данном этапе исследований, по расчетным и экспериментальным характеристикам выбран оптимальный состав, содержащий в качестве добавки 5 % NH_4Cl (КБ= -30).

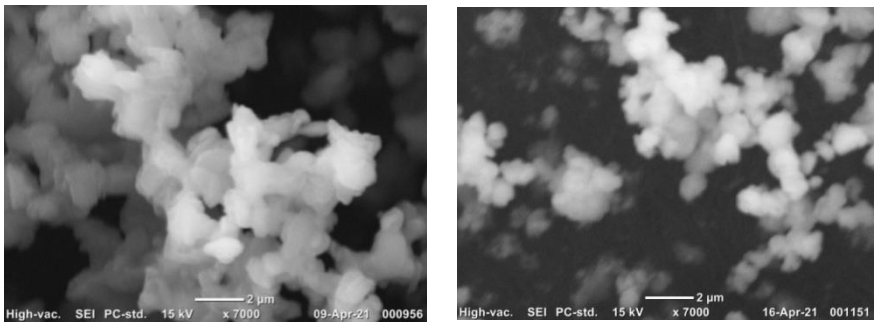
Рецептура разработанного АОС:

- KNO_3 — 71 %
- Идитол — 24 %
- NH_4Cl — 5 %

Рекомендуемый к дальнейшему исследованию состав и его сравнительная характеристика со штатным АОС приведены в табл. 10 и рис. 3

Таблица 10. **Сравнительная характеристика штатного и разработанного АОС**

Рецептура	$\tau_{туш}$, с	Та, К	Скорость линейного горения, мм/с
KNO_3 — 70 % Идитол — 11 % ДЦДА — 19 %	16,50	1404,60	1,8
KNO_3 — 71 % Идитол — 24 % NH_4Cl — 5 %	11,17	1131,00	3,84



а) б)

Рис. 3. Фотографии размеров частиц дисперсного аэрозоля АОС:
а – штатного состава,
б – состава с добавкой хлорида аммония

Из табл. 10 видно, что разработанный состав имеет более высокую скорость горения, чем штатный состав, что на наш взгляд может негативно сказаться на характере горения АОС в полузамкнутых условиях генератора. Для уменьшения линейной скорости горения АОС были проведены исследования по частичной замене фенолформальдегидной смолы на тиомочевину при постоянном содержаниях хлорида аммония 5 % и нитрата калия 70 %. Так как молекула тиомочевины содержит четыре атома азота и, соответственно, газообразные продукты сгорания должны обладать более высокой ингибирующей способностью. Дополнительным преимуществом данного компонента является низкая температура и эндотермичность процесса разложения, что должно способствовать снижению скорости горения АОС при достаточном уровне ингибирующей способности аэрозоля. ДТА анализ тиомочевины представлен на рис. 4.

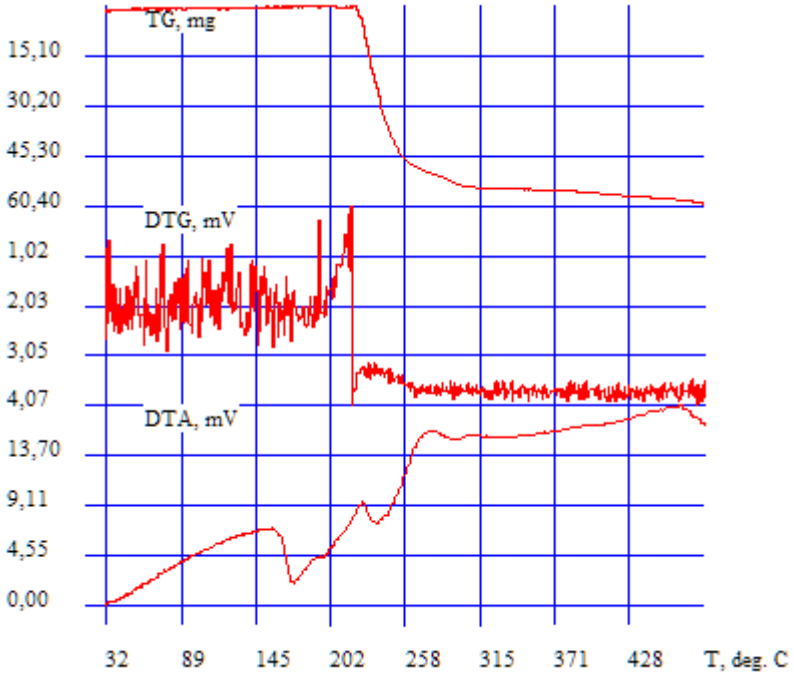


Рис. 4. ДТА анализ тиомочевины на дериватографе типа Паулик-Эрдей

Из рис. 4 видно, что процесс разложения тиомочевины происходит после ее плавления и сопровождаются эти процессы с поглощением тепла, в температурном диапазоне от 150 до 300 ^{0}С.

При исследовании модельных АОС содержание тиомочевины варьировали от 3 до 15 %, при этом концентрация фенолформальдегидной смолы снижалось от 22 до 10 %, при этом содержанияе хлорида аммония было равно 5 % и нитрата калия 70 %. Измеряли линейную скорость горения пиротехнической шашки диаметром 20 мм, огнетушащую эффективность получаемого аэрозоля и проводили термодинамический расчет по программе ТЕРМО.

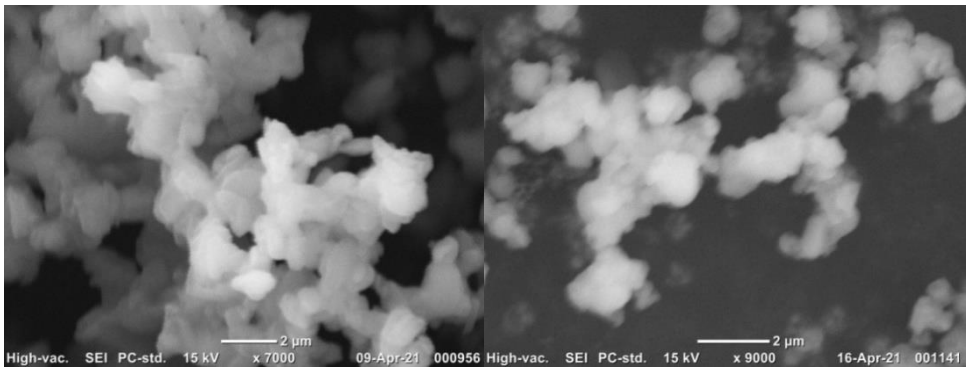
Из проведенных опытов пришли к выводу, что при повышении содержания тиомочевины от 3 до 15 % снижается скорость горения смеси в два раза, при этом огнетушащая эффективность также снижается (время тушения очагов пожара увеличивается).

Данное поведение АОС связано с термодинамическими расчетами при условиях горения в генераторе при давлении в камере 2 атмосферы (табл. 11).

Таблица 11. **Термодинамические расчеты при условиях горения в генераторе при давлении в камере 2 атмосферы**

Содержание тиомочевины, %	Тк ,К	Zкф, доли	Vгф, $дм^3$/кг	KOH, моль/кг	KCl, моль/кг	K_2S, моль/кг	K_2CO_3, моль/кг
3	1129.1	0.4667	2468.4	0.00223	0.922	0.39	2.6
4	1163.4	0.4587	2518.7	0.00517	0.912	0.525	2.47
5	1173.0	0.4535	2510.2	0.00646	0.909	0.656	2.334
7	1221.0	0.4344	2562.2	0.0177	0.882	0.92	2.07
8	1245.7	0.4212	2592.3	0.02852	0.864	1.05	1.93
9	1270.4	0.4049	2625.7	0.04506	0.839	1.1811	1.7851
10	1292.8	0.3862	2656.4	0.06693	0.809	1.3124	1.6405

Из результатов расчетов (табл. 11) и ДТА разложения тиомочевины (рис. 4) видно, что за счет низкой температуры эндотермического разложения тимочевины (150–250 ^{0}C) образуются жидкие продукты и создается диффузионный барьер проникновения газообразных продуктов вглубь состава и, тем самым, плохо прогревается исходная смесь. Как следствие, снижается скорость горения. При этом за счет появления в продуктах сгорания сульфида калия (табл. 11), имеющего более низкую ингибирующую способность по сравнению с карбонатом и хлоридом калия (рис. 1), в целом ингибирующая способность аэрозоля снижается, время тушения очагов пожара увеличивается. Размер частиц дисперсного аэрозоля у штатного состава не отличается от состава с хлоридом аммония и тиомочевиной (рис. 5) и составляет около 1 мкм.



а) б)

Рис. 5. Фотографии размеров частиц дисперсного аэрозоля АОС:
а – штатного состава, б – состава с добавкой хлорида аммония и тиомочевины

Исходя из проведенных исследований АОС с различным процентным содержанием добавки тимочевины определены такие характеристики, как время горения, время тушения очага пожара, скорость горения. По расчетным и экспериментальным характеристикам выбран оптимальный состав, содержащий в качестве добавки 5 % NH_4Cl и 7 % тиомочевины.

Рецептура разработанного АОС:

- KNO_3 — 70 %
- Идитол — 18 %
- Тиомочевина — 7 %
- NH_4Cl — 5 %

Рекомендуемый к дальнейшему исследованию состав [5] и его сравнительная характеристика со штатным АОС приведены в табл. 12 и на рис. 6.

Таблица 12. **Сравнительная характеристика штатного и разработанного АОС**

Рецептура	$\tau_{туш}$, с	Та, К	Скорость линейного горения, мм/с
KNO_3 — 70 % Идитол — 11 % ДЦДА — 19 %	16,50	1404,60	1,8
KNO_3 — 70 % Идитол — 18 % Тиомочевина — 7 % NH_4Cl — 5 %	17,0	1221,00	3,0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Символы классов пожаров. ГОСТ 27331-87. Пожарная техника. Классификация пожаров, от 23 июня 1987 г.

2. Компоненты и продукты сгорания пиротехнических составов. Т.1. Основные понятия о пиротехнических составах и компонентах. Низкомолекулярные вещества: Учеб. пособие / Ф.П. Мадякин; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2006. – 500 с.

3. Компоненты и продукты сгорания пиротехнических составов. Т.2. Высокомолекулярные соединения и олигомеры: Учеб. пособие / Ф.П. Мадякин; Казан. гос. технол. ун-т. – Казань, 2006. – 500 с.

4. Аэрозольное пожаротушение [Текст]: монография / В. Н. Емельянов, И. А. Абдуллин, Н. Е. Тимофеев [и др.]; Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГБОУ ВО КНИТУ. - Казань: Бриг, 2016. - 227 с.

5. Патент РФ RU 2788085C1 Аэрозолеобразующий состав для тушения пожаров // М.С. Резников, А.Ш. Мингазов, Гинзбург В.Л.,Турханова Н.Г., Р.Р. Димухаметов

УДК 691.714

Е. А. Тюмкина, Н. А. Кропотова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСНОВЫ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРТА: ИССЛЕДОВАНИЕ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ МАТЕРИАЛОВ

В статье представлен ряд объективных причин о необходимости рассмотрения вопросов исследования ударной вязкости различных материалов: металлы, сплавы, дерево, пластмасса. Поскольку перечисленные материалы обладают разными свойствами при динамических нагрузках. Авторами рассмотрена техническая оценка воздействия ударной нагрузки на исследуемые объекты как первый опыт проведения экспертного исследования. Приведено объяснение механизма контактного динамического взаимодействия, это позволит эксперту выявить необходимые закономерности и представить анализ не только технической, но и следовой информации. Считаем, что проведение подобных исследований на втором году обучения позволяет профессионально направить обучающихся, определяя возможность дальнейшего становления судебного эксперта как профессионала.

Ключевые слова: сталь, динамическая нагрузка, контактное взаимодействие, ударный изгиб, ударная вязкость полимеров.

E. A. Tyumkina, N. A. Kropotova

FUNDAMENTALS OF MATERIALS SCIENCE FOR AN EXPERT: STUDY OF THE IMPACT STRENGTH OF MATERIALS

The article presents a number of objective reasons for the need to consider the issues of studying the impact strength of various materials: metals, alloys, wood, plastic. Since the listed materials have different properties under dynamic loads. The authors considered the technical assessment of the impact of shock load on the objects under study as the first experience of conducting an expert study. The explanation of the mechanism of contact dynamic interaction is given, this will allow the expert to identify the necessary patterns and present an analysis of not only technical, but also trace information. We believe that conducting such studies in the second year of study allows students to be professionally guided, determining the possibility of further becoming a forensic expert as a professional.

Key words: steel, dynamic load, contact interaction, impact bending, impact toughness of polymers.

Определение механических свойств различных материалов — одна из осносных особенностей дисциплины «Материаловедение». пределение механических свойств различных материалов — одна из осносных особенностей дисциплины «Материаловедение». Считаем невозможным проведения экспертной

© Тюмкина Е. А., Кропотова Н. А., 2023

оценки материалов без основ дисциплин «Прикладная механика», поскольку тема ударных нагрузок в том числе разбирается на теме «Сложные виды деформаций» [1].

Обосновывая значимость приобретаемых знаний и практических умений проведения лабораторного исследования подчеркиваем формирование необходимого опыта проведения оценки механических свойств материалов в том числе будущему эксперту. Следовательно, организация и проведение лабораторных исследований различных по природе и структуре материалов позволит сформировать необходимый багаж знаний и умений подобного рода исследований, тем более решая проблему — проблемно-практическое исследование профессиональной направленности [2]. Одной из важных особенностей является оценка ударной вязкости материалов, которая проводится на втором году обучения по дисциплине «Материаловедение». Перед экспертом может стоять вопрос об определении значения ударной вязкости материала, а можно поставить и по-другому, соответствует ли значение ударной вязкости материала, если сила динамического удара была одинаковой, а исследуемые объекты по разному сопротивляются воздействию динамического удара.

Рассмотрим простейший пример. Для защиты от воздействия динамических нагрузок на производстве очень часто прибегают к элементам конструкции обеспечивающих безопасность как самого технологического процесса, так и работников, занятых на производстве. В том числе при обеспечении безопасности человека и применении защитных элементов при различных ударных нагрузках: бронежилет. Как определить специалисту соответствие параметров исследуемого объекта по ударной вязкости материалов оптимальным требованиям безопасности? Постараемся ответить на эти вопросы в исследовательской части работы по оценке ударной вязкости различных материалов.

Не следует путать вязкость и хрупкость материала. Попробуйте уронить на пол глиняный горшок и жестяную банку. Предметы изготовленные из различного по свойствам и природе материалам по разному будут реагировать на динамический удар. В случае упавшего на пол глиняного горшка – объект разлетится в дребезги при сопррикосновении с поверхностью пола. А вот в случае с жестяной банкой – объект деформируется. Это говорит о том что металлическая кисталлическая решетка воспринимает энергию удара, но ее будет недостаточно, чтобы разорвать межатомное взаимодействие. Поэтому при сообщении жестяной банке потенциальной энергии равной произведению mgh, где m — масса жестяной банки, g — ускорение свободного падения тела, h — высота на которую подняли банку от уровня горизонтальной поверхности, на высоте h, она преобразуется в кинетическую равную $m\upsilon^2/2$, где υ — скорость объекта. Как только исследуемый объект достигает препятствия (пол) энергия распределяется на ударный контакт — ударная нагрузка, и частично поглощается объектом. Состояние системы стремится к минимальной внутренней энергии, поскольку такое положение не только более устойчиво, но и энергетически выгодное и стабильное. Как будет реагировать материал на ударную нагрузку

из которого изготовлен исследуемый материал, так и будут проявляться свойства ударной вязкости.

Поэтому чем больше вязкость материала — тем большую нагрузку он примет на себя не разрушаясь. Попробуем доказать данный вывод с помощью лабораторного исследования на копре маятниковом (рис. 1) методом Шарпи (франц. ученый Ж. О. Альберт Шарпи).

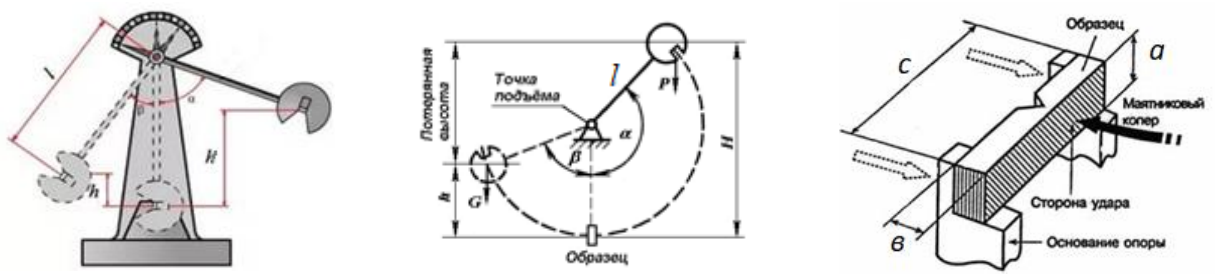


Рис. 1. Схема испытания материалов на ударную вязкость:
l – длина молота; H – высота молота до удара, H = *l*(1-cosα), если α – угол возведения молота до удара, равный 116^0; h – высота молота после удара, h = *l*(1-cosβ);
а, в, с – геометрические параметры исследуемого материала

Расчет показателя ударной вязкости определяем по углу отклонения маятника – β, по формуле

$$KC = \frac{W}{F} \tag{1}$$

где *W* – работа удара молота, *F* – площадь поперечного сечения образца.

Расчет работы удара

$$W = Pgl\,(\cos\beta - \cos\alpha), \tag{2}$$

если вес молота составляет 5 кг, длина подвеса молота 0,43 м, ускорение свободного падения тела 9,81 м/с^2.

Для испытания были напечатаны на 3D принтере образцы из высокомолекулярного соединения PLA (полилактид — биоразлагаемый, биосовместимый, термопластичный, алифатический полиэфир, мономером которого является молочная кислота).

Основные исследовательские данные представлены в таблице.

Таблица. **Протокол испытания полимерного пластика PLA на ударную вязкость**

Материал PLA, % заполнения	**β, град.**	***F*, см^2**	***H*, м**	***h*, м**	***W*, Дж**	***KC*, Дж/см²**
100	108,5	0,36	0,615	0,56	2,00	5,26
70	112	0,39		0,59	0,60	1,39
50	114	0,45		0,60	0,55	1,28
30	116	0,38		0,61	0,51	1,11

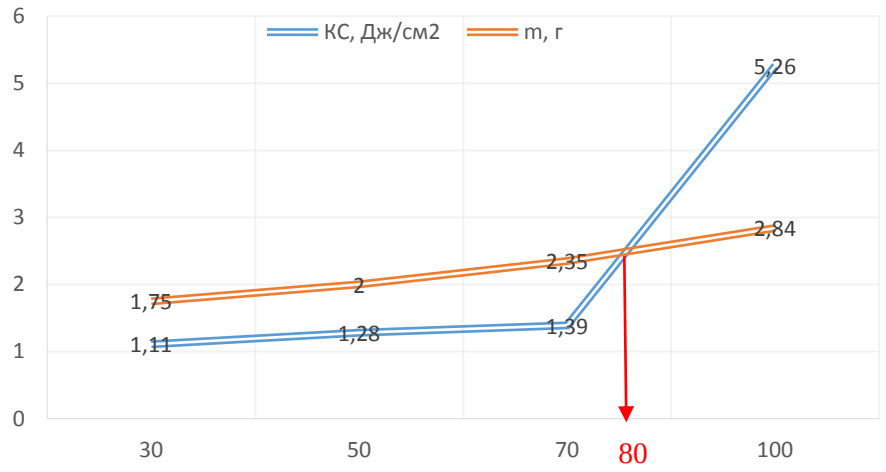


Рис. 2. Графическая зависимость ударной вязкости и массы образца от плотности его заполнения полимерным материалом PLA

Из полученной графической зависимости ударной вязкости материала от процентного заполнения формы образца пластической массой PLA (рис. 2) получили практически одинаковое значение ударной вязкости материалов, которая варьируется в пределах погрешности для образцов с 30–70 % заполнения пластиком, но вот при 100% значение ударной вязкости резко возрастает более чем в два раза. Это обуславливается снижением количества пустоты и увеличением сил взаимодействия мономеров молочной кислоты в пластике, разорвать которые гораздо сложнее, чем при наличии пустот – до 30 %. Пересечение двух зависимостей говорит том, что данный метод позволяет оценить оптимальные значения параметров исследуемого материала: между массой образца и процентом заполнения. Оказалось, что для используемого пластика PLA при 80 % заполнении образца можно получить достаточно устойчивые образцы и при этом они будут выдерживать ударные нагрузки.

Таким образом, при организации и проведении оценки поведения материалов под воздействием нагрузок обучающиеся получают не только подтверждение теоретических знаний на практике, объяснение механизма контактного динамического взаимодействия на наполимерный материал, что позволяет производить анализ и оценку не только технической, но и следовой информации. Считаем, что проведение подобных исследований на втором году обучения позволяет профессионально направить обучающихся [3, 4], определяя возможность дальнейшего становления судебного эксперта как профессионала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кропотова Н.А. Опыт применения педагогических технологий «скаффолдинг» и модерации для повышения качества обучения // «Общенаучные проблемы инженерной подготовки кадров МЧС России»: сборник трудов XXXII Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь» (сек-

ция № 14), 1 марта 2022 года. Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России, 2022. С. 59 – 64.

2. Кропотова Н.А., Легкова И.А. Надпрофессиональные компетенции обучающихся: сущность, значение, оценка // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 30 марта 2023 года / сост.: Т. В. Фролова. Иваново : Ивановская пожарно спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. С. 362 – 367.

3. Реализация информационных и профессионально-ориентированных образовательных технологий в учебном процессе / А. А. Покровский, В. В. Киселев, А. В. Топоров, П. В. Пучков // Современные проблемы высшего образования : материалы VII Международной научно-методической конференции, Курск, 28 апреля 2015 года / С.Г. Емельянов (отв. редактор). Курск: Юго-Западный государственный университет, 2015. С. 44 – 49.

4. Кропотова Н.А. Компетенции выпускника профильной образовательной организации: сущность, особенности формирования и развития // «Общенаучные проблемы инженерной подготовки кадров МЧС России»: сборник трудов XXXIII Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь» (секция № 15), 1 марта 2023 года. Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России, 2023. С. 94 – 97.

5. Пучков П.В., Жуков В.Е. К вопросу о зарождении трещин в низкоуглеродистой стали при ударных нагрузках // Надежность и долговечность машин и механизмов : сборник материалов XIV Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 13 апреля 2023 г. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. С. 65-68.

УДК 691.714

Д. З. Файзуллин, П. В. Пучков, В. Е. Иванов
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

В данной статье рассмотрены причины снижения механических свойств конструкционных углеродистых сталей в условиях высоких температур. Наибольшее влияние на снижение ударной вязкости конструкционных углеродистых сталей оказывает легкоплавкая эвтектика (Fe-FeS), располагающуюся в основном по границам зёрен. Резкое снижение прочности стали происходит по причине её нагревания значительно выше температуры фазовых превращений, что в свою очередь приводит к росту зерен аустенита.

Ключевые слова: сталь, зерно, феррит, аустенит, свободная энергия, эвтектика, механические свойства, высокая темапература

© Файзуллин Д. З., Пучков П. В., Иванов В. Е., 2023

D. Z. Fayzullin, P. V. Puchkov, V. E. Ivanov

REASONS FOR THE DECREASE IN MECHANICAL PROPERTIES OF STRUCTURAL STEELS AT HIGH TEMPERATURES

This article discusses the reasons for the decrease in the mechanical properties of structural carbon steels at high temperatures. Low-melting eutectic (Fe-FeS), located mainly along grain boundaries, has the greatest effect on reducing the impact strength of structural carbon steels. A sharp decrease in the strength of steel occurs due to its heating significantly above the temperature of phase transformations, which in turn leads to the growth of austenite grains.

Key words: steel, grain, ferrite, austenite, free energy, eutectic, mechanical properties, high temperature

В 21 веке лидирующие позиции среди конструкционных промышленных материалов по-прежнему занимает углеродистая сталь. Сталь представляет собой поликристалическое тело, состоящее из огромного количества зерен (кристаллитов) сцепленных между собой. Причиной широкого использования самых различных марок сталей во всех отраслях промышленности связано с целым рядом ценных свойств данного сплава. Сталь обладает высокой прочностью и пластичьностью, ударной вязкостью, механические свойства стальных деталей можно изменять в широких пределах за счет различных видов химической и химико-термических обработок, повышать поверхностную твердость деталей за счет методов пластической деформации, кроме того сталь не является дефицитным и дорогостоящим материалом.

Несмотря на ряд достоинств стали перед другими конструкционными материалами (керамическими, силикатными, бетонными и т.д.), у них есть существенный недостаток. Хотя сталь и является негорючим материалом, однако очень чувствительна к повышению температуры. Известно, что при нагревании углеродистой стали, предел ее прочности снижается. Чем объясняется влияние высоких температур на механические свойства стали? Причин тут несколько.

В первую очередь снижение механических свойств стали связано с увеличением размеров кристаллов (зерен) из которых она состоит. При нагревани стали выше температуры 727 °С в момент превращения перлита в аустенит образуется большое количество мелких зерен аустенита. При дальнейшем повышении температуры зерно аустенита начинает расти. Рост кристаллов обусловлен стремлением системы к уменьшению свободной энергии. С увеличением размера каждого кристалла снижается его удельная поверхность, то есть отношение площади поверхности кристалла к его массе. Уменьшение удельной поверхности кристалла приводит к уменьшению свободной энергии. Состояние системы с меньшей внутренней энергией наиболее выгодно, так как система перейдет в более устойчивое состояние при данных термодинамических условиях.

Проведен эксперимент, направленный на изучение изменения микроструктуры углеродистой стали до и после воздействия высоких температур. В качестве образца была выбрана углеродистая конструкционная сталь обыкновенного качества Ст3. С помощью металлографического микроскопа МЕТАМ РВ-21-1 с системой компьютерной обработки при 400 кратном увеличении была получена фотография микроструктуры образца № 1 стали Ст3 без теплового воздействия. Как видно на рис.1а, сталь обладает мелкозернистой структурой, все кристаллы равноосные. Образец № 2 поместили в высокотемпературную электропечь ПЛ-10/12,5 и нагрели до температуры 1100 °С и выдержали при такой температуре в течение 20 мин. Как видно из рис. 1б воздействие высокой температуры привело к значительному росту кристаллов и изменению их формы. Такая крупнозернистая структура стали вызвает резкое снижение её механических свойств, особенно ударной вязкости. Излом такой стали камневидный. Исправить структуру такой стали можно только переплавкой стали.

Необходимо помнить, что критическая температура, при которой происходит потеря несущей способности стальных конструкций при нормативной нагрузке, принимается равной 500 °С. Металлоконструкции без огнезащиты деформируются и разрушаются под воздействием напряжений от внешних нагрузок и температуры.

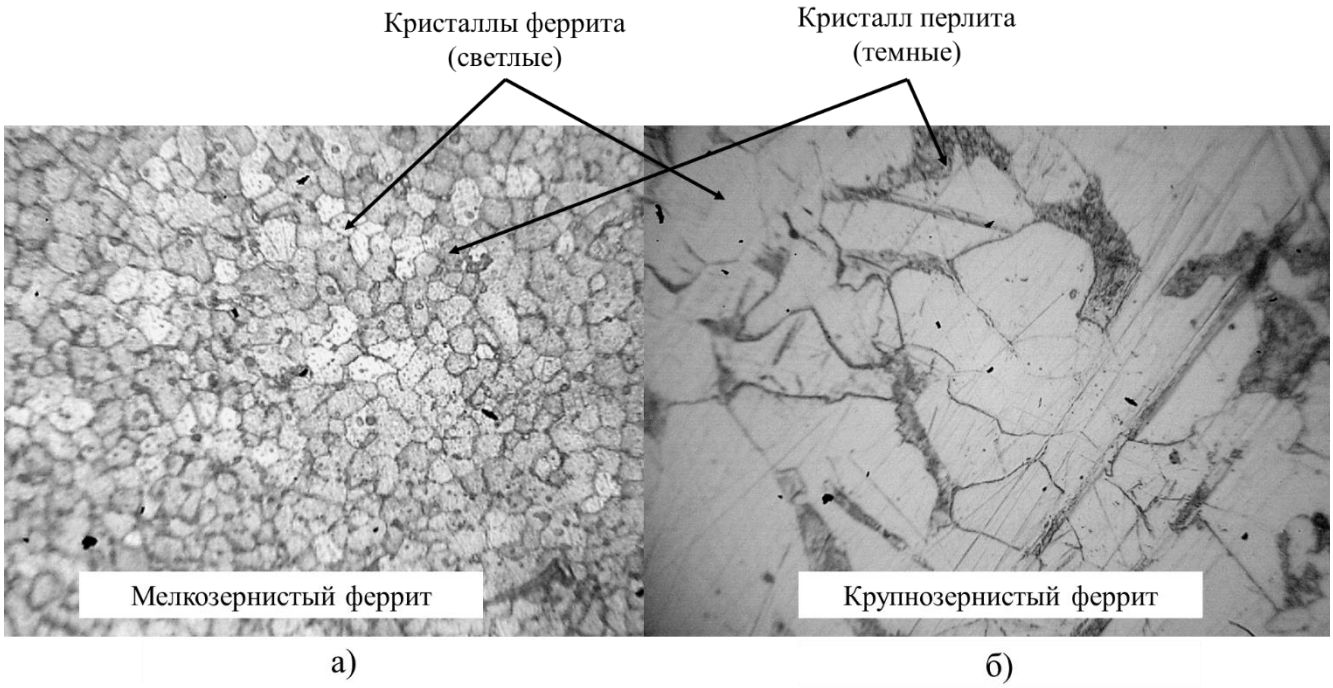


Рис. 1. Микроструктура углеродистой стали обыкновенного качества Ст3 (увеличение х400):
а) без теплового воздействия; б) после нагревания до температуры 1100 °С.

Второй причиной снижения механических свойств стали при высоких температурах является наличие в ее структуре серы. Сера вызывает красноломкость стали. Охрупчивание металлов и сплавов в области температур желтого или красного каления (800–1150 °С), вызывано оплавлением границ зерен. Снижение механических свойств стальных металлоконструкций в условиях пожара связано с тем, что в железе сера не растворяется, а образует сернистое соединение (FeS) — сульфид железа, которое с железом при нагреве при малом содержании марганца Mn создаёт легкоплавкую эвтектику (Fe-FeS), располагающуюся в основном по границам зёрен. При нагреве выше температуры 985–988ºС эвтектика плавится (температура плавления чистого железа составляет 1539°С), в результате чего нарушаются связи между зёрнами стали, что приводит к их разобщению. Красноломкость стали может возникнуть, если содержание серы в стали более 0,01 %, т. е. тогда, когда содержание серы в стали выше предела её растворимости в гамма-железе (Feα).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пучков П.В., Киселев В.В., Топоров А.В. Влияние температуры на механические свойства конструкционных сталей. Материалы международной научно-технической конференции «Состояние и перспективы развития электротехнологии» (XVII Бенардосовские чтения) 29-31 мая 2013 г. Том 3 Электротехника, ИГЭУ, 2013, с. 272-276.

2. Пучков П.В., Киселев В.В., Топоров А.В. Огнестойкость конструкционных углеродистых сталей. Актуальные проблемы и инновации в обеспечении безопасности. Материалы Недели Науки (декабрь 2013). – Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, 2014. с.123-127

3. Исследование прочности элементов металлоконструкций, подвергшихся воздействию повышенных температур при пожаре / И. А. Калинин, В. В. Киселев, П. В. Пучков, А. В. Топоров // Современные технологии обеспечения гражданской обороны и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – № 1-1(6). – С. 104-106.

4. Пучков, П. В. Разрушение строительных металлоконструкций в условиях пожара / П. В. Пучков, В. В. Киселев, А. В. Топоров // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. – 2010. – № 3. – С. 29-32.

5. Архангельский, К. Н. Разработка огнезащитного покрытия стальных конструкций / К. Н. Архангельский, В. В. Киселев, Н. А. Кропотова // Пожарная и аварийная безопасность. – 2016. – № 2(2). – С. 113-123.

УДК 614.84

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

ВОЗМОЖНОСТЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛАССА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ

В статье говорится о возможности определения класса пожарной опасности строительных конструкций расчетным методом. В качестве расчетного метода предлагается применять нейронные сети, зарекомендовавшие себя в различных областях науки и других сфер деятельности человека. Даны предположения по входным данным, которые потребуются для входного слоя нейронных сетей.

Ключевые слова: строительные конструкции, класс пожарной опасности, расчетный метод, пожарная опасность, нейронные сети.

E. V. Fedoseev, A. G. Azovtsev, S. N. Nakonechniy

POSSIBILITY OF DETERMINING THE FIRE HAZARD CLASS OF BUILDING STRUCTURES USING THE CALCULATION METHOD

The article talks about the possibility of determining the fire hazard class of building structures using the calculation method. As a calculation method, it is proposed to use neural networks that have proven themselves in various fields of science and other areas of human activity. Assumptions are given on the input data that will be required for the input layer of neural networks.

Key words: building structures, fire hazard class, calculation method, fire hazard, neural networks.

Применение расчетных методов в различных областях науки значительно снижает затраты на решение практических задач, а также упрощает их проведение. Одним из крупномасштабных экспериментов в области пожарной безопасности является определение класса пожарной опасности строительных конструкций. Сама классификация строительных конструкций по пожарной опасности подразумевает деление всех строительных конструкций на 4 класса (от К0 до К3) и показывает степень участия строительных конструкций в образовании опасных факторов пожара.

Вопрос об определении класса конструктивной пожарной опасности строительных конструкций расчетным методом уже рассматривался [1]. Говорилось, что расчетные методы определения рассматриваемого класса отсутствуют. Связано это с тем, что класс пожарной опасности строительных конструкций определяется по нескольким параметрам:

© Федосеев Е. В., Азовцев А. Г., Наконечный С. Н., 2023

- 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.

Выбор класса пожарной опасности строительных материалов зависит от 4-х параметров, что является достаточно проблематичным для определения. Ряд параметров имеет качественное значение, как, например, наличие пламенного горения. Применение традиционных расчетных методов в данном вопросе затруднено тем, какие результаты должны быть получены с их помощью.

В настоящее время набирает распространение, практически во всех областях жизни человека, нейросетевые технологии. Их применение позволяет решать интеллектуальные задачи, определение качественных значений, идентификация предметов и т. п. Возможно, что использование нейросетей в случае решения задачи определения класса пожарной опасности строительной конструкции тоже применимо.

Цель данной работы заключается в построении плана-проспекта дальнейшей работы по возможности применения нейронных сетей для определения класса пожарной опасности строительных конструкций.

Сами нейросети имеют примерно одинаковые составные части:
- входной слой;
- скрытый слой (может быть несколько);
- выходной слой.

Во входном слое производится ввод данных в нейроны. В скрытом производятся определенные вычисления и после в выходном слое дается результат вычисления.

Для ее разработки понадобится банк данных, состоящий из различной информации. На данном этапе можно примерно оценить какие входные данные будут использоваться в нейросети. К таким данным будут относиться те, что связаны со строительными конструкциями. К ним можно отнести: толщину конструкции, значения физических и механических свойств материалов, входящих в конструкцию, значения характеристик их пожарной опасности.

Положительный результат применения нейронных сетей для определения класса пожарной опасности строительных конструкций позволит получить экспресс-способ прогнозирования пожароопасных свойств строительных конструкций, степень их участия в образовании опасных факторов пожара.

Способ прогнозирования пожароопасных свойств строительных конструкций с помощью искусственных нейронных сетей позволит:

- повысить оперативность прогнозирования пожароопасных свойств конструкций за счет отсутствия сложных математических вычислений;
- исключить условия образования горючей среды за счет возможности прогнозировать пожароопасные свойства;
- оптимизировать расходы на обеспечении пожарной безопасности;
- оценить возможность применения нейронных сетей для решения задач в области пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азовцев А.Г., Наконечный С.Н., Михалин В.Н. К вопросу об определении класса пожарной опасности строительных конструкций по характеристикам строительных материалов. 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. - С. 399-402.

УДК 614.849

С. В. Федосов*, А. А. Лазарев**

*ФГБОУ ВО Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, ФГБОУ ВО Поволжский государственный технологический университет,

**Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ МИКРОПРОЦЕССОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ПРЕГРАД

Проведен анализ существующих методов решения задач теплопереноса в твердом теле для оценки пожарной безопасности противопожарной преграды, даны рекомендации по применению метода «микропроцессов».

Ключевые слова: пожарная опасность, противопожарная преграда, пожарная безопасность.

S. V. Fedosov, A. A. Lazarev

PROSPECTS OF USING MICRO-PROCESS METHODS TO CREATE NEW FIRE BARRIERS

© Федосов С. В., Лазарев А. А., 2023

The analysis of existing methods for solving problems of heat transfer in a solid body for assessing fire safety of a fire barrier is carried out, recommendations for the use of the "microprocesses" method are given.

Key words: fire hazard, fire barrier, fire safety.

Как известно, теоретические основы моделирования интенсивного теплового воздействия на изделие заключены в теории теплопереноса, которая учитывает взаимосвязанность характеристик изделия и высокотемпературного источника. Значительные достижения в данной области принадлежат А. В. Лыкову, Ю. А. Михайлову, В. А. Зайцеву и другим [1–6].

Учитывая то, что основной тепловоспринимающей частью противопожарной преграды является металлическая пластина или бетонная плита, представляющая собой серое тело, сложность происходящих процессов и многообразие определяющих факторов указывают на необходимость использования упрощенных моделей [1, 5].

В настоящее время теплофизические характеристики можно определить при помощи значительного количества методов. Условно эти методы можно разделить на две группы: стационарные и нестационарные [1–5]. Неизменность во времени температурных полей представляет собой основу стационарных методов. Следовательно, их можно отнести к более простым. Применительно к нашему исследованию следует отметить зависимость интенсивности облучения горючего материала от воздействия теплового излучения от фронта пламени в известном стационарном методе, изложенном в приложении 3 ГОСТ 12.1.004-91 [7]. Получаемые в результате расчета значения интенсивности облучения позволяют определить выполнение условия безопасности при пожаре после сравнения с критическим значением для конкретного горючего материала.

Существуют также метод плоского слоя и метод продольного теплового потока. Эти методы могут применяться для исследования твёрдых тел. Однако, они имеют ряд недостатков. К ним относится отсутствие возможности одновременного определения коэффициентов теплопроводности, теплоемкости и температуропроводности. Необходимо также отметить высокую стоимость применения этих методов [8, 9].

Один из таких методов описан в статье [10]. Здесь рассмотрена модель тела с бесконечно малым внутренним сопротивлением цилиндрической симметрии, которое находится в идеальном тепловом контакте с неограниченной внешней средой. При этом температура внешней среды на бесконечности постоянна, а энтальпия тела меняется периодически по произвольному закону. Определяется изменение температуры тела за произвольный промежуток времени и тепловые потери.

Методы разделения переменных (метод Фурье), метод функций источников (метод Грина), метод интегральных преобразований (методы Лапласа-Карсона, Лапласа, Ханкеля, Фурье) используются для решения линейных краевых задач тепломассопереноса [5, 6, 10].

Решение задач теплопереноса в твердом теле (пластина) может быть осуществлено при помощи следующих методов:

- метода моментов, метода коллокаций, метода интегрального теплового баланса, метода Бубнова-Галеркина (проекционные);
- методов Ритца, Канторовича, Био, Лейбензона (вариационные);
- метода возмущений (малого параметра), методов алгебраических (интегральных) подстановок, метода последовательных приближений (линеаризации);
- сведения краевой задачи к уравнениям и задачам других типов.

У каждого из приведенных методов есть определенные достоинства и недостатки. Например, неравномерное начальное распределение температур и линейные граничные условия в телах можно описать при помощи метода Фурье. Решение представляет собой бесконечный ряд по собственным функциям. Большие значения числа Фурье позволяют ограничиваться первым членом ряда. Уменьшение числа Фурье требует учета большего числа членов ряда для достижения заданной точности в расчетах. При малых значениях числа Фурье (менее 0,1) ухудшается сходимость ряда.

Описанные выше методы применимы для решения уравнений с постоянными коэффициентами. Вариационные или численные методы позволяют решать краевые задачи теплопроводности для тел с переменными теплофизическими свойствами с необходимой точностью. При этом сходимость ряда также ухудшается при уменьшении числа Фурье.

Рассматривая основные подходы к решению неоднородных уравнений теплопроводности, в случае изменения плотности распределения подвижного источника тепловой энергии по определяющей координате во времени А. Тамир, В. Е. Мизонов, А. Б. Иванов и ряд других отмечают предпочтительность ячеечных моделей, которые базируются на теории цепей Маркова и связаны с ними матрицами переходных вероятностей [11].

Разделение процесса теплопереноса на n элементарных микропроцессов, в рамках которых теплофизические параметры фаз могут считаться постоянными, позволяют свести нелинейную задачу теплопереноса к совокупности n линейных задач. В этом заключается метод «микропроцессов» [12]. Данный метод представляется наиболее приемлемым для описания динамики теплопереноса в противопожарной преграде.

Следовательно, необходимо решить задачу расчета рабочих параметров противопожарной преграды для обеспечения пожарной безопасности защищаемого здания на основе теории протекающих при этом микропроцессов. При этом при моделировании температурных процессов в указанных изделиях необходимо учитывать систему дифференциальных уравнений второго порядка в частных производных. Полученные аналитические решения ряда краевых задач теплопереноса должны стать основой разработки инженерного метода расчета, удобного в применении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лыков, А.В. Теория переноса энергии и вещества / А.В. Лыков, Ю.А. Михайлов. – Минск: Изд. АН БССР, 1959. – 330 с.

2. Лыков, А.В. Теоретические основы строительной теплофизики / А.В. Лыков. – Минск: АН БССР, 1961. – 519 с.

3. Лыков, А.В. Теория теплопроводности / А.В. Лыков. – М.: Высш. шк., 1967. – 600 с.

4. Лыков, А.В. Явления переноса в капиллярно-пористых телах / А.В. Лыков. – М.: Гос. изд. техн.-теор. лит., 1954. – 314 с.

5. Лыков, А.В. Теория тепло- и массопереноса / А.В. Лыков, Ю.А. Михайлов. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 536 с.

6. Методы определения теплопроводности и температуропроводности. Под ред. А.В. Лыкова. – М.: Энергия, 1973. – 336 с.

7. ГОСТ 12.1.004-91* «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://docs.cntd.ru/document/9051953

8. Зайцев, В.А. Термическая обработка дисперсных и листовых материалов: дис...д-ра техн. наук / Зайцев Виктор Александрович. – Иваново, 1996. – 335 с.

9. Карташов, Э.М. Аналитические методы теории теплопроводности и её приложений. Изд. 4-е, перераб. и сущ. доп. / Э.М. Карташов, В.А. Кудинов – М.: ЛЕНАНД, 2018. – 1072 с.

10. Утемесов, М.А. Теплообмен с неограниченной изотропной средой тела с малым внутренним сопротивлением и внешними источниками / М.А. Утемесов // Известия Алтайского государственного университета. –1998. – № 4 (8). – С. 76-79.

11. Федосов, С.В. Моделирование прогрева тонкого слоя материала перемещающимся источником теплоты/ С.В. Федосов, В.Е. Мизонов, А.Б. Иванов, О.В. Тихонов // Строительные материалы. – 2007. – № 3. – С. 103-105.

12. Федосов, С.В. Нестационарный тепло- и массоперенос в многослойных ограждающих конструкциях / С.В. Федосов, А.М. Ибрагимов // Строительные материалы. – 2006. – № 4. – С. 86-87.

УДК 614.841

Д. А. Федотов, О. Г. Циркина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРОДУКТОВ ГОРЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

В статье рассмотрены вредные факторы, влияющие на здоровье человека, которые воздействуют на организм при горении полимеров, рассмотрены поражающие факторы продуктов горения полимеров, механизм их действия. Предлагается внедрение трех основных способов для снижения горючести полимерных материалов.

© Федотов Д. А., Циркина О. Г., 2023

Ключевые слова: полимер, продукты горения, галогенированный полимер, гидроксид алюминия, оксид углерода

D. A. Fedotov, O. G. Tsirkina

IMPACT OF COMBUSTION PRODUCTS OF POLYMER MATERIALS ON THE HUMAN BODY

The article discusses the harmful factors affecting human health that affect the body during the combustion of polymers, the damaging factors of the combustion products of polymers, and the mechanism of their action. It is proposed to introduce three main methods to reduce the flammability of polymer materials.

Key words: polymer, combustion products, halogenated polymer, aluminum hydroxide, carbon monoxide

Строительство зданий различного назначения растет с каждым годом. При проектировании и строительстве зданий застройщики обращают внимание не только на пространственные и структурно-планировочные решения, но и на материалы, используемые в их работе. Для того, чтобы сделать правильный выбор, необходимо учитывать такие факторы, как климат, тип почвы на строительной площадке и финансовые возможности. Но состав материала является немаловажным фактором при выборе. Учитывая эти факторы, полимерные материалы становятся все более популярными. Благодаря своим эксплуатационным свойствам, таким как упругость, антикоррозионная стойкость, эластичность, возможность создавать материалы с необходимыми свойствами, а также невысокой стоимости, полимеры пользуются большой популярностью. Они используются не только в строительстве, но и в машиностроении, текстильной промышленности, медицине и повседневной жизни. Однако в большинстве своем полимерные материалы обладают и негативными свойствами, одно из них - это пожароопасность, характеризующаяся горючестью материалов с образованием дыма, а также выделением большого количества токсичных веществ. Зачастую наиболее популярные у потребителей строительные полимерные материалы являются горючими и в процессе термического разложения выделяют продукты, негативно влияющие на здоровье человека. Например, пластмассы обычно легко воспламеняются и воспламеняют окружающие предметы и материалы, становясь источником пожара. Большинство пластмасс при горении выделяют токсичные вещества: оксид углерода, цианистый водород, хлористый водород, акролеин, оксиды азота, различные алифатические и ароматические углеводороды. Выделяемая при горении пластмассы двуокись углерода при вдыхании способна полностью вытеснить кислород из крови. Действие его на организм пролонгированное, так как вещество абсорбируется в легких. Доза в 0,3% смертельна для организма. Для такой концентрации достаточно подышать продуктами горения всего полчаса.

Многие токсичные вещества, выделяемые при сжигания полимеров, вредны не только для окружающей среды, но и для здоровья человека. Даже простые природные полимеры, такие как целлюлоза, при горении выделяют полициклические соединения, обладающие мутагенными и канцерогенными свойствами. В зависимости от времени воздействия на человека и концентраций продуктов горения полимера уровень отравлений токсичными веществами варьируется. Например, стирол вызывает расстройства нервной системы, затруднение дыхания, изменения состава крови и печени, раздражение кожи и слизистых оболочек. Угарный газ даже в низких концентрациях токсичен и может привести к летальному исходу. Опасные компоненты, такие как газообразный фосген, попадают в организм через дыхательные пути, вызывая отек легких. Многочисленные исследования показали, что практически все полимерные конструкции и отделочные материалы изготавливаются на основе низкомолекулярных соединений, используемых в процессе эксплуатации.

При выделении токсичных, дымящих и раздражающих веществ при горении полимера наблюдается большое количество дыма, снижающего видимость, что значительно затрудняет эвакуацию людей, вызывает панику и затрудняет работу пожарных подразделений. В настоящее время структура полимерных материалов улучшается, устраняются существующие недостатки для снижения основного опасного фактора – горючести для безопасной работы человека в опасных производственных условиях или условиях воздействия высоких температур.

В общем случае пожарная опасность полимерных материалов определяется следующими характеристиками: дымовыделение, возгораемость, токсичность продуктов горения и пиролиза, огнестойкость конструкции. Перечисленные характеристики пожарной опасности и горючести не являются абсолютными константами, и часто бывает, что улучшение или ухудшение одного из свойств полимера приводит к обратному действию на другую характеристику. Вещества, вводимые в полимер в качестве добавки, понижающей пожарную опасность, нередко влияют на физико-химические, диэлектрические и другие эксплуатационные и технологические свойства, а также это повышает стоимость материала.

На данный момент не существует единого кинетического метода определения горючести полимерных материалов. Определение кинетических показателей горючести обычно проводят при помощи методик, позволяющих весьма доступно и просто измерить скорость горения и воспламенения. Этими методами пользуются для предварительной оценки в первую очередь потому, что значения величин, характеризующих скорость горения и воспламенения, зависят от влажности, температуры и конвективных потоков воздуха.

Для снижения токсического воздействие полимеров на организм человека при горении необходимо понизить основной опасный фактор –горючесть. Для того чтобы снизить данный фактор, применяется добавление антипиренов: это специальные вещества, которые при добавлении в полимерный материал

уменьшают его горючесть; Использовать негорючие или трудновоспламеняемые добавки: некоторые добавки, такие как минеральные наполнители или стекловолокно, могут повысить огнестойкость полимерных материалов; Также обучение и информирование работников о свойствах и особенностях полимерных материалов поможет избежать ошибок при их использовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев И.В. К вопросу об установлении причины смерти лиц, обнаруженных на пожарах / Зайцев А.П. // Сибирский медицинский журнал. 2013. № 7. С. 117–119.

2. Евстропов В.М. Опасные природные и производственные процессы. Медицина катастроф: учебное пособие. - Ростов-на-Дону: Ростовский гос. строит. ун-т, 2005. – 68 с.

3. Евстропов В.М. Медико-биологические аспекты безопасности жизнедеятельности в экстремальных и чрезвычайных ситуациях: монография. – Ростов-на-Дону: Рост. гос. строит. унт, 2013. – 166 с.

4. Еналеев Р.Ш. Термодинамические критерии теплового поражения человека в техногенных авариях / Р.Ш. Еналеев, А.М. Закиров, Ю.С. Чистов, Э.Ш. Теляков // Вестник Казанского технологического университета. 2012. № 17. С. 50–55.

УДК 614.84:31

А. Г. Фирсов, В. С. Гончаренко, Е. Н. Малёмина, Т. А. Чечетина
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ПОЖАРЫ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ ОТ ПИРОТЕХНИКИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2017–2022 ГГ.

Осуществлен анализ обстановки с пожарами по причине неосторожного обращения с пиротехническими средствами и изделиями. Выявлены основные тенденции в динамике развития обстановки с пожарами в целом по Российской Федерации. Отмечены особенности формирования обстановки с пожарами от пиротехнических изделий в городской и сельской местности.

Ключевые слова: пиротехническое изделие, количество пожаров, количество травмированных и погибших при пожарах людей, прямой материальный ущерб, объект пожара, городская и сельская местность.

© Фирсов А. Г., Гончаренко В. С., Малёмина Е. Н., Чечетина Т. А., 2023

A. G. Firsov, V. S. Goncharenko, E. N. Malemina, T. A. Chechetina

FIRES AND THEIR CONSEQUENCES FROM PYROTECHNICS ON THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION IN 2017–2022

An analysis of the situation with fires due to careless handling of pyrotechnics and products was carried out. The main trends in the dynamics of the development of the situation with fires in the whole of the Russian Federation are revealed. The features of the formation of the situation with fires from pyrotechnic products in urban and rural areas are noted.

Key words: pyrotechnic product, number of fires, number of people injured and killed in fires, direct material damage, fire object, urban and rural areas.

Сегодня невозможно представить праздник, будь то Новый год или корпоративное мероприятие, без использования различных пиротехнических средств и изделий (далее – ПС). Первые ПС появились более 2 тысяч лет назад в Китае. С тех пор они прошли серьезный эволюционный путь от простых увеселительных приспособлений до сложных технических устройств, но, как и раньше ПС остаются одними из наиболее пожароопасных технических изделий.

В зависимости от технических критериев ПС делятся на определенные классы и виды. Соответственно для каждого класса и вида ПС нормативно правовыми документами установлены свои требования пожарной безопасности в части производства, перевозки, хранения, продажи и использования. В частности технический регламент [7] устанавливает перечень ПС и требования ко всем этапам обращения с ПС (от процесса производства до утилизации). Нормативный документ [1] предъявляет требования безопасности к бытовым и техническим ПС. Документы [2, 3] регламентируют методы и порядок проведения испытаний серийных ПС с целью определения их технических характеристик, в т.ч. для оформления сертификата. А порядок обеспечения пожарной безопасности и правил поведения людей, связанных с хранением, реализацией и использованием ПС изложены в разделах XXII и XXIV правил противопожарного режима [6].

Ежегодно в период статистического наблюдения с 2017 по 2022 гг. на территории Российской Федерации в среднем регистрировалось около 90 пожаров причиной возникновения, которых являются ПС. На данной категории пожаров ежегодно получали травмы порядка 15 чел. и фиксировался прямой материальный ущерб в размере 4 922 тыс. руб. На рис. 1 приведено распределение количества пожаров по причине нарушения требований правил пожарной безопасности (далее – ППБ) при использовании ПС на территории Российской Федерации за период с 2017 по 2022 гг.

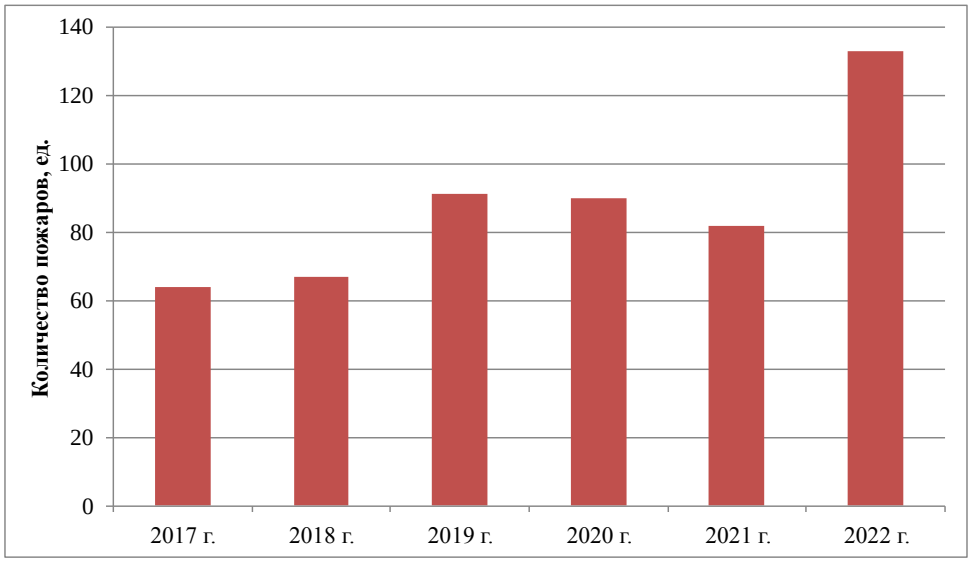


Рис. 1. Динамика распределения количества пожаров, связанных с нарушением требований правил пожарной безопасности при использовании пиротехнических средств за период с 2017 по 2022 гг.

Около 55 % пожаров по причине нарушения требований ППБ при использовании ПС отмечается в зданиях жилого назначения (см. рис. 2). Порядка 18,4 % пожаров регистрируется на других объектах пожара, около 15,7 % на различных открытых территориях и 5,5 % на транспортных средствах. На остальных объектах ежегодно регистрируется менее 1 % пожаров.

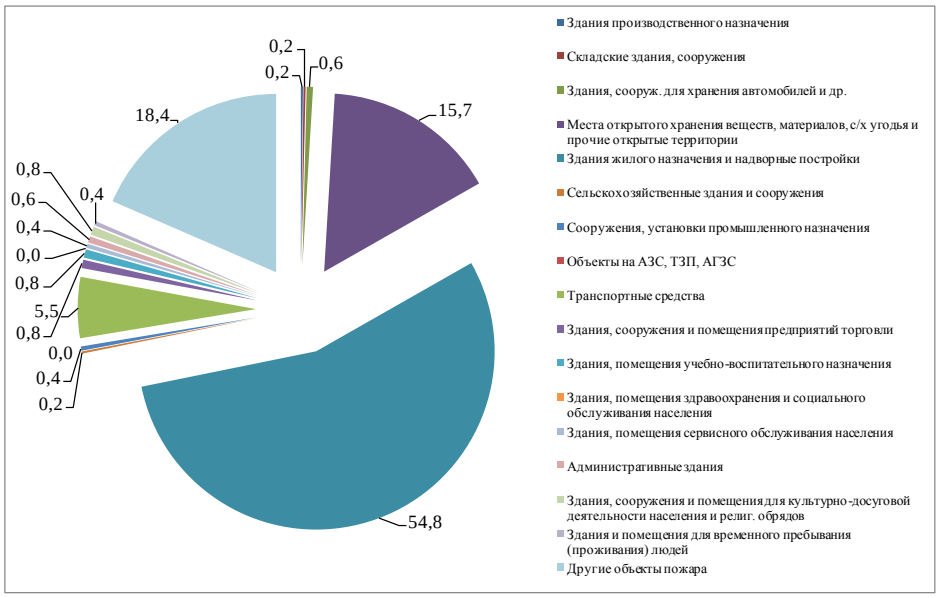


Рис. 2. Долевое распределение количества пожаров, связанных с нарушением требований правил пожарной безопасности при использовании пиротехнических средств по основным группам объектов за период с 2017 по 2022 гг.

Распределение количества травмированных людей при пожарах, связанных с нарушением ППБ при использовании ПС за период с 2017 по 2022 гг. приведено на рис. 3. Анализ статистических данных показывает, что наибольшее количество травмированных людей при пожарах отмечается в группе «другие объекты пожара» – 85 %. В зданиях жилого назначения травмируется порядка 13 % людей.

Пожары, в т.ч. связанные с нарушением требований ППБ при использовании ПС, наносят ощутимый материальный ущерб. На рис. 4 приведено распределение значений прямого материального ущерба от пожаров, связанных с нарушением требований ППБ при использовании ПС за период с 2017 по 2022 гг. Наибольшая величина прямого материального ущерба от пожаров, связанных с нарушением требований ППБ при использовании ПС, ежегодно регистрируется в зданиях жилого назначения – около 59 %. Порядка 31 % материального ущерба фиксируется на различных открытых территориях и 7 % на транспортных средствах.

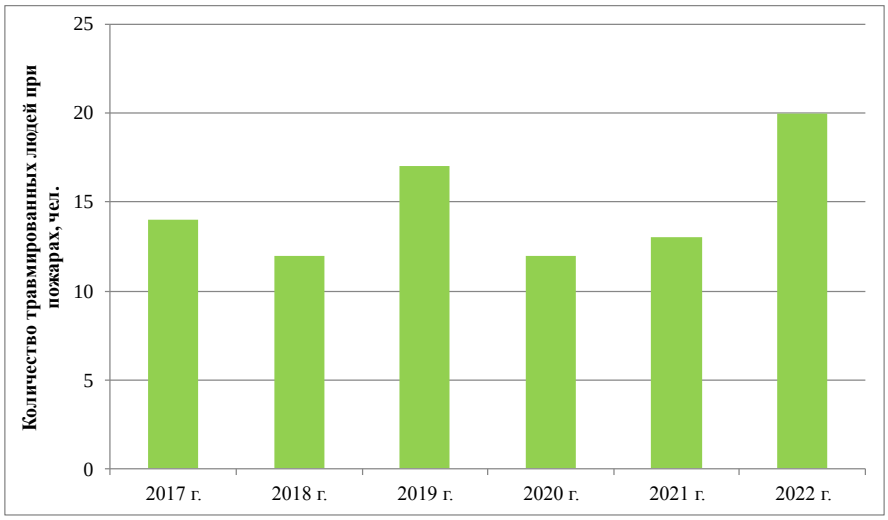


Рис. 3. Динамика распределения количества травмированных людей при пожарах, связанных с нарушением требований правил пожарной безопасности при использовании пиротехнических средств за период с 2017 по 2022 гг.

Пожары, в т.ч. связанные с нарушением требований ППБ при использовании ПС, наносят ощутимый материальный ущерб. На рис. 4 приведено распределение значений прямого материального ущерба от пожаров, связанных с нарушением требований ППБ при использовании ПС за период с 2017 по 2022 гг. Наибольшая величина прямого материального ущерба от пожаров, связанных с нарушением требований ППБ при использовании ПС, ежегодно регистрируется в зданиях жилого назначения – около 59 %. Порядка 31 % материального ущерба фиксируется на различных открытых территориях и 7 % на транспортных средствах.

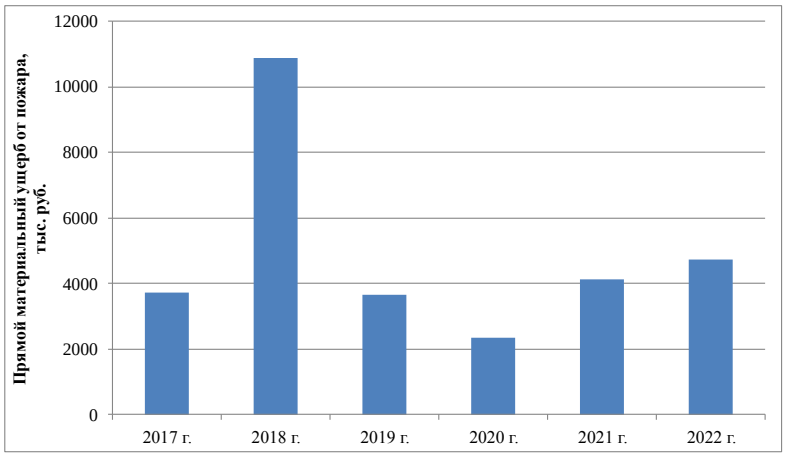


Рис. 4. Динамка распределения величины прямого материального ущерба от пожаров, связанных с нарушением требований правил пожарной безопасности при использовании пиротехнических средств за период с 2017 по 2022 гг.

Основное количество пожаров и их последствий по причине нарушения требований ППБ при использовании ПС ежегодно регистрируется в городской местности. Так количество пожаров в городах и населенных пунктах городского типа составляет более 74,4 % от общего количества всех пожаров от ПС. Количество травмированных людей при этих пожарах составляет – 82,4 %, а прямой материальный ущерб – более 95 %. И соответственно наибольшее количество пожаров в городской местности регистрируется в зданиях жилого назначения (60,8 % от общего количества пожаров от ПС в городской местности). Далее следуют другие объекты пожара (19,8 %) и транспортные средства (6,5 %). Наибольшее количество травмированных людей при данных пожарах отмечается на других объектах пожара (83,9 % от общего количества травмированных при пожарах от ПС в городской местности) и в зданиях жилого назначения (14,3 %). По прямому материальному ущербу лидируют здания жилого назначения (52,8 % от общего количества пожаров в городской местности), открытые территории (37,9 %) и транспортные средства (7,2 %).

В сельской местности количество пожаров по причине нарушения требований ППБ при использовании ПС составляет – 25,6 %, количество травмированных – 17,6 %, прямой материальный ущерб – 4,2 %. Наибольшее количество пожаров в сельской местности регистрируется в зданиях жилого назначения (42,6 % от общего количества пожаров от ПС в сельской местности). Далее следуют открытые территории (30,7 %) и другие объекты пожара (17,8 %). Наибольшее количество травмированных людей при данных пожарах отмечается на других объектах пожара (83,3 % от общего количества травмированных при пожарах от ПС в сельской местности). По прямому материальному ущербу лидируют здания жилого назначения (63,8 % от общего количества пожаров в сельской местности), открытые территории (67,6 %) и складские здания и сооружения (13,3 %).

Количество погибших людей при пожарах по причине нарушения требований ППБ при использовании ПС за весь период статистического наблюдения с 2017 по 2022 гг. составило – 5 чел. и только в городской местности: 2017 г. – 1 чел., 2020 г. – 1 чел., 2022 г. – 3 чел.

В целом анализ пожаров и их последствий, связанных с нарушением требований ППБ при использовании ПС, показал, что числовые значения рассмотренных выше показателей имеют тенденцию к росту. При этом следует отметить снижение количества пожаров, травмированных людей при пожарах и величины прямого материального ущерба в 2020 г. Это связано с введением на государственном уровне соответствующих ограничений на массовые мероприятия в т.ч. с использованием ПС в период пандемии COVID–19.

Основная доля пожаров, травмированных и погибших людей при пожарах, прямого материального ущерба от пожаров регистрируется в городской местности в зданиях и сооружениях жилого назначения, открытых территориях и других объектах пожара.

В более полном объеме статистическая информация о пожарах и их последствиях от ПС опубликована в источниках [4, 5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51270-99. Изделия пиротехнические. Общие требования безопасности. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200028093 (дата обращения 21.09.2023).

2. ГОСТ Р 51271-99. Изделия пиротехнические. Методы испытаний. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200028094 (дата обращения 20.09.2023).

3. НПБ 255-99. Изделия пиротехнические бытового назначения. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200022340 (дата обращения 25.09.2023).

4. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году : Статистика пожаров и их последствий. Статистический сборник / В. С. Гончаренко, Т. А. Чечетина, В. И. Сибирко [и др.]. – Балашиха : Всероссийский ордена "Знак Почета" научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. – 114 с. – EDN LVXFQJ.

5. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году : Информационно-аналитический сборник / В. С. Гончаренко, Т. А. Чечетина, В. И. Сибирко [и др.]. – Балашиха : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. – 80 с. – EDN IKFNVG.

6. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 24.10.2022) "Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации". URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263/ (дата обращения 25.09.2023).

7. ТР ТС 066/2011. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пиротехнических изделий". https://docs.cntd.ru/document/902299524 (дата обращения 20.09.2023).

УДК 614.841.3

А. Г. Фирсов, М. В. Загуменнова, Е. Н. Малёмина, О. В. Надточий
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

РЕЗУЛЬТАТЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПОЖАРНОГО НАДЗОРА НА ОБЪЕКТАХ, СВЯЗАННЫХ С ОБРАЩЕНИЕМ ПИРОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ 2017–2022 ГГ.

Приведены основные результаты осуществления государственного пожарного надзора на объектах связанных с производством, транспортировкой, хранением и реализацией пиротехнических изделий в период подготовки и проведения новогодних и рождественских праздников. Выявлены тенденции в динамике развития обстановки с пожарами и основных результатов надзорной деятельности.

© Фирсов А. Г., Загуменнова М. В., Малёмина Е. Н., Надточий О. В., 2023

Ключевые слова: количество пожаров, объект, связанный с обращением пиротехнических изделий, нарушение требований правил пожарной безопасности, мероприятие по надзору (контролю) за выполнением обязательных требований пожарной безопасности.

A. G. Firsov, M. V. Zagumennova, E. N. Malemina, O. V. Nadtochiy

RESULTS OF STATE FIRE SUPERVISION AT FACILITIES RELATED TO THE CIRCULATION OF PYROTECHNIC PRODUCTS IN 2017–2022

The main results of the implementation of state fire supervision at facilities related to the production, transportation, storage and sale of pyrotechnic products during the preparation and holding of the New Year and Christmas holidays are presented. Tendencies in the dynamics of the development of the situation with fires and the main results of supervisory activities are revealed.

Key words: number of fires, object associated with the circulation of pyrotechnic products, violation of the requirements of fire safety rules, supervision (control) of compliance with mandatory fire safety requirements.

Пожары на объектах связанных с производством, транспортировкой, хранением и реализацией пиротехники (далее – объект, связанный с обращением пиротехнических изделий) являются одними из самых сложных пожаров, как в плане их профилактики, так и тушения. Такие пожары, как правило, сопровождаются большой площадью горения, значительным материальным ущербом и требуют для ликвидации привлечение большого количества сил и средств пожарно-спасательных подразделений. За период с 2017 по 2022 гг. на территории Российской Федерации ежегодно регистрировалось около 90 пожаров причиной возникновения, которых являлись пиротехнические изделия (далее – ПИ), получали травмы порядка 15 чел. и фиксировался прямой материальный ущерб в размере 4 922 тыс. руб.

Наиболее резонансные и сложные в тушении пожары не редко освещались в различных средствах массой информации [8]. Вот некоторые из них:

22 ноября 2017 г. зарегистрирован пожар на территории Казанского государственного порохового завода, выпускающего порох и заряды к различным видам вооружения, а также ПИ.

19 октября 2018 г. – пожар на заводе «Авангард» Ленинградской области выпускающего различные виды ПИ. В результате пожара уничтожено более 1,75 тыс. кв. м производственной площади, повреждена кровля и остекление в 16 зданиях жилого назначения.

21 декабря 2018 г. – пожар на складе пиротехники в г. Санкт-Петербурге. Площадь пожара составила более 300 кв. м.

6 декабря 2020 г. – пожар на рынке в павильоне с пиротехникой в г. Ростов. Общая площадь пожара составила 3,2 тыс. кв. м.

Анализ статистической информации о пожарах и их последствиях за 2017–2022 гг. показал, что наибольшее количество пожаров, причиной возникновения которых являлись ПИ, приходится на города и населенные пункты (74,4 %). Соответственно и последствия от таких пожаров значительные: количество травмированных людей составляет – 82,4 %, прямой материальный ущерб – более 95 % от общего количества пожаров по причине нарушения требований правил пожарной безопасности (далее – НТППБ) при использовании ПИ.

Проведенные научные исследования показали, что значительная доля пожаров от ПИ приходится на новогодние и рождественские праздники и связана в основном с НТППБ при хранении и использовании ПИ. На рис. 1 приведено сравнительное распределение общего количества пожаров от ПИ и пожаров, связанных с НТППБ при использовании ПИ, в период новогодних и рождественских праздников за 2017–2022 гг. Количество пожаров от ПИ в период новогодних и рождественских праздников в среднем составляет около 54 % от общего количества пожаров на объектах, связанных с обращением ПИ. Таким образом, всего на 20 дней в году (10 дней до и 10 дней после Нового года) ежегодно приходится около 48 пожаров от ПИ.

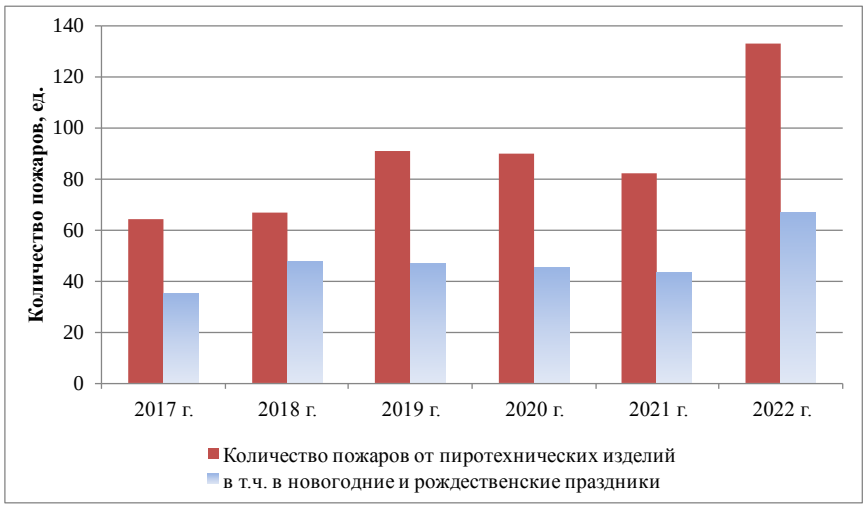


Рис. 1. Динамика распределения количества пожаров по причине НТППБ при использовании ПИ за период с 2017 по 2022 гг.

Обеспечение пожарной безопасности объектов с обращением ПИ должно носить системный характер. С одной стороны эта задача решается путем разработки и совершенствования нормативно-технической базы регулирующей вопросы обеспечения пожарной безопасности при производстве, транспортировке, хранении, реализации и использовании ПИ. Для каждого класса и вида ПИ нормативно правовыми документами установлены свои требования пожарной безопасности в части производства, транспортировки, хранения, реализации и использования. В частности технический регламент [7] устанавливает перечень ПИ и требования ко всем этапам обращения ПИ (от процесса производства до утилизации). Нормативный документ [1] предъявляет требования безопасности к бытовым и техническим ПИ. Документы [2, 5] регламентируют методы и по-

рядок проведения испытаний серийных ПИ с целью определения их технических характеристик, в т.ч. для оформления сертификата. А порядок обеспечения пожарной безопасности и правил поведения людей, связанных с хранением, реализацией и использованием ПИ изложены в правилах противопожарного режима [6].

С другой стороны для обеспечения пожарной безопасности необходимо своевременно осуществлять мероприятия по надзору (контролю) за выполнением обязательных требований пожарной безопасности (далее – КНМ) на объектах с обращением ПИ. Одним из таких мероприятий является ежегодно проводимая МЧС России операция «Новый год». В рамках данного КНМ помимо проверок противопожарного состояния мест массового проведения новогодних и рождественских праздников осуществляется контроль за обеспечением требований пожарной безопасности объектов, связанных с обращением ПИ.

Распределение количества объектов, связанных с обращением ПИ в период проведения новогодних и рождественских праздников за период 2017–2022 гг. приведено на рис. 2. А распределение объектов с НТППБ при хранении и реализации ПИ за аналогичный период приведено на рис. 3.

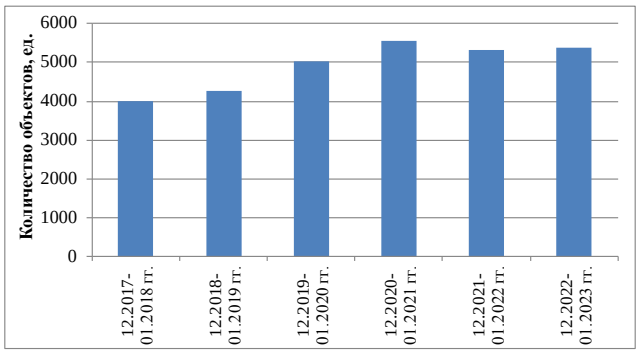


Рис. 2. Динамика распределения количества объектов, связанных с обращением ПИ за период с 2017 по 2022 гг.

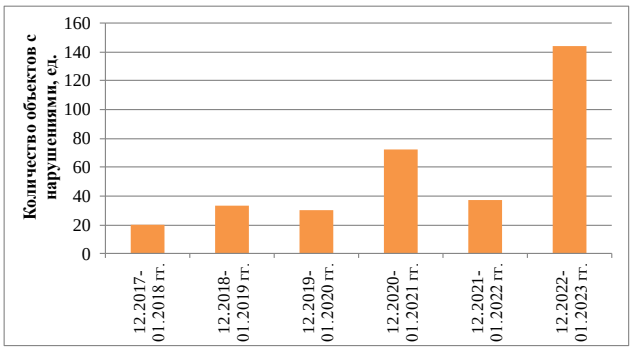


Рис. 3. Динамика распределения количества объектов с НТППБ, связанных с обращением ПИ за период с 2017 по 2022 гг.

Анализ статистической информации на рис. 2 и 3 показывает, что присутствует устойчивая тенденция роста как количества объектов, связанных с обращением ПИ, так и объектов с НТППБ при хранении и реализации ПИ. Причем количество объектов с НТППБ в новогодний период с декабря 2022 г. по январь 2023 г. выросло по сравнению с аналогичным периодом 2020–2021 гг. почти в два раза. Следует отметить, что снижение общего количества объектов, связанных с обращением ПИ и объектов с НТППБ при хранении и реализации ПИ в период 2021–2022 гг. связано с введением на государственном уровне соответствующих ограничений на массовые мероприятия в т.ч. с использованием ПИ в период пандемии COVID–19.

В результате проведения КНМ в период подготовки и проведения новогодних и рождественских праздников органами государственного пожарного надзора ежегодно выявляется порядка 270 ед. НТППБ на объектах, связанных с обращением ПИ. Динамика распределения количества выявленных НТППБ на объектах, связанных с обращением ПИ за период с 2017 по 2022 гг. приведена на рис. 4. Анализ представленной статистической информации показывает, что в последние пять лет наметилась тенденция снижения количества выявленных НТППБ на объектах, связанных с обращением ПИ. С учетом этого соответственно и снизилось количество информации в органы власти Российской Федерации и органы прокуратуры Российской Федерации о неудовлетворительном противопожарном состоянии данных объектов (рис. 5).

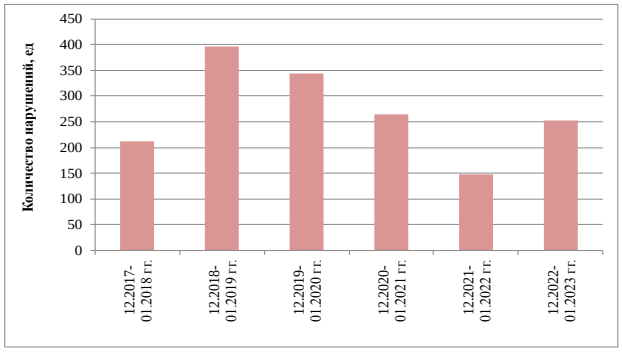


Рис. 4. Динамика распределения количества выявленных НТППБ на объектах с обращением ПИ за период с 2017 по 2022 гг.

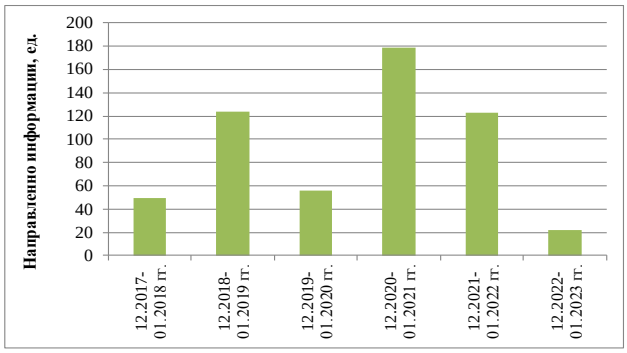


Рис. 5. Распределение количества информации направленной в органы власти РФ и органы прокуратуры РФ о неудовлетворительном противопожарном состоянии объектов с обращением ПИ за период с 2017 по 2022 гг.

В целом анализ пожаров и результатов осуществления федерального государственного пожарного надзора на объектах, связанных с обращением ПИ показал, что половина всех пожаров от пиротехнических изделий приходится на новогодние и рождественские праздники. При существующей в последнее время тенденции роста объектов, связанных с обращением ПИ, присутствует тенденция роста объектов с НТППБ и соответственно тенденция роста пожаров и их последствий на данных объектах. При этом необходимо отметить снижение количества выявленных НТППБ на объектах, связанных с обращением ПИ и соответственно ожидаемое снижение количества направленной в органы власти РФ и органы прокуратуры РФ информации о неудовлетворительном противопожарном состоянии объектов, связанных с обращением ПИ.

Результаты осуществления федерального государственного надзора за выполнением установленных требований пожарной безопасности и профилактических мероприятий по предупреждению пожаров на объектах защиты, задействованных в период подготовки и проведения новогодних и рождественских праздников, в полном объеме опубликованы в источниках [3, 4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 51270-99. Изделия пиротехнические. Общие требования безопасности. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200028093 (дата обращения 21.09.2023).

2. ГОСТ Р 51271-99. Изделия пиротехнические. Методы испытаний. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200028094 (дата обращения 20.09.2023).

3. Государственный надзор МЧС России в 2021 г : Информ. сб. / С. В. Глинов, А. А. Григорьев, С. А. Дмитриев [и др.]. – Балашиха : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. – 263 с. – EDN CAAPCZ.

4. Государственный надзор МЧС России в 2022 г : Информационно-аналитический сборник / С. В. Глинов, А. А. Григорьев, С. А. Дмитриев [и др.]. – Балашиха : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. – 262 с. – EDN JARHLE.

5. НПБ 255-99. Изделия пиротехнические бытового назначения. Требования пожарной безопасности. Методы испытаний. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200022340 (дата обращения 25.09.2023).

6. Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 № 1479 (ред. от 24.10.2022) "Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации". URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_363263/ (дата обращения 25.09.2023).

7. ТР ТС 066/2011. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности пиротехнических изделий". https://docs.cntd.ru/document/902299524 (дата обращения 20.09.2023).

8. ЧП на заводах и складах с пиротехникой в России в 2008 — 2020 годах - РИА Новости, 06.12.2020 (ria.ru) URL: https://ria.ru/20201206/pirotekhnika-1587875661.html?ysclid=ln1bjkasyj542564719 (дата обращения 25.09.2023).

УДК 614.841.332

И. Р. Хасанов, В. С. Горшков, О. В. Фомина
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ С НАРУЖНЫМИ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫМИ ШТУКАТУРНЫМИ СЛОЯМИ

Проведен анализ нормативных требований в области пожарной безопасности навесных фасадных систем. Изложены особенности конструкции и представлены технические и организационные мероприятия повышения пожарной безопасности фасадных систем с наружными защитно-декоративными штукатурными слоями.

Ключевые слова: пожарная опасность, фасадная система, фасадная система с наружными защитно-декоративными штукатурными слоями, горючий утеплитель.

I. R. Khasanov, V. S. Gorshkov, O. V. Fomina

FIRE HAZARD OF FACADE SYSTEMS WITH EXTERNAL PROTECTIVE AND DECORATIVE PLASTER LAYERS

The analysis of regulatory requirements in the field of fire safety of hinged facade systems is carried out. The design features are described and technical and organizational measures to improve the fire safety of facade systems with external protective and decorative plaster layers are presented.

Key words: fire safety, facade system, facade system with external protective and decorative plaster layers, combustible insulation.

Технологии фасадных систем утепления зданий с внешней стороны завоевали популярность в строительстве. Фасадные системы имеют хорошие звукоизоляционные, теплотехнические характеристики, широкий спектр отделочных и облицовочных материалов. Применение в конструкции фасадной системы горючих материалов и изделий значительно увеличивает класс конструктивной пожарной опасности зданий. При этом использование горючих материалов, в том числе утеплителей может привести к быстрому распространению огня и образованию высокотоксичных продуктов горения [1]. Нередки случаи возгорания фасадных систем при их монтаже и в результате несоблюдения правил пожарной безопасности при эксплуатации. Примеры пожаров с распространением огня по наружным фасадам [2] показывают их особую опасность и необходимость разработки мероприятий по обеспечению пожарной безопасности при монтаже, эксплуатации и ремонте навесных фасадных систем.

© Хасанов И. Р., Горшков В. С., Фомина О. В., 2023

К наружным фасадным системам относятся два основных вида: система фасадная теплоизоляционная композиционная с наружными защитно-декоративными штукатурными слоями (СФТК) и навесные фасадные системы с воздушным зазором (НФС).

Требования пожарной безопасности, предъявляемые к строительным конструкциям зданий и сооружений с внешней стороны, в том числе к отделке и системам наружного утепления фасадов регулируются Техническим регламентом о требованиях пожарной безопасности [3] При применении для утепления зданий различного функционального назначения, на территории Российской Федерации, используются фасадные системы, прошедшие испытания на пожарную опасность по ГОСТ 31251-2008 [4].

СФТК имеют многослойную структуру: клеевой слой, слой теплоизоляционного материала, штукатурные и защитно-декоративные слои. СФТК представляют собой комплекс материалов и изделий, устанавливаемый на строительной площадке на заранее подготовленные поверхности зданий в процессе их строительства, ремонта и реконструкции. Совокупность технических и технологических решений определяет правила и порядок установки СФТК. В качестве утеплителей в таких системах часто используется горючие полимерные теплоизоляционные материалы, например: пенополистирол, экструдированный пенополистирол и некоторые виды пенополиуретанов [5].

Главным с точки зрения пожарной опасности СФТК, в которых в качестве утеплителя используются горючие теплоизоляционные материалы, является их потенциальная способность содействовать распространению пожара на расположенные выше этажи здания, если пламя выходит на фасад здания.

В связи с этим встает вопрос о необходимости рассмотрения конструктивных особенностей СФТК и оценки их влияния на распространение пожаров, которые имеют значительную скорость распространения. Особую актуальность приобретает проблема обеспечения пожарной безопасности СФТК, а следовательно, важным является определение организационных и технических мероприятий, направленных на повышение уровня пожарной безопасности таких систем.

На основе проведенных в ФГБУ ВНИИПО МЧС России комплексных огневых испытаний различных фасадных систем разработаны технические и организационные мероприятия повышения пожарной безопасности СФТК с горючим полимерным утеплителем.

Так, для защиты горючего утеплителя от воздействия пламени, выходящего из проёма (окна) горящего помещения в конструкциях СФТК следует предусмотреть противопожарные рассечки и окантовки (обрамления) оконных (дверных, вентиляционных, вытяжных и др.) проёмов, выполненные из негорючих минераловатных плит.

Горизонтальные межэтажные рассечки следует устанавливать на каждом этаже в уровне верхних откосов проёмов по всей длине фасада здания, но не реже, чем через 4 м. Высота поперечного сечения рассечек и окантовок не ме-

нее 150 мм, толщина их поперечного сечения должна соответствовать общей толщине пенополистирольного утеплителя в СФТК.

Участки наружных стен по периметру всех эвакуационных выходов из здания следует выполнять на расстояние не менее 1,0 м от каждого откоса такого выхода с применением в качестве утеплителя негорючих минераловатных плит.

В местах образования внутренних вертикальных углов здания с шириной раскрытия менее 135° (включая внутренние углы, образуемые стенами и внешней стороной ограждения лоджий/балконов) при наличии в одной из них оконных (дверных, балконов, трансформаторных, мусоросборников и т. п.) проёмов, расположенных на расстоянии 1,5 м и менее от этого угла, следует выполнять: от внутреннего угла в направлении стены с указанным проёмом на расстоянии не менее 1,5 м и на высоту не менее 6 м, считая от верхнего откоса самого верхнего оконного (либо иного) проёма, с применением в качестве утеплителя негорючих плит; от внутреннего угла в направлении противоположной стены на расстоянии не менее 1,0 м и на высоту не менее 6м, считая от верхнего откоса самого верхнего оконного (либо иного) проёма, с применением в качестве утеплителя негорючих плит.

При наличии пустот (воздушных прослоек) толщиной 3 мм и более между строительным основанием и горючим полимерным утеплителем площадь каждой из них не должна превышать 1,5 м^2. Сквозные пустоты между рассечками (окантовками) из негорючих минераловатных плит и строительным основанием, а также в стыках смежных плит рассечек (окантовок) друг с другом не допускаются.

При расстоянии от внутреннего угла здания до ближайшего вертикального откоса проёма более 1,5 м утепление наружных стен следует выполнять в соответствии со стандартным техническим решением СФТК, представленным в соответствующем альбоме технических решений (АТР).

Места ввода инженерных коммуникаций (например, водопровода, газопроводов и др.) должны обрамляться негорючей минеральной (каменной из сырьевой смеси на основе горных пород базальтовой группы с температурой плавления не менее 1000 ^{0}С) ватой, конструктивно как окантовки (обрамление) проёмов.

Следует отметить, что при проведении монтажа, эксплуатации и ремонта фасадных систем необходимо принимать повышенные меры обеспечения пожарной безопасности, соблюдать требования Правил противопожарного режима в Российской Федерации (постановление Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 № 1479) независимо от степени огнестойкости, класса конструктивной и функциональной пожарной опасности здания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хасанов И.Р. Молчадский И.С., Гольцов К.Н., Пестрицкий А.В. Пожарная опасность навесных фасадных систем // Пожарная безопасность, 2006. - № 5. – С. 36-47.

2. Хасанов И.Р., Косачев А.А., Константинова Н.И., Гольцов К.Н. Особенности пожарной опасности навесных фасадных систем // Юбилейный сборник трудов ФГБУ ВНИИПО МЧС России. – М.: ВНИИПО, 2012. – С. 102-128.

3. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (в редакции Федерального закона от 10.07.2012 г. № 117-ФЗ и Федерального закона от 02.07.2013 г. № 185-ФЗ). – М.: ВНИИПО, 2014. - 148 с.

4. ГОСТ 31251-2008. «Стены наружные с внешней стороны. Метод испытаний на пожарную опасность». – М: Стандартинформ, 2010. – 23 с.

5. Противопожарные требования при применении в строительстве систем фасадных теплоизоляционных композиционных с наружными защитно-декоративными штукатурными слоями. – М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2014. 55 с.

УДК 623.746.4-519:614.8

Д. М. Цыро, А. В. Пивоваров
Университет гражданской защиты МЧС Беларуси

МЕТОДЫ ПРОВЕДЕНИЯ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ С ПРИМЕНЕНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Суть проведения поисково-спасательных работ с применением БПЛА заключается в том, что оператор задает маршрут следования и координаты полета обследуемого сектора. Во время выполнения задачи, БПЛА по заданному маршруту осуществляет многократное фотографирование или видеофиксацию ключевых позиций.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, поисково-спасательные работы, разведка, способы проведения поиска.

D. M. Tsyro, A. V. Pivovarov

METHODS OF SEARCH AND RESCUE OPERATIONS USING UNMANNED AERIAL VEHICLES

The essence of conducting search and rescue operations using unmanned aerial vehicles is that the operator sets the route and flight coordinates of the surveyed sector. During the execution of the task, unmanned aerial vehicles perform multiple photographing or video recording of key positions along a given route.

Key words: unmanned aerial vehicle, search and rescue operations, exploration, methods of search

© Цыро Д. М., Пивоваров А. В., 2023

Ежегодно в лесах страны теряется в среднем 350–400 человек. Поисково-спасательные работы, как правило проводятся на больших территориях и на сложной рельефной местности, тем самым время поисков составляет от нескольких часов до нескольких дней, а иногда и недель. На сегодняшний день, рост количества беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛПА), используемых в поисково-спасательных работах, обусловлен их способностью быстро и точно находить людей в любой сложной и труднодоступной местности. Дроны работают как глаза и уши спасателей, способные проникать в любые небольшие пространства и опускаться на низкие высоты. Использование полезной нагрузки значительно повышает эффективность работы в связке с оператором БПЛА и соответствующим навесным оборудованием.

Суть проведения поисково-спасательных работ с применением БПЛА заключается в том, что оператор задает маршрут следования и координаты полета обследуемого сектора. Во время выполнения задачи, БПЛА по заданному маршруту осуществляет многократное фотографирование или видеофиксацию ключевых позиций. В процессе настройки полета, оператор может задавать различные настройки такие как, количество фотографий и ключевых точек, а также задавать угол камеры в пространстве во время съемки. После того, как БПЛА выполнил задачу и вернулся к исходной позиции (место взлета), происходит сбор видео и фотоматериалов. Материалы отсматриваются в ручном режиме и анализируются с целью обнаружения места нахождения пострадавшего. С помощью разведки БПЛА необходимо установить масштаб бедствия или квадрат поиска, выявить особо опасные зоны, наличие преград и безопасные места для пеших спасательных групп и для потенциального вывода пострадавших из опасных зон. Необходимо отметить, что в случае обнаружения координат пострадавшего, возможно узнать его состояние, а в некоторых случаях вывести из леса с помощью громкоговорителя и специального фонаря. В случае, если пострадавший не имеет возможность самостоятельно передвигаться, то возможно доставить медикаменты и другую помощь, пока спасательные группы следуют на место по заданным координатам.

Существует несколько способов проведение поиска с применением БПЛА. Распространенным способом работы на обширной территории является параллельное или зигзагообразное галсирование. Этот метод поиска наиболее эффективен над равнинной местностью или над водой. Параллельное галсирование выглядит как змейка или как параллельные полосы, которые квадрокоптер преодолевает, осуществляя полет по заданной зигзагообразной траектории. Этот метод позволяет более эффективно исследовать большие территории и быстрее находить нужные объекты или пострадавших.

Рис. 1. Параллельное гласирование одним БПЛА

Для начала поиска пострадавшего необходимо определить наиболее вероятное местоположение. Расстояния между галсами рассчитываются в зависимости от высоты полета. Галсы представляют собой траекторию полета и зону, которую охватывает беспилотник максимально возможным углом обзора с каждой стороны угла внутри прямоугольника.

Метод расширяющегося квадрата используется в поиске, когда местоположение потерявшегося точно неизвестно, а радиус поиска небольшой. Этот метод также является одним из наиболее эффективных способов поиска по секторам с помощью БПЛА. Для осуществления поиска на заданный участок используется один БПЛА. Расстояние между пересекающимися параллельными участками маршрута должно обеспечивать сплошной визуальный обзор местности. Таким образом, процесс поиска происходит с помощью БПЛА, который полетами в расширяющийся квадрат охватывает все большую и большую площадь.

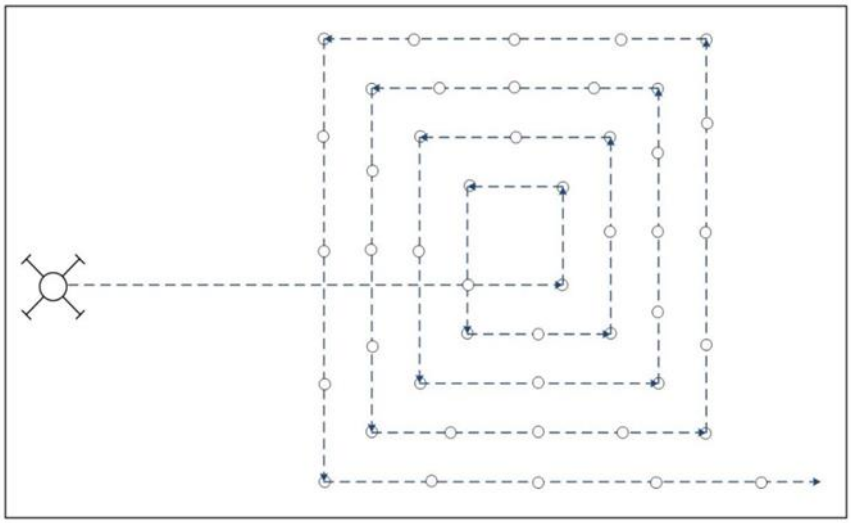


Рис. 2. Расширяющийся квадрат с исходной точкой вне его пределов

Облет по линии пути максимально быстрый и точный с точки зрения охвата предполагаемой траектории движения потерявшегося на маршруте. По заданному маршруту также проще вывести пропавших, координируя их движение с воздуха. Этот метод возможно использовать для обозначения спасательным группам маршрута следования.

Метод поиска по секторам применяется при поиске на больших открытых территориях. Сектора можно выстраивать заранее любым удобным способом, в зависимости от условий. Например, на воде чаще всего используют метод построения равносторонних треугольников с поворотами на 120° вправо.

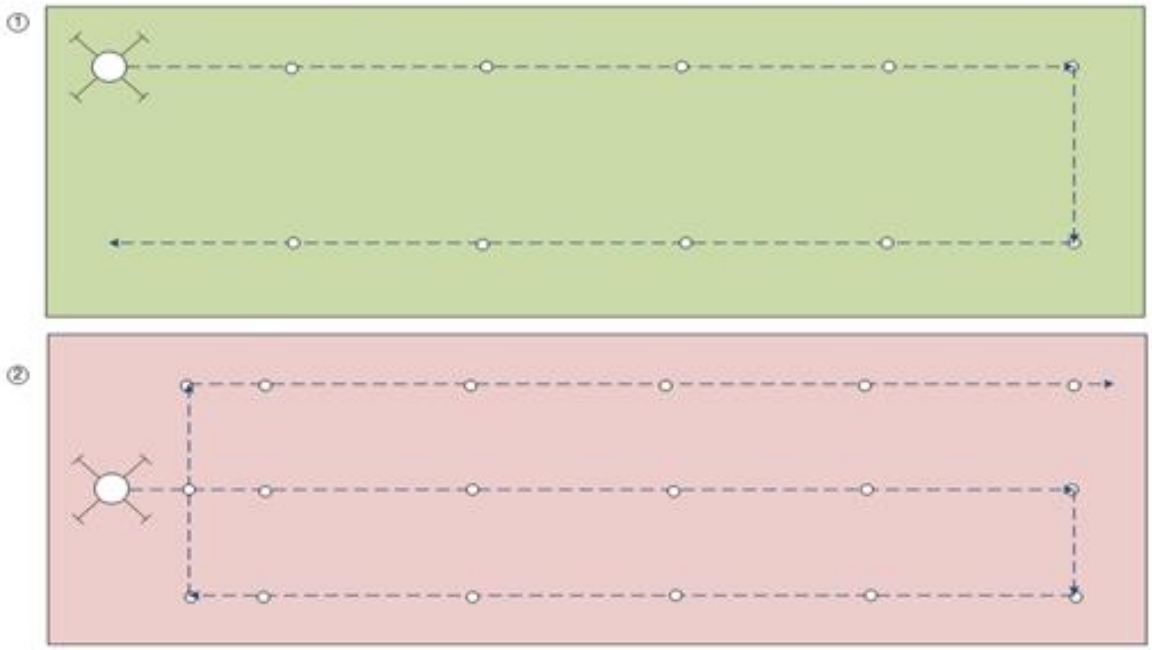


Рис. 3.: 1 - Поиск по заданному маршруту с возвращением;
2 - Поиск по заданному маршруту без возвращения

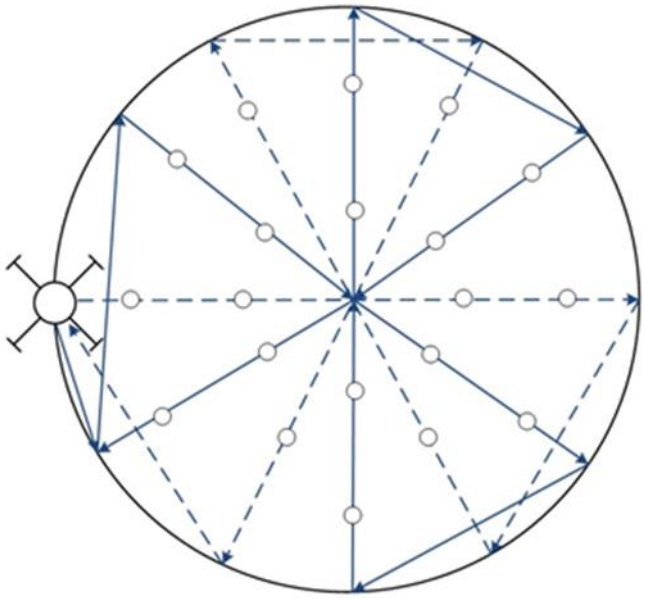


Рис. 4. Поиск по круговому сектору в два захода (первый – сплошной линией, второй – пунктирной)

При необходимости обследования больших площадей, территория поиска разделяется на сектора, где в каждом БПЛА совместно с спасательными группами осуществляют разведку. В каждом секторе выбирают наиболее оптимальный метод поиска.

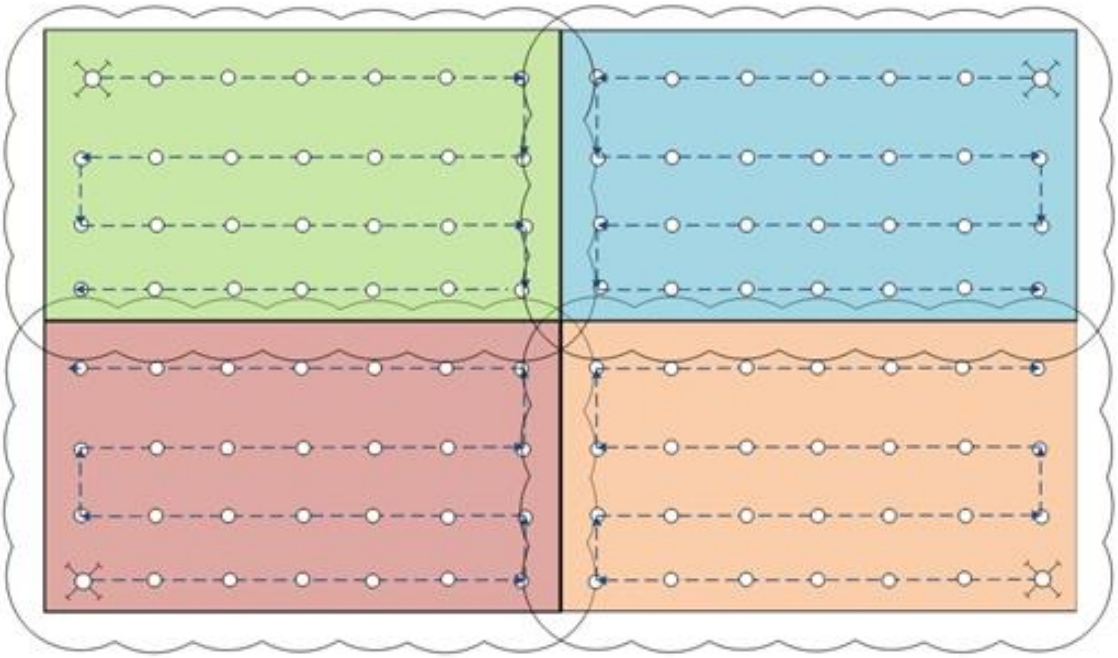


Рис. 5. Поиск с разделением территории на сектора

Таким образом, применение беспилотных летательных аппаратов, при проведения поисково-спасательных работ, позволяет проводить разведку больший территорий для обнаружения пострадавшего, особо опасных зон, наличие преград и безопасные места маршрута следования спасательных групп.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента Республики Беларусь от 25 сентября 2023 г. №297 “О государственном учете и эксплуатации гражданских беспилотных летательных аппаратов”.

УДК 623.746.4-519:[624.131.47:614.8]

Д. М. Цыро, А. В. Пивоваров, А. А. Морозов
Университет гражданской защиты МЧС Республики Беларусь

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И 2-D КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОИСКОВО-СПАСАТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Одним из главных преимуществ использования 2-D картографирования в поисково-спасательных работах является возможность быстрого создания детальной карты местности. Это позволяет спасательным службам быстро ориентироваться на местности, планировать маршруты и определять оптимальные места для размещения базовых лагерей.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, поисково-спасательные работы, 2-D картографирование, способы проведения поиска.

D. M. Tsyro, A. V. Pivovarov, A. A. Morozov

THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES AND 2-D MAPPING IN SEARCH AND RESCUE OPERATIONS

One of the main advantages of using 2-D mapping in search and rescue operations is the ability to quickly create a detailed map of the area. This allows rescue services to quickly navigate the terrain, plan routes and determine the optimal locations for base camps.

Key words: unmanned aerial vehicle, search and rescue operations, 2-D mapping, search methods.

Применение беспилотных летательных аппаратов (далее – БЛПА) в совокупности с 2-D картографированием является важным инструментом в поисково-спасательных операциях. Это технология, которая позволяет создавать карты местности, используя фотоснимки, сделанные БЛПА при облете места проведения поисково-спасательных работ. Карты могут содержать информацию о топографии, географических объектах, погодных условиях и других факторах, которые могут повлиять на успех операции.

Одним из главных преимуществ использования 2-D картографирования в поисково-спасательных работах является возможность быстрого создания детальной карты местности. Это позволяет спасательным службам быстро ориентироваться на местности, планировать маршруты и определять оптимальные места для размещения базовых лагерей. Другое преимущество 2-D картографирования заключается в возможности проведения дистанционного мониторинга. Это позволяет спасательным службам отслеживать движение команд и определять, где находятся люди, нуждающиеся в помощи. Преимуществом данного

© Цыро Д. М., Пивоваров А. В., Морозов А. А., 2023

способа поиска людей является быстрота выполнения мониторинга местности. То есть БЛПА с разных точек осуществляет фотографирование местности, после чего эти данные переносятся на персональный компьютер, который с помощью программ 2-D картографирования создает план местности. При этом план местности просматривается намного легче, чем отдельно сделанные фотографии. Это особенно важно в случаях, когда местность труднодоступна или опасна для человека. Так же в совокупности использования данной технологии и искусственного интеллекта возможно объединение нескольких планов местности, сделанных в разные промежутки времени. Это позволяет сравнить обстановку на местности и проанализировать разницу, которая укажет на предполагаемые места нахождения потерявшихся людей.

Для применения 2-D картографирования различные разработчики разрабатывают специализированное программное обеспечение. Одной из таких программ является PIX4Dreact. PIX4Dreact - это программа, разработанная для быстрого создания карт высокого разрешения для поисково-спасательных операций. Она использует технологию обработки данных, полученных с помощью БЛПА и других источников, для создания точных карт местности.

Принцип работы PIX4Dreact основан на нескольких этапах:

1. Сбор данных: PIX4Dreact получает данные, полученные с помощью БПЛА, фотокамер и других источников, для создания точной карты местности. Эти данные включают в себя фотографии, видео, тепловые изображения и другие типы данных.

Рис. 1. Процесс создания высококачественного плана местности программной PIX4Dreact

2. Обработка данных: PIX4Dreact обрабатывает данные, чтобы создать высококачественную карту местности. Этот процесс включает в себя создание 3D-модели местности, а также расчет точных координат каждой точки на карте.

Рис.2. Расчет координат точек на карте местности

3. Анализ данных: после обработки данных, PIX4Dreact анализирует карту местности, чтобы выделить на ней объекты и области, требующие особого внимания в рамках поисково-спасательных работ. Например, программой могут быть выделены области с поврежденными домами, затопленные участки и другие объекты, которые могут свидетельствовать о происшествии.

Рис. 3. Выделенный программой участок происшествия

4. Обмен информацией: PIX4Dreact обеспечивает возможность обмена информацией между командами на местности, оперативным центром и другими заинтересованными сторонами. Карты могут быть переданы на мобильные устройства команд, позволяя им быстро ориентироваться на местности и принимать решения.

PIX4Dreact использует передовые технологии обработки данных и анализа, что позволяет создавать точные карты местности в реальном времени. Это делает программу эффективным инструментом для поисково-спасательных работ, позволяющим быстро определить оптимальные маршруты, места размещения базовых лагерей и другие важные элементы операции. Кроме того, PIX4Dreact облегчает сотрудничество между командами и обеспечивает быстрый обмен информацией, что повышает эффективность операции и помогает спасти больше жизней. Программа имеет простой и интуитивно понятный интерфейс, что делает ее удобной в использовании для спасательных служб. PIX4Dreact также обладает возможностью расширения своей функциональности через интеграцию с другими программами и системами

Однако, необходимо отметить, что 2-D картографирование имеет свои ограничения. В частности, оно не всегда может обеспечить полную информацию о местности, так как не учитывает вертикальное измерение и не дает информации о высоте объектов.

Таким образом, перспективы использования 2-D картографирования в совокупности с БЛПА при поисково-спасательных работах остаются высокими. С учетом постоянного развития технологий, ожидается дальнейшее улучшение точности и эффективности 2-D картографирования. Однако, важно учитывать, что 2-D картографирование имеет свои ограничения и может не обеспечить полной информации о местности. Поэтому, в некоторых случаях может потребоваться использование 3-D картографирования или комбинация различных методов картографирования для получения наиболее полной и точной информации о местности. В целом, данная технология поиска людей является важным инструментом для поисково-спасательных работ и будет оставаться востребованным в будущем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. PIX4Dreact. – Режим доступа: https://www.pix4d.com/product/pix4dreact/. – Дата доступа: 20.05.2023.

УДК 004.896

В. В. Чеберяк
Дальневосточная пожарно-спасательная академия — филиал
Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

РОБОТИЗИРОВАННЫЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА

В настоящее время пожарные роботы и беспилотные летательные аппараты модифицируются и оснащаются передовыми технологиями, чтобы они могли играть активную роль в тушении пожаров.

Ключевые слова: пожарные роботы, робототехника, опасность, искусственный интеллект, пожаротушение.

V. V. Cheberyak

ROBOTIC COMPLEXES AND SYSTEMS FOR FIRE EXTINGUISHING

Currently, fire robots and unmanned aerial vehicles are being modified and equipped with advanced technologies so that they can play an active role in extinguishing fires.

Key words: fire robots, robotics, danger, artificial intelligence, firefighting.

Огонь играет важную роль в жизни людей. В прошлом он использовался как источник энергии для приготовления пищи, обогрева и так далее. Сегодня он все еще используется для этих целей. Несомненно, огонь является неотъемлемой частью нашей жизни, но может быть опасным, когда выходит из-под контроля.

Основное внимание в этой статье будет уделено некоторым из лучших роботов для пожаротушения, которые используются пожарными для тушения опасного пламени и проникновения в опасные зоны. Кроме того, мы собираемся посмотреть, смогут ли роботы заменить пожарных.

Каждый год в результате пожаров в жилых домах уничтожается недвижимость стоимостью в миллиарды рублей; лесные пожары охватывают тысячи гектар земли, нанося серьезный ущерб. Ежегодно тысячи людей погибают в результате жилых и лесных пожаров.

Независимо от опасностей, которые представляют пожары, отважные пожарные и спасатели посвятили свою жизнь защите людей от пожаров, которые неизбежно могут возникнуть в любое время.

Робототехника считается одним из величайших изобретений человечества XX века. В последнее время развития робототехники с искусственным интеллектом широко используются в автомобильной, механической, электротехничес-

© Чеберяк В. В., 2023

кой и электронной промышленности, резиновой и пластмассовой промышленности, пищевой промышленности, деревообработке и мебельной промышленности. В настоящее время каждое применение специальных типов роботов обеспечивает преференциальную модель для быстрого развития отраслей, а также играет важную роль в развитии нескольких военных направлений, а так же в гражданской обороны.

Высокотехнологичные роботы для пожаротушения все еще совершенствуются, чтобы их можно было использовать для тушения небольших пожаров в жилых помещениях, открывающихся в новой вкладке. и большие инферно, не нанося слишком большого урона. Специалисты в настоящее время работают рука об руку с государственными учреждениями, чтобы воплотить в жизнь футуристические технологии. В ближайшие годы эти технологии защитят пожарных от очень опасных пожарных ситуаций.

Поскольку безопасность беспомощных жертв пожаров и отважных пожарных, делающих все возможное для спасения этих людей во время тушения пламени, имеет первостепенное значение, производство этих высококлассных роботов продвигается вперед. Они обладают способностью выдерживать сильную жару и дым, которые опасны для людей. Более того, они могут предотвратить серьезный ущерб, который может быть нанесен традиционными методами пожаротушения.

Развитие функциональных типов роботов можно условно разделить на три этапа: первый этап – это отдельные роботы-одиночки, на втором этапе – трудовые группы роботов, на третьем этапе – интеллектуальные роботы, похожие на человека, их функциональное направление – сознательное, мыслящее, способное взаимодействовать с людьми. Стремительное развитие компьютерных технологий и технологий искусственного интеллекта для робототехники привело к огромному расширению знаний о космическом пространстве. Современный интеллектуальный робот уже обладает запасом знаний, восприятием окружающего мира и умением принимать самостоятельные решения. Современные интеллектуальные роботы обычно состоят из трех основных компонентов: движущихся частей, интеллектуальной части и чувствительной части. Первая составляющая предполагает наличие шасси или может быть представлена в виде беспилотного летательного аппарата. Устройство также может содержать захваты и другие механизмы для достижения поставленной цели, интеллектуальная часть реализуется с помощью компьютера, основанного на когнитивных способностях обработки внешних сигналов, хранения информации, машинного обучения, мышления и навыков принятия решений. Сенсорная часть в основном полагается на камеры наблюдения, микрофоны, инфракрасные датчики и другие внешние устройства для приема и обработки необходимых сигналов. Интеллектуальная часть реализуется с помощью компьютера, основанного на когнитивных способностях обработки внешних сигналов, хранения информации, машинного обучения, мышления и навыков принятия решений. Сенсорная часть в основном полагается на камеры наблюдения, микрофоны, инфракрас-

ные датчики и другие внешние устройства для приема и обработки необходимых сигналов.

Нет сомнений в том, что робот имеет то преимущество, что работает в опасных условиях, с многообещающими приложениями в случае большого пожара или взрыва. Робот-пожарный может ликвидировать возгорание, проводить аварийно-спасательные работы, уничтожать взрывчатку, анализировать распространение и глубину возгорания, устранять сам источник. Но сейчас пожарные роботы с искусственным интеллектом недостаточно популярны, это может быть связано со следующими двумя проблемами.

Недостаточно внимания уделяется проектированию новых моделей интеллектуальных роботов, способных взаимодействовать с окружающей средой. Научно-техническое развитие идет постепенно, и степень развития интеллектуальных роботов достигает пропорционально высокого уровня для решения разноплановых задач в сложной среде. Функции робота должны основываться не только на интеллектуальном обучении, но и с учетом уровня рабочей среды для научного и рационального формирования возможностей робота.

Значительная часть ресурсов используется для разработки одного уникального робота, который игнорирует развитие функциональных и практичных работ. С практической точки зрения в настоящее время не хватает не только интеллектуальных роботов, способных работать в экстремальных условиях, но и обычных функциональных роботов, способных выполнять задачи в повседневной жизни. Совершенствование конструкторских идей, разумный баланс между использованием интеллектуальной системы робота и внедрением в работу его функциональных частей требует проектирования для решения повседневных задач.

Эта концепция представляет собой технологию удаленного мониторинга, которая позволяет роботизированным системам пожаротушения функционировать в повседневных условиях.

Для функционирования системы важно определить положение системы на местности. Трехмерную карту окружающей среды можно упростить с помощью сетки ориентации, которая накладывается на рабочую поверхность, что позволяет определить точные координаты позиции, что не только сокращает время на обработку обстановки интеллектом робота, но и снижает шансы ошибки маршрута. В то же время, опираясь на полученные данные от сети наведения и определения местоположения, скорость и позиционирование робота также могут быть значительно увеличены. В целом применение системы идентично системе распознавания автопилотом дорожных знаков на современных электромобилях, что дает понимание эффективности норм наведения для пожарных роботов. При необходимости достаточно будет заменить управляющий компьютер на новое окружение сети при изменении рабочей среды.

Налаживание связи и дистанционное ручное управление робототехническим комплексом. Сейчас системы мониторинга и пожарной сигнализации используются в торговых центрах и офисных помещениях. Эти системы требуют

беспроводных систем связи, беспроводных камер, которые могут достичь комбинации автоматического роботизированного пожаротушения и ручного дистанционного управления. Автоматическая система пожаротушения, работающая совместно с пожарной сигнализацией по беспроводной связи, информирует робота, который в свою очередь способен прибыть на место происшествия, устранить источник возгорания. Переключение на беспроводную камеру системы мониторинга робота позволяет контролировать в режиме реального времени в случае пожара, если ситуация достигает критического уровня опасности, управлять переключением робота в ручной режим. Это расширяет возможности управления роботом, способствует комфортному роботу с пожарным роботом после прибытия пожарно-спасательной команды. Эта внутренняя и внешняя интеграция в сочетании с ручным режимом может значительно повысить эффективность пожаротушения, а также обеспечить безопасность пожарных. Между тем, персонал, проводящий ежедневный мониторинг, после определенного цикла обучения с использованием компьютера может взять на себя ответственность за проведение противопожарных работ, что будет иметь значительные перспективы в решении особых случаев. Эта внутренняя и внешняя интеграция в сочетании с ручным режимом может значительно повысить эффективность пожаротушения, а также обеспечить безопасность пожарных.

Для эффективной работы с системой наземной идентификации и дистанционного управления в конструкцию робота входит напольная система датчиков идентификации, системы измерения температуры, системы управления мощностью, резервуар для хранения огнетушащего вещества, система управления, беспроводная камера, а также модуль беспроводной связи, эжекционное сопло огнетушащего вещества.

Выделим несколько особенностей робототехнического комплекса и существующей системы в сравнении с обычными пожарными роботами:

- В настоящее время использование этих типов роботов представляет собой трансформацию конструкторской мысли, направленную на снижение сложности работы с окружающей средой, с упрощенной навигационной системой, что также снижает вероятность отказа. Это необходимо для популяризации роботов.
- Создание специализированной навигационной системы значительно увеличивает скорость работы робота, в то время как широкий спектр настроек карт окружающей местности позволяет повысить универсальность робота.
- Автоматический режим управления и функциональность дистанционного ручного режима управления и возможность совмещения этих режимов не только гарантируют независимость робота, но и позволяют решать сложные задачи экологического и аварийного характера. Такие режимы управления и навигационные системы могут обеспечить широкое применение роботизированного комплекса в большинстве повседневных ситуаций, которые ежедневно происходят в различных типах зданий и жилых комплексов.

- Система пожаротушения роботизированного типа может быть реализована для использования нескольких огнетушащих веществ с возможностью их комбинирования, а также адаптирована к различным видам пожаров.
- Роботизированная система в сочетании с системой пожарной сигнализации может выполнять задачу эффективного тушения пожаров без присмотра, в некоторых случаях снижая затраты на тушение пожара с помощью системы водяного или пенного пожаротушения с установленным датчиком дыма или температуры.

Стремительное развитие индустрии высоких технологий привело к появлению высокотехнологичных устройств, таких как тепловизионные камеры, помогающие пожарным получить доступ к месту пожара, роботы-пожарные, которые могут проникать в районы, слишком опасные и нестабильные для пожарных, беспилотные летательные аппараты, позволяющие увидеть происходящее на земле с высоты птичьего полета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чеберяк В.В. Дистанционное зондирование земли из космоса в интересах МЧС России // XVI Международная научно-практическая конференция «Пожарная и аварийная безопасность», посвященная проведению в Российской Федерации Года науки и технологий в 2021 году и 55-летию учебного заведения. 2021.-717с.

2. Якутов А.В. Проблемные вопросы развития наземных РТК МЧС России // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2017. № 8.

3. Программируемый робот, управляемый с КПК / Д. Вильямс; пер. с англ. А.Ю. Зайцева Карцева. – М.: НТ Пресс, 2006.- 224 с.

4. Устройства управления роботами: схемотехника и программирование / М. Предко - ДМК, 2004. - 400 с.

5. Настольная книга разработчика роботов / О. Бишоп – К.: «МК-Пресс», Санкт-Петербург: «КОРОНА – ВЕК», 2010. - 400 с.

УДК 614.842/.847

К. М. Чудотворова
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАХ

В статье приведен обзор новых технологий обеспечения пожарной безопасности на электроустановках, с учетом изменения условий эксплуатации и появления новых систем. Рассмотрены основные проблемы, возникающие при эксплуатации электроустановок в смарт-домах и электромобилях.

© Чудотворова К. М., 2023

Ключевые слова: электроустановка, электромобиль, смарт-дом, пожарная безопасность, обнаружение пожара, электротехника.

K. M. Chudotvorova

INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR ENSURING FIRE SAFETY IN ELECTRICAL INSTALLATIONS

The article provides an overview of new technologies for ensuring fire safety at electrical installations, taking into account changes in operating conditions and the emergence of new systems. The main problems arising during the operation of electrical installations in smart homes and electric vehicles are considered.

Key words: electrical installation, electric vehicle, smart home, fire safety, fire detection, electrical engineering.

Современные электроустановки становятся все более сложными и интенсивно используются в различных сферах нашей жизни. Однако, с ростом их сложности и использования, возникают и новые проблемы в области электротехники, которые требуют новых решений в области пожарной безопасности.

Одной из новых проблем является увеличение количества электрических устройств, которые включены в электроустановку. Каждое из этих устройств может быть потенциальным источником пожара. Более того, современные устройства обладают большей мощностью и способны быстрее нагреваться, что может приводить к возгоранию в случае неправильного использования или несоблюдения правил безопасности.

Другой новой проблемой является использование электротехники в адаптивных и интеллектуальных системах. Например, смарт-дома и умные города все чаще используют системы автоматизации, которые контролируют и управляют электроустановкой. Однако, такие системы могут стать источником пожара, если не будут правильно спроектированы и поддерживаемы.

Третья проблема связана с ростом использования электромобилей. Они требуют специализированной инфраструктуры для зарядки и хранения энергии, что может представлять риск возникновения пожара. Кроме того, электромобили могут получать повреждения при авариях и столкновениях, что также может привести к их возгоранию.

Для решения этих проблем и обеспечения безопасности электроустановок разрабатываются новые технологии и стандарты. Например, введение автоматических систем предупреждения о пожаре и пожаротушения, использование огнестойких материалов и компонентов, и регулярные проверки и обслуживание электроустановок.

В последние годы наблюдается значительный прогресс в области пожарной безопасности электроустановок. С появлением новых технологий и разработок, проблемы безопасности в электротехнике стараются решать более эф-

фективно. В данной статье рассмотрим некоторые новинки в области пожарной безопасности электроустановок и их перспективы развития [1].

Автоматические системы обнаружения пожаров: Автоматические системы обнаружения пожаров являются одной из важнейших новинок в области пожарной безопасности электроустановок. Они позволяют оперативно обнаружить начало пожара и принять меры для его тушения или эвакуации людей.

Основные элементы автоматической системы обнаружения пожаров:

1) Извещатели пожара: это устройства, которые обнаруживают признаки возгорания, такие как дым, пламя или повышение температуры. Существуют различные типы извещателей, включая дымовые, тепловые, ионизационные и оптические извещатели, которые реагируют на разные типы пожаров (рис. 1).

Рис. 1. Типы автоматических извещателей

2) Центральный контрольный блок (ЦКБ): это основное управляющее устройство, которое принимает сигналы от извещателей и анализирует их. В случае обнаружения пожара ЦКБ активирует соответствующие действия, такие как активация звуковой и световой сигнализации, автоматическое отключение питания или вызов пожарной службы (рис. 2) [2].

Рис. 2. Виды центральных контрольных блоков

3) Аварийная сигнализация: АСОП оборудована системой аварийной сигнализации, которая предупреждает о возникновении пожара. Это может быть звуковой сигнал, световая индикация или комбинация обоих[3].

Индикационные панели: они представляют собой панели с индикаторами, которые показывают состояние системы и местоположение обнаруженного пожара. Это позволяет оперативно определить точку возгорания и принять соответствующие меры (рис. 3).

Рис. 3. Индикационная панель

Автоматические системы обнаружения пожаров широко применяются в различных объектах, включая жилые и офисные здания, промышленные сооружения, склады и торговые центры с тем, чтобы обеспечить безопасность персонала и имущества в случае возникновения пожара.

Устройства автоматического отключения питания: эти устройства предназначены для автоматического отключения электроснабжения при возникновении пожара. Они могут быть установлены как на уровне отдельного потребителя, так и на уровне энергосистемы в целом (рис. 4).

Рис. 4. Маркировка и схема подключения устройства автоматического отключения питания

Использование негорючих материалов. Одной из последних тенденций в развитии пожарной безопасности электроустановок является использование негорючих материалов при их проектировании и строительстве. Это помогает снизить вероятность возникновения и распространения пожаров в электроустановках.

Использование негорючих материалов в проектировании и строительстве электроустановок является важным аспектом обеспечения и повышения пожарной безопасности [4]. Негорючие материалы обладают свойством не гореть при воздействии огня или высоких температур, что делает их более безопасными и способствует предотвращению возникновения пожаров или ограничению их распространения.

Интеллектуальные системы пожарной безопасности: Интеллектуальные системы пожарной безопасности являются одной из самых перспективных новинок в области пожарной безопасности электроустановок [5]. Они используют передовые технологии и алгоритмы машинного обучения для более точного и эффективного контроля пожарной безопасности.

Интеллектуальные системы пожарной безопасности являются передовыми комплексными системами, предназначенными для обеспечения более точного и эффективного контроля над возможными пожарами. Они используют передовые технологии и алгоритмы машинного обучения для анализа данных и принятия решений на основе полученной информации.

Преимущества интеллектуальных систем пожарной безопасности включают более быстрое и точное обнаружение пожаров, снижение ложных срабатываний, более оперативную реакцию на возможные опасности и улучшение общей надежности и эффективности системы предотвращения пожаров. Эти системы играют важную роль в обеспечении безопасности электроустановок и защите жизни и имущества [6].

В целом, перспективы развития пожарной безопасности электроустановок связаны с постоянным совершенствованием технологий и разработками в этой области. Более эффективные системы обнаружения пожара, устройства автоматического отключения питания, разработка негорючих материалов, совершенствование систем пожарной сигнализации и использование интеллектуальных систем пожарной безопасности позволят сделать электроустановки более безопасными и устойчивыми к возникновению пожаров.

Еще одной новинкой в области пожарной безопасности электроустановок являются системы дистанционного мониторинга и управления. Эти системы позволяют оперативно контролировать состояние электроустановок и автоматически реагировать на возможные проблемы [7-8]. Они могут определять перегрузки, короткое замыкание или неисправности в системе и сигнализировать об этом, что позволяет принять меры по устранению проблемы до того, как она вызовет пожар.

В заключение, с развитием электротехники возникают новые проблемы в области пожарной безопасности электроустановок. Решение этих проблем требует разработки новых технологий, соблюдения стандартов и правил безопасности. Только так можно обеспечить безопасность использования электротехники и предотвратить возникновение пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Технологии и средства пожаротушения. Справочник» - А. М. Зайцев, Г. И. Заречный, В. Н. Савченко 2014г.-154с.
2. «Пожаровзрывобезопасность электроустановок» - В. В. Гуров, А. П. Курган, С. Н. Курган 2016г.-315с.
3. «Электробезопасность: Учебное пособие» - А. С. Павлов, Е. А. Рожкова, В. А. Соболев 2017г.-256с.
4. «Пожарная безопасность объектов электроэнергетики. Методические указания» - С. В. Галушко, В. М. Лопаткин, Е. А. Михайлов 2018г.-80с.
5. «Пожарная безопасность при эксплуатации электроустановок» - А. И. Гасюк, В. М. Макаров, Г. В. Самохин 2019г.-196с.
6. «Системы пожаротушения. Обзор новых разработок» - М. С. Агеев, А. В. Морозов, И. П. Смирнов 2020г.-142с.
7. «Инновационные методы пожаротушения в электроэнергетике» - А. А. Березин, О. В. Логинова, В. А. Панин 2021г.-175с.
8. «Пожаровзрывобезопасность. Учебное пособие» - С.В.Кудашев, Е. Э. Нефедьева 2019г.-224с.

УДК 614.842/.847

К. М. Чудотворова, А. С. Харламенков, Д. С. Лимонтьева
ФГБОУ ВО Академия ГПС МЧС России

АНАЛИЗ ПОЖАРОВ ПО ПРИЧИНЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ХАРАКТЕРА

В статье приведен анализ причин возгораний электрического характера. На основании этого кафедрой СЭАСС были разработаны рекомендации по недопущению пожаров и обеспечению безопасности.

Ключевые слова: электроустановка, короткое замыкание, устройство защитного отключения, пожарная безопасность, обнаружение пожара, электротехника.

K. M. Chudotvorova, A. S. Kharlamenkov, D. S. Limontieva

ANALYSIS OF FIRES DUE TO ELECTRICAL NATURE

© Чудотворова К. М., Харламенков А. С., Лимонтьева Д. С., 2023

The article provides an analysis of the causes of electrical fires. Based on this, the SEASS Department developed recommendations on fire prevention and safety.

Key words: electrical installation, short circuit, protective shutdown device, fire safety, fire detection, electrical engineering.

Пожары, вызванные электрическими установками и оборудованием, являются одной из главных причин пожаров в домах, офисах и промышленных объектах. Помимо материальных потерь, такие пожары могут привести к травмам и даже гибели людей. Поэтому повышение безопасности электроустановок является одной из основных задач. Выделяют ряд основных причин пожаров электрического характера [1]:

- Перегрузка: перегрузка электрической сети происходит, когда к одной розетке или электрическому устройству подключается слишком много электроприборов. Это может привести к перегреву проводов и вызвать возгорание (рис. 1).

- Короткое замыкание: Короткое замыкание происходит, когда провода в электроприборе или в электрической системе приходят в прямой контакт друг с другом. Это может вызвать искру и, в свою очередь, пожар (рис. 2).

- Неправильная установка и использование электроприборов: Неправильное подключение электроприборов, использование неудовлетворительного качества проводов, использование поврежденных электророзеток или применение устаревшего электрооборудования могут привести к возникновению пожаров (рис. 3).

Рис. 1. Возгорание источника питания по причине перегрузки

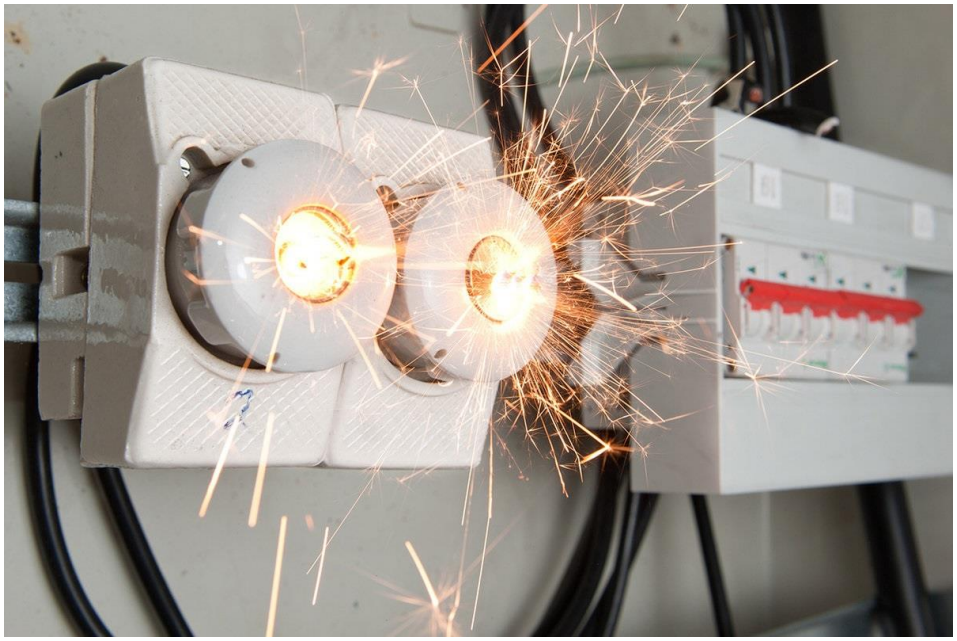


Рис. 2. Искрение из источника питания по причине короткого замыкания

Рис. 3. Возгорание источника питания по причине перегрузки

Статистика пожаров в России отражает текущее состояние процессов обеспечения пожарной безопасности в стране. По данным МЧС России, ежегодно регистрируется около 150 000 пожаров, прямой материальный ущерб от которых оценивается государством в размере около 20 000 000 000 рублей. На пожарах в России ежегодно погибает около 10 000 человек[2,3,4].

В официальных источниках (отчет Министерства по чрезвычайным ситуациям России) публикуют ежегодные отчеты и статистические данные о пожарах, включая их причины. Также информацию в официальных отчетах по пожарной безопасности или публикациях, связанных с предотвращением пожаров в России.

Распределение количества пожаров в Российской Федерации по основным причинам возникновения пожаров за 2021 год составило:

- 69,1 % неосторожное обращение с огнем;
- 15,0 % НПУиЭ электрооборудования;
- 7,2 % НПУиЭ печей;
-5,5 % прочая причина;
- 3,2 % установленный поджог.

А в 2022 году распределение количества пожаров в Российской Федерации по основным причинам возникновения пожаров составило:

- 65,35 % неосторожное обращение с огнем;
- 16,96 % НПУиЭ электрооборудования;
- 7,20 % НПУиЭ печей;
- 6,89 % прочая причина;
- 3,6 % установленный поджог.

Для обеспечения безопасности электроустановок на технологическом производстве необходимо уделить внимание следующим аспектам[5]::

1. Инсталляция и эксплуатация оборудования: Правильная установка и эксплуатация электрооборудования являются основными факторами для обеспечения его безопасности. Важно следовать инструкциям производителя, проводить регулярную техническую проверку и обслуживание оборудования.

2. Заземление: Заземление является критической составляющей безопасности электроустановок. Заземление представляет собой процесс соединения электрических цепей или оборудования с землей или заземляющей системой. Это делается для того, чтобы обеспечить безопасное распределение избыточного электрического заряда, например, при коротком замыкании, молниях или других непредвиденных событиях (рис. 4).

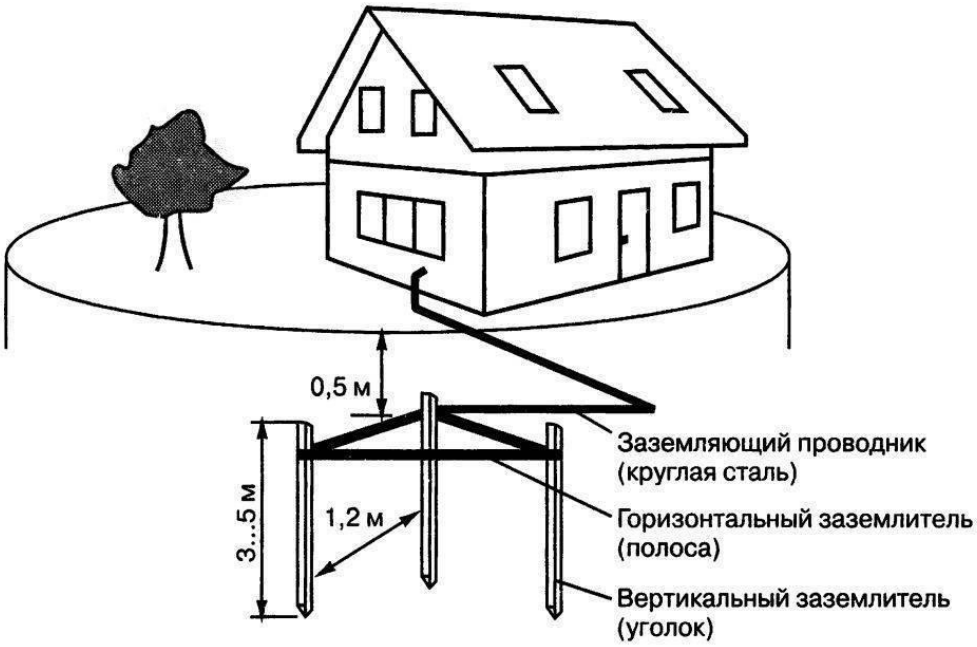


Рис. 4. Общая схема заземления

3. Устройства защитного отключения напряжения (УЗО), также известные как дифференциальные автоматические выключатели (ДАВ), действительно играют важную роль в обеспечении безопасности электроустановок.

4. Правильное использование электрического оборудования: Правильное использование электрического оборудования и обеспечение безопасности при работе с ним являются критически важными аспектами для предотвращения пожаров и других аварий (рис. 5).

Рис. 5. Пример правильного использования электрического оборудования

5. Средства пожарной сигнализации и системы пожаротушения играют ключевую роль в обеспечении безопасности на технологических производствах [6,7].

Электрические пожары являются серьезной угрозой для безопасности людей и имущества. Для повышения надежности электроустановок необходимо обеспечение правильной установки и использования электрооборудования, периодическая проверка состояния сети и проводов, а также применение современных систем автоматического отключения питания при обнаружении перегрузки или короткого замыкания. Это позволит снизить риск электрических пожаров и обеспечить более безопасную эксплуатацию электрических систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Правила устройства электроустановок (ПУЭ).» - Под ред. В.В. Козлова 2020г.- 512с.

2. «Электробезопасность при эксплуатации электроустановок потребителей» Леонтьев В.В., Носков В.А., Черненко А.В. 2019г.- 236с.

3. "Пожарная безопасность. Обеспечение пожарной безопасности организаций и учреждений» Горохов В.Г., Савельев А.И. 2018г.-188с.

4. «Руководство по обеспечению пожарной безопасности на промышленных объектах» Ю.И. Горбатенко, А.В. Ерошкина 2017г.-146с.

5. «Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие» Кожевников В.Н., Селезнев Е.А. 2016г.-215с.

6. «Пожарная безопасность электроустановок» Хренников Н.С. 2018г.-162с.

7. «Пожарная безопасность зданий и сооружений». Никитин В.С., Лесунов В.Н. 2019г.-258с.

УДК 614.841.411

С. А. Шабунин, И. А Богданов, А. Л. Никифоров
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ КИСЛОРОДНОГО ИНДЕКСА ПРИ ОЦЕНКЕ ПОЖАРООПАСНЫХ СВОЙСТВ

В статье приводятся результаты определения показателя «кислородный индекс» для резины. Делается вывод об «условности» показателя, его определения и трактовки значений показателя.

Ключевые слова: пожарная опасность, кислородный индекс

S. A. Shabunin, I. A. Bogdanov, A. L. Nikiforov

FEATURES OF DETERMINING THE OXYGEN INDEX WHEN ASSESSING FIRE HAZARDOUS PROPERTIES

The article presents the results of determining the “oxygen index” indicator for rubber. A conclusion is made about the “conventionality” of the indicator, its definition and interpretation of the indicator values.

Key words*:* fire hazard, oxygen index

Кислородный индекс является показателем пожарной опасности веществ и материалов и отражает минимальное процентное содержание кислорода в кислородно-азотной смеси, при котором образец поддерживает самостоятельное устойчивое свечеобразное горение [1].

Показатель кислородного используется при разработке полимеров с пониженной горючестью, контроле горючести полимеров, тканей, целлюлозно-бумажных изделий. В работах [2, 3] показано, что применение огнезащитных составов и отдельных антипиренов позволяет повысить значение кислородного индекса древесины и текстильных материалов. Авторами были сделаны предположение, что по изменению данного показателя можно проводить сравнительную оценку пожарной опасности различных целлюлозосодержащих материалов, в том числе и подвергшихся огнезащитной обработке. Однако, данный

© Шабунин С. А., Богданов И. А, Никифоров А. Л., 2023

показатель не позволяет классифицировать материал по пожарной опасности согласно действующим нормативным документам.

Ранее нами было показано [4], что при воспламенении образца ПВХ-изоляции электрокабельных изделий снизу позволяет получить меньшие значения показателя «кислородный индекс» по сравнению с воспламенением образца сверху («свечеобразное горение»).

По значению кислородного индекса различные полимеры классифицируют на трудновоспламеняемые (показатель кислородного индекса больше 21 об.%) и легковоспламеняемые (показатель кислородного индекса меньше 21 об.%). При этом считается, что полимеры, имеющие значение кислородного индекса больше 27 об. % являются самозатухающими при выносе их из источника огня. К таким полимерам относится поливинилхлорид. Однако, в нормативных документах такая классификация не приводится.

Согласно методике, определение показателя происходит путем воспламенения образца в контролируемой азотно-кислородной среде. Образец считается «сгоревшим» при данном значении кислорода, если он воспламеняется, поддерживает самостоятельное свечеобразное горение и фронт пламени проходит за 3 минуты определенное расстояние в зависимости от типа образца. Необходимо отметить, что в ГОСТе [1] указано, что результаты, полученные на образцах различных размеров, несопоставимы. Т.е. образцы ПВХ разной толщины будут иметь различное значение показателя. Таким образом, можно утверждать о некой «условности» показателя кислородный индекс.

Кроме того, одним из условий является прохождения фронта пламени по части образца определенного расстояния за 3 мин. При этом никак не регламентируется с какой части фиксируется прохождение этого фронта пламени. Особенно это важно учитывать при испытании материалов, подвергнутых огнезащитной обработке, поскольку фронт пламени будет двигаться быстрее по участкам материала с меньшим содержанием огнезащитных компонентов.

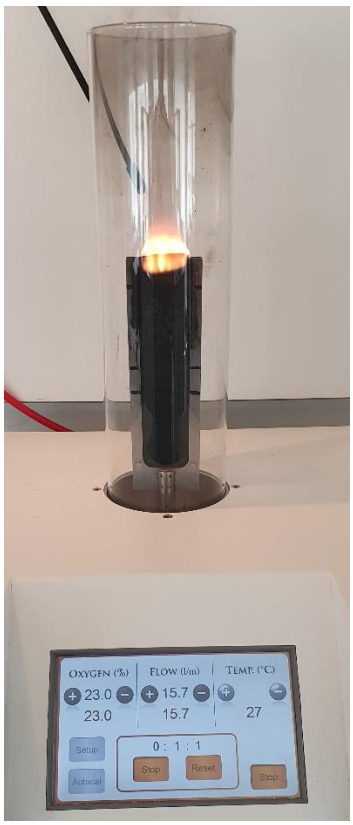
Необходимо отметить, что для получения «положительного» (в ГОСТе [1] этот результат отмечается как «Х») результата важно, чтобы образец не просто самостоятельно горел: необходимо прохождение фронта пламени определенного расстояния при вертикальном свечеобразном горении вниз образца. Очевидно, что для разных веществ и материалов эта скорость будет различна в силу разного химического состава и физического строения. Кроме того, на скорость движения фронта пламени будет оказывать влияние и содержание кислорода в кислородно-азотной среде: чем она выше, тем больше скорость распространения фронта пламени.

Поэтому при проведении испытания возможна определенная ситуация, когда образец поддерживает устойчивое самостоятельное горение при определенном значении кислорода, однако при этом длина сгоревшей части образца недостаточно, для получения «положительного» результата. В этом случае концентрация кислорода при проведении эксперимента увеличивается до того момента, когда достигается необходимое условие.

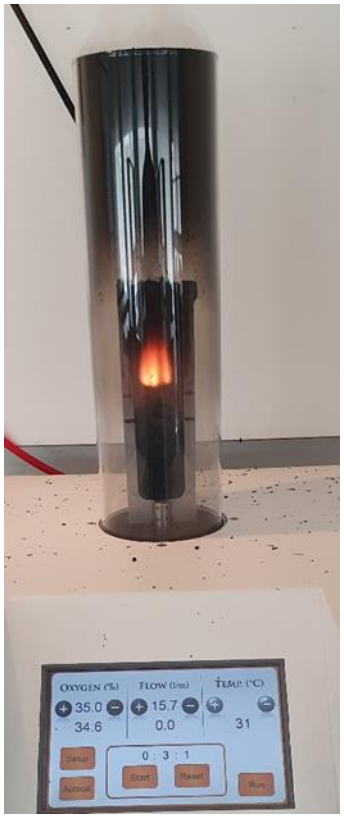
При испытании образца резиновой пластины 2Н-I-ТМКЩ-С-2 ГОСТ 7338-90 размером 140х52х2 мм (см. рисунок) наблюдалось устойчивое самостоятельное горение образца при значении кислородного индекса 23 %, однако длина сгоревшего участка составляла 35 мм, что существенно ниже требуемого по методике значения для классификации «положительного» результата. Только при увеличении концентрации кислорода до 37 % была получена необходимая по требованиям методики длина сгоревшей части (80 мм) образца за 3 мин самостоятельного горения.

С одной стороны получен, в некотором смысле, «парадоксальный» результат: с кислородным индексом 37 % резина не должна поддерживать самостоятельное горение на воздухе. Однако, при удалении образца из стеклянной колбы, образец поддерживает самостоятельное горение на воздухе.

Таким образом, однозначно сказать о способности материала к самостоятельному горению на воздухе только лишь по значению кислородного индекса не представляется возможным, поскольку на «положительный» результат по условиям методики влияет и степень повреждения материала, выраженная в длине сгоревшего участка, на что, в свою очередь, оказывает влияние химический состав, физическое строение и геометрические размеры образцы. Очевидно, что образец резины такой же марки, но другой толщины будет иметь и несколько другую скорость движения пламени по поверхности в условиях испытания по определению кислородного индекса.



а)



б)

Рисунок. Испытание образца резины на кислородный индекс: а) содержание кислорода 23 об.%; б) содержание кислорода 35 об.%

Кислородный индекс по своей сути является удобным показателем, который можно использовать при оценке пожарной опасности материалов, в том числе и обработанных огнезащитными составами, поскольку позволяет на этапе разработки огнезащитных композиций сделать выводы относительно общего характера горения обработанного материала. Однако, при интерпретации полученных результатов необходимо учитывать особенности и условия проведения эксперимента и определения кислородного индекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.1.044-89 «Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».

2. Спиридонова В.Г., Панев Н.М., Циркина О.Г., Ульева С.Н., Шарнина Л.В. Применение метода определения кислородного индекса при оценке пожарной опасности целлюлозосодержащих материалов // Современные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 1. – с. 93-99.

3. Панев Н.М., Никифоров А.Л., Винокуров М.В. Оценка влияния состава огнезащитных обработок на показатель кислородного индекса древесины // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2017. – № 3. – с. 92-96.

4. Шабунин С.А., Богданов И.А., Панёв Н.М., Ульева С.Н., Никифоров А.Л. Влияние способа воспламенения на пожароопасные свойства // Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции «Пожарная и аварийная безопасность». Иваново. 24 ноября 2022 г. – с. 260-263.

УДК 614.841.343

Е. В. Ширяев
Академия государственной противопожарной службы МЧС России

ОБ ОГРАНИЧЕНИИ ВЫХОДА ГОРЮЧЕЙ ЖИДКОСТИ ЗА ПРЕДЕЛЫ ПЛОЩАДКИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЕМКОСТНЫХ АППАРАТОВ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Обоснована необходимость учета дальности полета струи при разгерметизации верхних патрубков слива емкостных технологических аппаратов, размещаемых в производственных зданиях, для разработки технических решений по ограничению растекания горючих жидкостей. Представлена зависимость максимальной дальности полета струи жидкости от высоты столба жидкости над насадком (отверстием) при разгерметизации мерника объемом 10 м^3.

Ключевые слова: производственное здание, технологический аппарат, горючая жидкость, истечение, поддон

© Ширяев Е. В., 2023

E. V. Shiryaev

ON LIMITING THE RELEASE OF FLAMMABLE LIQUID OUTSIDE THE SITE OF THE PLACEMENT OF CAPACITIVE DEVICES IN INDUSTRIAL BUILDINGS

The necessity of taking into account the flight range of the jet during depressurization of the upper discharge pipes of capacitive technological devices placed in industrial buildings for the development of technical solutions to limit the spread of flammable liquids is substantiated. The dependence of the maximum flight range of the liquid jet on the height of the liquid column above the nozzle (hole) during the depressurization of the measuring tube with a volume of 10 m3 is presented.

Key words: production building, technological apparatus, flammable liquid, outflow, pallet

Пожарная опасность производственных зданий, в которых размещаются емкостные технологические аппараты с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями (далее ЛВЖ, ГЖ) характеризуется возможностью образования локальных концентраций легких углеводородов внутри помещений при выходе из контура технологического оборудования горючих веществ, а в случае воспламенения паров ЛВЖ, ГЖ быстрым распространением опасных факторов пожара. Наиболее уязвимыми к разгерметизации участками емкостных технологических аппаратов являются места соединения технологических трубопроводов, патрубков, фитингов и т.д. с аппаратом с горючей жидкостью (продуктом).

Предъявляется ряд нормативных требований к проектированию и содержанию мест размещения технологических аппаратов с ЛВЖ, ГЖ в производственных зданиях, в частности по ограничению распространения огня за пределы очага, например [1-3]. Для ограничения растекания аварийных проливов горючих жидкостей и предотвращения каскадного развития пожара на емкостных технологических аппаратах применяется обустройство специальных приямков, бортиков с отведением ЛВЖ, ГЖ в аварийную емкость. Применение подобных технических решений может локализовать аварию, уменьшив площадь растекания горючей жидкости. Однако пролив горючей жидкости даже на ограниченной площади представляет собой высокую пожарную опасность: когда температура вспышки вещества ниже или близка к температуре в производственном помещении. В таком случае, может образоваться горючая или взрывоопасная концентрация, воспламенение которой приведет к взрыв или пожару-вспышке с последующим переходом в стадию пожара пролива. Горение ЛВЖ, ГЖ под аппаратом создает угрозу взрыва и выброса вскипающего продукта. На рис. 1 представлены мерники для различных ЛВЖ, ГЖ, размещаемых в производственных помещениях, объем которых может достигать 10 м^3 [4].

Рис. 1. Мерники легковоспламеняющихся жидкостей

Для предотвращения нагрева и разгерметизации аппарата от теплового воздействия пожара пролива применяют автоматические водяные завесы орошения с целью охлаждения горящего аппарата. В совокупности с системой водяного орошения предусматривают систему аварийной эвакуации горючей жидкости в аварийный резервуар в соответствии с ГОСТ 12.3.047-2012 [5], а также предусматривают системы автоматической пожарной сигнализации и/или автоматического пожаротушения.

В Методике расчета размера сливных отверстий, из технологического оборудования (поддонов, отсеков) [5], определяют максимальный расход жидкости при разгерметизации одного из патрубков емкостного технологического аппарата, и с учетом скорости выгорания аварийно-пролитой жидкости в поддоне, расхода воды, поступающей от кольца орошения технологической установки, определяют площадь сливного отверстия поддона определенной высоты. Однако в данной Методике недостаточно обоснованы габариты поддона, предназначенного для сбора и эвакуации горючей жидкости. В Пособии по применению [6] и в документе [2] принимается минимальная сторона квадратного поддона (приямка) больше на 1 м диаметра аппарата. Гидравлический расчет показывает, что у больших по объему технологических аппаратов, высотой более 4 м [4] дальность струи может превышать половину стороны поддона для сбора аварийных проливов и горючая жидкость выйдет за его пределы. Расчетная схема представлена на рис. 2.

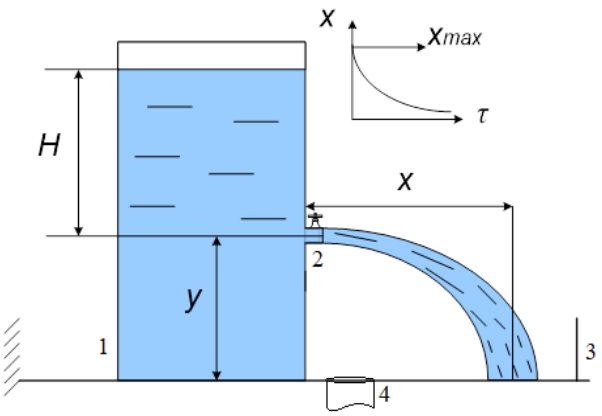


Рис. 2. Схема истечения горючей жидкости из аппарата с поддоном, оборудованным сливным отверстием. *H* – расстояние от оси отверстия или насадка до уровня взлива жидкости в аппарате (напор, м); *y* – расстояние от оси отверстия или насадка до 0,00 отметки уровня жидкости, м ; *x* – максимальная дальность полета струи жидкости, м; τ – время, с; 1 – емкость с горючей жидкостью; 2 - патрубок/насадок; 3 – борт поддона; 4 – патрубок слива в аварийную емкость

Максимальную дальность полета струи жидкости можно определить по формуле

$$x = \frac{V_{теор.}}{\sqrt{\frac{g}{2y}}} \qquad (1)$$

где g – ускорение свободного падения, равное 9,81 м·с$^{-2}$;

$V_{теор}$ – теоретическая скорость истечения жидкости м/с, определяемая по формуле

$$V_{теор.} = \varphi_{теор.}\sqrt{2gH} \qquad (2)$$

где H- напор, м;

$\varphi_{теор}$ – коэффициент скорости (круглое отверстие с острой кромкой – 0,97; внешний цилиндрический насадок – 0,82; внутренний цилиндрический насадок – 0,71; конически сходящийся насадок – 0,96; конически расходящийся насадок – 0,475; коноидальный насадок – 0,97).

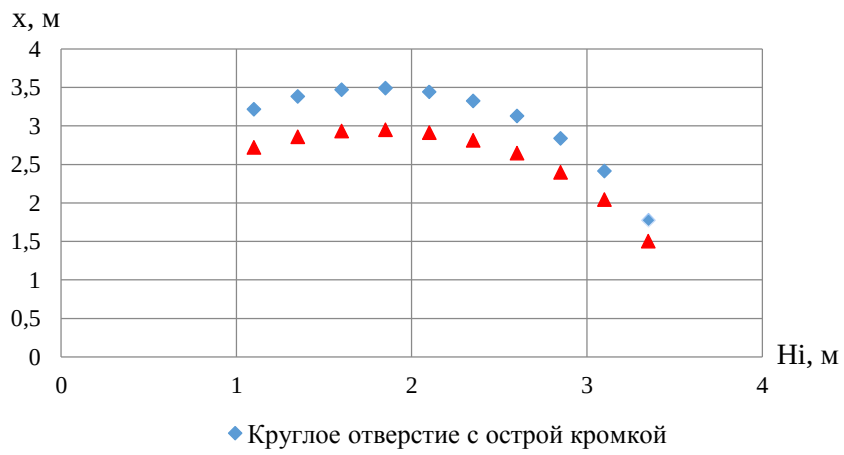


Рис. 3. Зависимость максимальной дальности полета струи жидкости от высоты столба жидкости над насадком (отверстием)

На графике рис. 3 показана зависимость максимальной дальности полета струи жидкости от высоты столба жидкости над насадком (отверстием) при разгерметизации мерника объемом 10 м^3, выпускаемых на заводе химико-технологического оборудования, г. Озерск [4].

При проектировании производственных участков с размещением емкостного технологического оборудования с ЛВЖ, ГЖ необходимо учитывать параметры истечения горючих жидкостей для разработки эффективных технических решений по ограничению растекания ЛВЖ, ГЖ при аварии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2023)

2. ВУПП-88 Ведомственные указания по противопожарному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.

3. СП 4.13130.2013 Системы противопожарной защиты ограничение распространения пожара на объектах защиты требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям.

4. Мерники РФ [Электронный ресурс] – Режим доступа: hhttp//мерники.рф. (дата обращения 03.10.2023).

5. ГОСТ Р 12.3.047-2012. ССБТ. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля.

6. Пособие по применению ГОСТ Р 12.3.047012 «Система стандартов безопасности руда. Пожарная безопасность технологических процессов. Общие требования. Методы контроля».

УДК 614.844

И. П. Шихов, А. Н. Бочкарев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ НА ОБЪЕКТЕ С ВЗРЫВЧАТЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Пожары на объектах, содержащих взрывчатые материалы, представляют серьезную угрозу для жизни и здоровья людей, а также окружающей среды. В данной статье рассматривается применение роботизированных комплексов для эффективной ликвидации последствий пожаров на таких объектах. Описывается основной функционал и возможности роботизированных систем, а также приводятся примеры уже существующих разработок. Результаты исследований показывают, что использование

© Шихов И. П., Бочкарев А. Н., 2023

роботизированных комплексов значительно повышает эффективность и безопасность процесса ликвидации пожаров на объектах со взрывчатыми материалами.

Ключевые слова: роботизированный комплекс, огнетушащие вещества, взрывчатые вещества, пожар

I. P. Shikhov, A. N. Bochkarev

RESEARCH OF ROBOTIC COMPLEXES FOR THE ELIMINATION OF FIRES AT AN OBJECT WITH EXPLOSIVE MATERIALS

Fires at facilities containing explosive materials pose a serious threat to human life and health, as well as the environment. This article discusses the use of robotic systems for the effective elimination of the consequences of fires at such facilities. The basic functionality and capabilities of robotic systems are described, as well as examples of existing developments are given. The results of the research show that the use of robotic complexes significantly increases the efficiency and safety of the process of extinguishing fires at facilities with explosive materials.

Key words: robotic complex, fire extinguishing agents, explosives, flammable

Пожары на объектах, где присутствуют взрывчатые материалы, являются одной из самых опасных и сложных задач для пожарных подразделений. Такие пожары могут привести к серьезным последствиям, включая угрозу взрыва, выбросы токсичных веществ и повреждение инфраструктуры. Традиционные методы ликвидации пожаров часто ограничены из-за высокой опасности для людей, а также недоступности определенных зон. В связи с этим, роботизированные комплексы становятся все более актуальным решением для эффективной и безопасной ликвидации пожаров на объектах со взрывчатыми материалами.

Установки пожаротушения роботизированные и технические средства, функционирующие в составе установок пожаротушения роботизированных, должны обеспечивать выполнение следующих задач:

а) обнаружение очага возгорания;

б) обеспечение подачи огнетушащего вещества в зону пожара с требуемыми (нормируемыми) характеристиками (интенсивностью подачи, кратностью пены и др.) [5]

Основной функционал роботизированных комплексов. Роботизированные комплексы для ликвидации пожаров со взрывчатыми материалами основаны на использовании специализированных роботов и автоматизированных систем. Данные системы оснащены различными датчиками и манипуляторами, что позволяет выполнять разнообразные задачи, включая тушение пожаров, удаление взрывчатых материалов и обследование опасных зон. Роботы могут работать в условиях, недоступных для человека, что позволяет снизить риск и обеспечить максимальную безопасность.

Роботизированные комплексы, предназначенные для ликвидации пожаров на объектах со взрывчатыми материалами, обладают широким спектром функций. Они могут выполнять следующие задачи:

- обнаружение и мониторинг пожара: роботы оснащены сенсорами и камерами, что позволяет им обнаруживать и отслеживать источники пожара, а также контролировать его распространение.

- ликвидация горения: роботы могут быть оснащены системами тушения, которые позволяют им эффективно тушить пожар и предотвращать его возобновление.

- эвакуация пострадавших: роботы могут быть использованы для безопасной эвакуации людей из опасных зон, что особенно важно в случае пожаров на объектах со взрывчатыми материалами.

- разведка и сбор информации: роботы могут проводить разведку опасных зон, собирать информацию о состоянии объекта и передавать ее операторам для принятия решений.

Роботизированные системы для ликвидации пожаров с взрывчатыми веществами применяются в различных отраслях, таких как химическая промышленность, нефтегазовая отрасль и другие объекты с опасными веществами. Они обладают большими возможностями маневрирования, могут работать в условиях высокой температуры, высокого давления и обеспечивают точное и быстрое реагирование на возникшие проблемы.

Роботизированные комплексы должны соответствовать высоким требованиям безопасности и надежности. Предусматриваются специальные меры для обнаружения опасных ситуаций и эвакуации роботов при необходимости. Кроме того, производится постоянное обновление соответствующих стандартов и требований.

Применение роботизированных средств позволяет повысить уровень защиты от опасных факторов пожара, расширить возможности тактического маневрирования пожарных подразделений и ориентирования на местности в условиях задымления загазованности, воздействия тепловых потоков и других помех. Роботизированные средства призваны заменить пожарных и незащищенную пожарную технику в случаях, когда выполнение оперативных задач находится за пределами человеческих возможностей либо сопряжено с чрезмерной угрозой жизни и здоровью людей. [3]

Проблемой создания программного модуля в составе автоматизированной информационной системы организации связи и оповещения при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ, которая в реальном времени позволит получать актуальную информацию о пожаре с объекта в режиме реального времени занимаются отечественные ученые. [2,4]

Примеры существующих разработок:

На данный момент уже существуют различные разработки роботизированных комплексов, предназначенных для ликвидации пожаров на объектах со взрывчатыми материалами. Некоторые из них включают:

- Пожарный робот «Firefighter X»: данный робот оснащен системой тушения и может самостоятельно перемещаться по объекту. Он обладает высокой маневренностью и может работать в условиях высокой температуры и токсичности. [6]

- робот «RescueBot»: этот робот специализируется на эвакуации пострадавших из опасных зон. Он обладает мощными механизмами передвижения и системой оповещения для привлечения внимания пострадавших. [7]

- робот «ScoutBot»: данный робот предназначен для разведки опасных зон и сбора информации. Он оснащен камерами и сенсорами, позволяющими ему получать детальную информацию о состоянии объекта. [7]

- робот Colossus, разработан компанией SHARK ROBOTICS (Ла-Рошель, Франция) многоцелевой и самый мощный вспомогательный робот для работы в зонах особого риска.[1]

Роботизированные комплексы становятся все более востребованными в области ликвидации пожаров на объектах со взрывчатыми материалами. Их использование позволяет значительно повысить эффективность и безопасность процесса ликвидации пожара, а также уменьшить риск для людей. Однако, необходимо продолжать исследования и разработки в данной области, чтобы создать еще более продвинутые и функциональные роботизированные системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Битков С. В. Обзор роботизированных платформ для целей пожаротушения / Битков С. В., Сараев И. В. // Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции. Иваново, 2022 «Надежность и долговечность машин и механизмов». С. 34-37

2. Бочкарев А.Н. Система автоматического вызова подразделений пожарной охраны и порядок организации обмена оперативной информации на пожаре / Бочкарев А.Н., Семенов А.Д., Харламов Р.И. // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. 2019 «Мониторинг, моделирование и прогнозирование опасных природных явлений и чрезвычайных ситуаций». С. 443-446

3. Методические рекомендации по тактике применения наземных робототехнических средств при тушении пожаров [Электронный ресурс] / Техэксперт: сайт. – Электрон. дан. – [б. м.], 2023. – Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/12001230701200110466 – Загл. с экрана. - Дата обращения 28.09.2023.

4. Оревин Н.Н. Современные научно-технические разработки в области противопожарной защиты опасных производственных объектах / Оревин Н.Н., Сараев И.В. // Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции. Железногорск, 2023. «Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности». С. 179-181.

5. Технический регламент Евразийского экономического союза «О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения» (ТР ЕАЭС 043/2017)

6. Garcia, M., & Martinez, L. (2020). Firefighting Robots: State of the Art and Future Perspectives. IEEE Robotics and Automation Magazine, 27(4), 58-69.

7. Zhang, Y., & Wang, J. (2021). Development of a Firefighting Robot for Hazardous Environments. Journal of Intelligent and Robotic Systems, 103(1), 123-138.

УДК 620.16

А. С. Шмелев*[*], *Е. В. Зарубина, А. Л. Никифоров, Д. С. Репин

[*]Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье рассмотрены вопросы эффективности применения отходов сельскохозяйственного и текстильного производств для разработки пожаробезопасных материалов.

Ключевые слова: отходы производства, анализ использования, эффективность применения.

A. S. Shmelev*, E.V. Zarubina, A. L. Nikiforov, D.S. Repin

THE USE OF INDUSTRIAL CELLULOSE-CONTAINING WASTE FOR THE DEVELOPMENT OF HEAT-INSULATING FIREPROOF MATERIALS

The article discusses the issues of the effectiveness of the use of agricultural and textile waste for the development of fireproof materials.

Key words: production waste, usage analysis, application efficiency.

В настоящее время существует потребность в строительных и теплоизоляционных материалах изготовленных из отечественного сырья, что продиктовано современными экономическими и технологическими условиями, связанными с санкциями и эмбарго введенными против нашей страны рядом ведущих западных держав, которые являлись одними из основных поставщиков данных материалов на Российский рынок. И значительный рост цен на имеющиеся строительные материалы требует исследования новых материалов, не уступающих по своим свойствам, но являющихся гораздо более дешевыми.

Вовлечение отходов производства текстильной и сельскохозяйственной промышленности в получение строительных изоляционных и пожаробезопасных материалов, увеличение глубины переработки природных ресурсов, обес-

© Шмелев А. С., Зарубина Е. В., Никифоров А. Л., Репин Д. С., 2023

печение отрасли недорогими, экологически чистыми материалами являются актуальными и это принципы рационального производства и потребления.

Использование таких материалов как отходы производства текстильной и деревообрабатывающей промышленности является актуальной задачей, при этом приоритеты должны быть отданы разработке материалов с пониженной пожарной опасностью. Хотя уделяется много внимания утилизации (рис.1) текстильной продукции [1], но существует проблема в отсутствии собственного сырья для получения такой продукции.

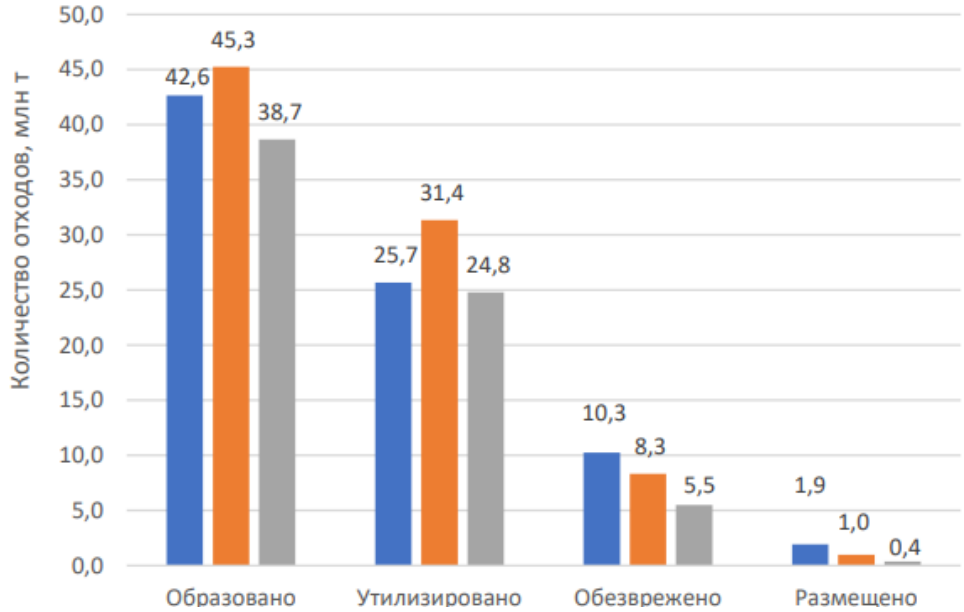


Рис. 1. Обращение с отходами сельского хозяйства

Рис. 2. Отходы текстильной промышленности

К текстильным отходам (рис. 2) принято относить материалы, оставшиеся в процессе производства пряжи, волокнистых и других нетканых изделий [2]. Кроме того, к ним можно отнести устаревшие трикотажные предметы одежды и интерьера (скатерти, занавески и др.), которые подлежат переработке.

Отходы текстильного производства доходят до четверти от всего количества первоначального объема сырья [3]. Если остатки не перерабатывать – это приведет к экономическим потерям. К ним можно приплюсовать невосполнимые денежные потери от невостребованных текстильных изделий.

Отходы деревообрабатывающей промышленности – опилки, стружка, полученные при обработки и переработки древесины в основном закапывают в землю, сжигают, вывозят на свалку. А разработка теплоизоляционных материалов в сочетании опилок и стружки представляется интересной задачей, которая требует отработки состава и технологии изготовления. При этом необходимо подбирать связующие компоненты, которые должны обладать не горючими свойствами (цемент, стекло...). Данные связующие должны снизить пожарную опасность данных изделий.

Важным аспектом к разработке таких материалов является придание изделием огнезащитных свойств [4], альтернативные способы получения которых показаны в работе [5].

Другими, не менее ценными отходами производства являются отходы сельского производства.

Солома – отходы сельского производства, которые в дальнейшем используют лишь на 10% всего объема и в основном, в животноводстве. При этом чаще всего солому сжигают или запахивают в землю, а ведь это ценное сырье. Солома обладает превосходными теплоизоляционными характеристиками.

Теплопроводность соломы (0,050–0,065) в 4 раза ниже, чем у дерева, и в 7 раз ниже, чем у кирпича (0,56–0,7), это может быть полезно при использовании ее в строительных материалах для снижения энергозатрат. А при обработке ее составами на фосфорорганической основе (они вступают в реакцию с целлюлозой и лигнином), получить и пожаробезопасный материал.

По большому счёту солома является побочным и малоценным продуктом сельского хозяйства — кормить скот ею можно только после тепловой обработки и введения добавок, повышающих пищевые характеристики, кровли ею давным-давно не закрывают, а годится она лишь для мульчирования почвы.

В нашей стране поля и степи занимают большие площади, около 13 % всей территории страны. Наибольший процент по растениеводству занимают зерновые (рис.3), а при переработке зерна остается большое количество отходов: соломы, отрубей.

Рис. 3. Соотношение производства ключевых отраслей растениеводства в РФ

Сегодня большинство государств мира реализуют различные инициативы, направленные на создание экономики замкнутого цикла, рациональное использование природных ресурсов (рис. 4), сохранение окружающей среды и природного биоразнообразия, развитие рациональных способов производства.

Таким образом, создание эффективных материалов за счет вовлечения в производство отходов местной промышленности направлено на решение комплекса задач, определенных в ряде нормативно-правовых документов общероссийского и местного уровня, соответствует задачам по обеспечению пожарной и экологической безопасности. Это такие как пункт 3 статьи 51 Федерального закона от 10 января 2002 г. № 7- ФЗ «Об охране окружающей среды» (ред. от 27.12.2018 г.), отношения в области обращения с отходами производства и потребления и радиоактивными отходами регулируются Федеральным законом от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (ред. от 25.12.2018 г.) (далее – ФЗ «Об отходах производства и потребления»). ФЗ «Об отходах производства и потребления» определяет правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения их вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья.

Рис. 4. Схематическое представление определения понятия отходов в рамках производственной цепочки

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сусоева И.В. Научные основы управления физико-химическими процессами структурообразования теплоизоляционного материала из многокомпонентного целлюлозосодержащего наполнителя : автореферат дис. ... доктора технических наук : 05.23.05 / Сусоева Ирина Вячеславовна; [Место защиты: Ивановский государственный политехнический университет]. - Иваново, 2021. - 34 с.

2. Пат. на полезную модель 39602 РФ, МПК^7 D 01 G 25/00, 15/46. Устройство для формирования волокнистого настила [Текст] / Зарубин В.М., Глинкин П.М., Шмелев С.А., Ульев Д.А., Шмелева Т.В., Полякова Е.В., Кочетков И.В.- № 2004110509/22; заявл. 07.04.2004; опубл. 10.08.2004, Бюл. № 22.

3. Полякова, Е.В. Экспериментальное исследование аэродинамических режимов работы конденсора со вставками различных конструкций [Текст] / Е.В. Полякова, Т.В. Шмелева, В.М. Зарубин, С.А. Шмелев, Д.А. Ульев // Известия Ивановского отделения Петровской академии наук и искусств. Секция технических наук: сб. науч. статей / Ивановская государственная текстильная академия.- Иваново, 2005.- С. 41-68.

4. Репин Д.С., Зарубина Е.В. , Легошин М.Ю., Шмелева Т.В. О вопросе обеспечения промышленной безопасности объектов. «Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов» материалы IV Всероссийская научно-практическая конференция, Иваново, 18 апреля 2017 г. – Иваново : ИПСА ГПС МЧС России, 2017. С 192-196.

5. Е. А. Сиплатов, А. Л. Никифоров, Н. М. Панев, В. А. Мусатов Разработка нового подхода к обеспечению защиты строительных конструкций из древесины и материалов на ее основе от воздействия высоких температур и открытого пламени. Современные проблемы гражданской защиты 1(46) / 2023, ISSN 2658-6223, с.136-144.

УДК 614.84

О. В. Шувалов, Н. А. Таратанов, Е. В. Карасев
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УСЛОВИЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ «СЭНДВИЧ ТРУБ»

В работе рассмотрены условия повседневной эксплуатации металлических дымоходов печи с последующим определением пожароопасных свойств дымохода при некачественном исполнении узла прохода дымохода через сгораемые перекрытия.

Ключевые слова: нетеплоемкая печь, «сэндвич труба», пожарно-техническая экспертиза, дымоход.

O. V. Shuvalov, N. A. Taratanov, E. V. Karasev

CONDITIONS OF SAFE OPERATION OF «SANDWICH PIPES»

© Шувалов О. В., Таратанов Н. А., Карасев Е. В., 2023

The paper considers the conditions of daily operation of metal chimneys of the furnace with the subsequent determination of the fire-hazardous properties of the chimney with poor-quality execution of the chimney passage node through the combustible floors.

Key words: non-heat-intensive furnace, «sandwich pipe», fire-technical expertise, chimney.

Установление обстоятельств возникновения и развития пожаров неразрывно связано с необходимостью установления их динамики. Изучение динамики пожара и его воздействия на строительные конструкции зданий и помещений позволяет говорить о расследовании пожара как многофакторном явлении. При экспертном исследовании следует выделить группу факторов, характеризующих конструкции (вид материала, теплофизические характеристики, критическая температура, прочностные свойства, геометрические характеристики), и группу факторов, определяющих условия горения (пожарная нагрузка, геометрические характеристики помещения, состояние окружающей среды). Изменение одного или нескольких факторов заметно влияет на развитие пожара. В одном и том же помещении может быть большое количество различных режимов пожара, отличающихся временем и интенсивностью развития, тепловым воздействием на ограждающие конструкции помещения [1–3].

В связи с этим необходимо использовать понятие эквивалентной продолжительности пожара. Переход от продолжительности реального пожара к эквивалентной продолжительности пожара через строительные конструкции позволяет свести пожары, возможные в данном объеме, к стандартному, по режиму которого исследуют пределы огнестойкости строительных конструкций. Это дает возможность по значениям пределов огнестойкости строительных конструкции прогнозировать их поведение в условиях реальных пожаров.

Требования пожарной безопасности, предъявляемые к устройству, ремонту и эксплуатации печного отопления в жилых домах разобщены, не носят комплексного характера, их проверка проводится без применения современных методов контроля, позволяющих при проведении обследований противопожарного состояния зданий с печным отоплением выявить скрытые дефекты. Нередко в процессе эксплуатации нетеплоемких печей происходит реконструкция систем отопления, установка каминов, перепланировка и смена функционального назначения помещений без соблюдения противопожарных требований, что повышает пожарную опасность зданий, увеличивает вероятность возникновения пожара и его быстрого распространения [4, 5].

Печи обычно состоят из трех основных частей - топливника, где сжигается топливо; дымооборотов, по которым движутся горячие газообразные продукты сгорания; дымоотходов (дымовых каналов), по которым из печи отводятся наружу частично остывшие газы.

В зависимости от конструкции и использованного для изготовления печи материала, они подразделяются на теплоемкие и нетеплоемкие. Теплоемкие печи сооружаются в основном из кирпича; они сравнительно долго нагреваются,

но и медленно остывают, обеспечивая в отапливаемых помещениях комфортную температуру при одно - или двухразовой топке.

По температуре нагрева стенок теплоемкие печи делятся на две категории:

- печи умеренного прогрева с максимальной температурой в отдельных точках поверхности до 80–90 °С. Они имеют толщину стенок не менее 12 см (т.е. в полкирпича);
- печи повышенного прогрева с максимальной температурой в отдельных точках поверхности до 120 °С при средней температуре всей поверхности до 90 °С. Они имеют толщину стенок 6,5–7 см (т. е. в четверть кирпича).

Таким образом, теплоемкие печи имеют температуру основных поверхностей значительно ниже, чем нетеплоемкие.

Но в дымоходе, на уровне ближайшего перекрытия через 3–6 часов усиленной непрерывной топки температура может достигать 400–500 °С. Правда, при обычной топке (до 2-х часов) она будет значительно ниже.

На особенности прогрева различных участков комнатных печей существенное влияние оказывает род топлива. При каменноугольном топливе, как более короткопламенном и дающим повышенную температуру непосредственно в зоне горения, усиливается, по сравнению с дровами, прогрев топливника и подовой части печи.

При топке дровами наибольший прогрев массива печи может наблюдаться в ее верхней зоне.

Пожарная опасность патрубков возрастает при использовании дров в качестве топлива, особенно в тех случаях, когда патрубки устанавливаются в верхней части отопительного прибора, где они нередко вплотную прижаты к сгораемым конструкциям.

Во многих публикациях приводятся данные о температурах, которые развиваются на различных элементах металлической нетеплоемкой печи, которые обычно принято называть «буржуйками».

Источником этих сведений является известные книги Б. В. Мегорского. Приведем эти данные непосредственно из первоисточников [6, 7].

а) Контактный нагрев.

Б. В. Мегорский описывает результаты экспериментов, проведенных с нетеплоемкой печью, как он ее называет, «железнодорожного типа». Температуру измеряли как непосредственно на отдельных участках поверхности печи и дымохода, так и на перемещаемых экранах, которые устанавливали над печью горизонтально и за печью вертикально.

Печь топили дровами, углем, торфом.

Оказалось, что температура печи и ее дымохода во время топки дровами и торфобрикетами почти не зависит от продолжительности топки. С разгоранием топлива она быстро повышается, с прогоранием его металлические стенки печи и рукава также быстро, в течение нескольких минут, остывают. Несколько более плавно температура отопительного прибора изменялась при топке углем.

Максимальные температуры, зафиксированные в процессе экспериментов, приведены в таблице.

Таблица. **Температура нагрева отдельных элементов нетеплоемкой печи**

Место измерения температуры	дрова	уголь	торф
В топливнике	830	780	850
В месте изгибы металлического рукава в горизонтальной части колена	540	500	600
В средней горизонтальной части металлического рукава	470	400	580
На металлическом рукаве в месте его прохода через перегородку в 2,2 м от колена	360	340	400

Таким образом, температуру, достаточную для инициирования, по крайней мере, тления бумаги, стружки, щепы, ваты, х/б тряпья имеют основные детали нетеплоемких печей и ряда других металлических аппаратов на твердом топливе.

В статье [8] авторы описывают порядок исследование пожароопасных свойств дымоходов при некачественном исполнении узла прохода дымохода через сгораемые перекрытия.

В статье описываются специальные испытания, которые проводились с целью установления пожароопасных свойств «сэндвич труб». Испытания проходили в помещении бани с установленной металлической нетеплоемкой печью и дымоходом по типу «сэндвич трубы».

Испытания проводились при двух режимах эксплуатации с определением вероятности возгорания сгораемых элементов чердачного перекрытия в месте прохождения дымохода при отсутствии (или ненадлежащем исполнении) разделки: стандартный режим эксплуатации печи и наиболее опасный режим эксплуатации – «перекал».

После испытаний проводился осмотр используемой «сэндвич трубы», в результате которого было установлено, что на внутренней трубе дымового канала образовались следы высокотемпературной окалины и побежалости металла с образованием тёмно-синих и тёмно-красных оттенков; утеплитель между контурами трубы имел рыхлую структуру со стороны, прилегающей к внутренней трубе дымового канала, и крошился в руках.

По результатам испытаний установлено, что в процессе топки печи на поверхности горючих материалов в районе перекрытия строения бани температура достигла показателя выше 50 °С через 45 минут от начала топки на расстоянии 50 мм, через 50 минут от начала топки — на расстоянии 100 мм, через 110 минут — на расстоянии 150 мм. На расстоянии 200 мм температура на поверхности горючих материалов не поднялась выше 36 °С в течение всех 120 минут топки.

Кроме не совсем удачной конструкции «сэндвич труб» с точки зрения пожарной безопасности есть ряд проблем, которые могут возникнуть при ее монтаже (см. рисунок):

- деформация внешнего кожуха трубы при его соприкосновении с вырезом в перекрытиях, вследствие чего нарушаются эксплуатационные свойства трубы;
- примыкание к трубе некачественного утеплителя, не обладающего достаточными жаропрочными характеристиками;
- некачественный монтаж «сэндвич трубы» в целом, не обеспечивающий ее безопасную эксплуатацию.

Рисунок. Нарушения при монтаже дымохода по типу «сэндвич трубы»

Подводя итог всему вышеописанному, можно сформулировать основные принципы безопасного использования «сэндвич труб»:

– изучить принцип работы трубы, понять, какую температуру ей придётся выдерживать.

– убедиться, что у выбранной трубы есть сертификат. Сварочные швы качественные, а нержавейка плотная.

– соблюдать правила разделки дымохода печи от горючих конструкций. Труба будет разогреваться, значит, нужно изолировать её от потолка и кровли негорючим материалом, например, базальтовой или каолиновой ватой, керамзитом или керамическим полотном. Материал должен быть в негорючем коробе толщиной не меньше 2,5 см.

– сделать отвод из толстостенной водопроводной трубы. Первый дым должен проходить через кирпичный щиток и остывать до нормативных 200°С.

– проверить, что труба не касается элементов кровли, которые могут воспламениться.

Если всё сделать правильно, сэндвич-труба будет служить долго и надёжно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спирин А.В., Таратанов Н.А. Установления путей распространения основных конвективных потоков и очаговой зоны // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Иваново, 14 октября 2021 года. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 504-509. – EDN QSIRDA.

2. Шувалов О.В., Таратанов Н.А. Проблемные вопросы осмотра места поджога объектов на открытой местности // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 169-173. – EDN EWJPRW.

3. Таратанов Н.А., Карасев Е.В., Таратанова А.В. Основы пожарно-технической экспертизы // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 136-140. – EDN FEVGMC.

4. Абдулаев Р.Р., Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Исследование влияния топочных газов нетеплоемких печей на дымоходы из асбестоцементных труб // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2021. – № 4(23). – С. 33-40. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2021.42.52.004. – EDN HTQRIK.

5. Сторонкина О.Е., Мочалова Т.А. Морфологическое исследование обгоревших текстильных материалов для пожарно-технической экспертизы // Пожарная и аварийная безопасность : Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 90- й годовщине образования гражданской обороны, Иваново, 24 ноября 2022 года. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. – С. 205-208. – EDN HWEMYJ.

6. Мегорский Б.В. Методика установления причин пожаров от печного отопления. – М. Изд. ком.хоз. РСФСР, 1961, 131с.

7. Мегорский Б.В. Методика установления причин пожаров (Общие положения методики и основы пожарно-технической экспертизы). – М.: Стройиздат, 1966.

8. Спирин А.В., Таратанов Н.А., Карасев Е.В. Определение степени пожарной опасности дымохода печи, выполненной по типу «сэндвич трубы» // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции, посвященной проведению в Российской Федерации Года науки и технологий в 2021 году и 55-летию учебного заведения, Иваново, 10–11 ноября 2021 года. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 180-184. – EDN VWWWNS.

УДК 614.84

Д. А. Эринкенова, Н. А. Таратанов, Е. В. Карасев, Е. Ю. Курочкина, Д. В. Калашников
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОЖАР КАК СЛЕДСТВИЕ НАРУШЕНИЯ ПРАВИЛ МОНТАЖА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

В данной статье рассмотрены последствия нарушения правил монтажа электрооборудования, выраженные в механическом воздействии на изоляцию электрокабеля, приведшее к ухудшению диэлектрических свойств изоляции и появлению поверхностных токов утечки, которые привели к короткому замыканию токоведущих жил кабеля. Так в результате которого резко и многократно возросла сила тока, протекающего в кабеле, что привело к значительному тепловыделению с последующим воспламенением изоляционных материалов кабеля и переходом огня на горючие строительные материалы кровли и дальнейшем распространением огня по деревянным конструкциям чердака торгово-складского помещения.

Ключевые слова: экспертиза пожара, электрооборудование, нарушение правил монтажа, торгово-складское помещение.

D. A. Erinkenova, N. A. Taratanov, E. V. Karasev, E. Yu. Kurochkina, D. V. Kalashnikov

FIRE AS A CONSEQUENCE OF VIOLATION OF THE RULES OF INSTALLATION OF ELECTRICAL EQUIPMENT

This article discusses the consequences of violation of the rules of installation of electrical equipment, expressed in the mechanical effect on the insulation of the electrical cable, which led to deterioration of the dielectric properties of the insulation and the appearance of surface leakage currents, which led to a short circuit of the current-carrying cable cores. So as a result of which the strength of the current flowing in the cable sharply and repeatedly increased, which led to significant heat generation, followed by ignition of the cable insulation materials and the transition of fire to combustible building materials of the roof and further spread of fire through the wooden structures of the attic of the commercial and warehouse premises.

Key words: fire examination, electrical equipment, violation of installation rules, commercial and warehouse premises.

Установление обстоятельств пожаров на протяжении всей человеческой цивилизации остается актуальной задачей ввиду необходимости как предупреждения будущих происшествий (профилактическая функция), так и установления виновных в их возникновении лиц (правоохранительная функция) [1, 2].

© Эринкенова Д. А., Таратанов Н. А., Карасев Е. В., Курочкина Е. Ю., Калашников Д. В., 2023

Реализации правоохранительной функции носит как воспитательный характер – страх наказания за инициированный пожар, так и правовосстанавливающий – возможность взыскания с виновного в пользу пострадавших от пожара причиненного им вреда [3, 4].

Дознаватели ФГПН и судебные эксперты выполняют важную задачу – устанавливая очаг пожара и причину его возникновения, благодаря их работе представляется возможным наиболее качественно и полно определять состав правонарушений и преступлений, связанных с нарушений требований пожарной безопасности [5–8].

Одной из таких причин является электротехнической, а именно последствия нарушения правил монтажа электрооборудования и как следствие образование неметаллических коротких замыканий (КЗ).

Образованию неметаллических КЗ способствует то, что оболочки проводов и кабелей теряют свои электроизоляционные свойства в результате старения полимерного материала, его растрескивания. Интенсифицируют разрушительные процессы воздействие влаги и агрессивных сред. Влага попадает в трещины, растворенные в ней соли, образуют электролит, создаются токопроводящие мостики, приводящие к утечке тока. Если провод проложен снаружи помещения, то разрушительное действие влаги усиливается перепадом температур, когда вода в трещинках периодически замерзает и разрывает полимер.

Нагрев изоляции (как внешний, так и вследствие перегрузок) значительно ускоряет процессы ее разрушения. Существует даже понятие «теплового старения» изоляции. Изоляция провода, который эксплуатировался в течение нескольких месяцев, а то и недель, при температуре, превышающей нормативную, может получить повреждения, эквивалентные разрушениям, получаемым при эксплуатации в нормальных условиях в течение многих лет. Перегрузки по току и напряжению также приводят, в конечном счете, к разрушению изоляции и возникновению КЗ. Перегрузка не всегда бывает столь велика, чтобы сразу вызвать возгорание изоляции. Однако и незначительные по величине, но частые и продолжительные перегрузки также представляют пожарную опасность. Процесс разрушения изоляции при незначительных перегрузках протекает постепенно. Изоляция теряет эластичность, трескается. Наличие грязи, пыли, влаги на поверхности изоляции может приводить к утечке тока по её поверхности.

Все перечисленные факторы приводят к возникновению токов утечки, нагреву полимерного материала в канале прохождения тока, его карбонизации (обугливанию). Уголь, как известно, имеет на порядки меньшее электросопротивление, чем исходный полимерный материал, причем его электросопротивление последовательно снижается с ростом температуры и длительности нагрева. Со снижением электросопротивления увеличивается ток утечки, процесс нарастает лавинообразно. По сути, это уже неметаллическое (через угольный слой) КЗ. Загореться может сам разогревающийся изоляционный полимерный материал, может, в конечном счете, возникнуть и электрическая дуга КЗ.

В связи с этим целью данного исследования является определение механизма возникновения и развития пожара вследствие некачественного проведения электромонтажных работ на примере пожара, который произошел в строение торгово-складского помещения. В результате пожара была уничтожена кровля здания общей площадью 900 м^2. Из объяснений работников торгово-складского помещения следует, что на кануне пожара на чердаке осуществляли электромонтажные работы по замене электропроводк.

По результатам осмотра места происшествия были обнаружены и изъяты два фрагмента электрических проводников (проводов).

Основной задачей исследования проводников является диагностирование механизма и условий их разрушения с целью выявления причинно-следственных связей между возможным аварийным режимом работы электросети и возникновением пожара. При исследовании устанавливается одна из четырех основных причин, вызывающих разрушение токопроводящих жил (проводников):

- аварийный режим в электросети (короткое замыкание, перегрузка);
- внешнее термическое воздействие (при пожаре);
- взаимодействие разнородных металлов в условиях внешнего нагрева;
- воздействие значительных механических нагрузок на нагретый или холодный проводник (например, при обрушении элементов строительных конструкций).

Как говорилось ранее, проведение некачественных работ электромонтажу электропроводки является распространенной причиной пожара, чтобы исключить или наоборот подтвердить данную версию в ходе исследования медных проводников было проведено металлографическое исследование. Проведенное металлографическое исследование показало, что между зоной оплавления и не оплавленным участком (рис.1) имеется чёткая граница, ориентированная перпендикулярно оси проводника, что свидетельствует о наличии дугового процесса. В зоне оплавления имеются макропоры, а также множество микропор, в результате наличия которых не представилось возможным установить форму зёрен и содержание кислорода в оплавление. На не оплавленных участках имеются двойники отжига (рис. 1–2). Наличие «двойников отжига» и крупных равноосных зёрен в исходной структуре, свидетельствует о том, что проводники подвергались значительному высокотемпературному воздействию. Таким образом, в результате исследование можно сделать вывод, что оплавление (рис. 2) образовалось в результате короткого замыкания, с последующим нагревом теплом пожара, установить «первичность» или «вторичность» методом металлографии не представилось возможным. Граница между зоной оплавления и не оплавленным участком второго образца исследования – отсутствует (рис. 2). Для оплавлений, образовавшихся в результате внешнего теплового воздействия в условиях пожара, как правило, характерна равномерность структуры по всей площади шлифа в виде крупных равноосных зерен и, соответственно, отсутствия видимой границы между оплавлением и проводником при содержании

кислорода 0,05 %. Следовательно оплавление второго образца, представленного на исследование (рис. 2) образовалось в результате внешнего теплового воздействия.

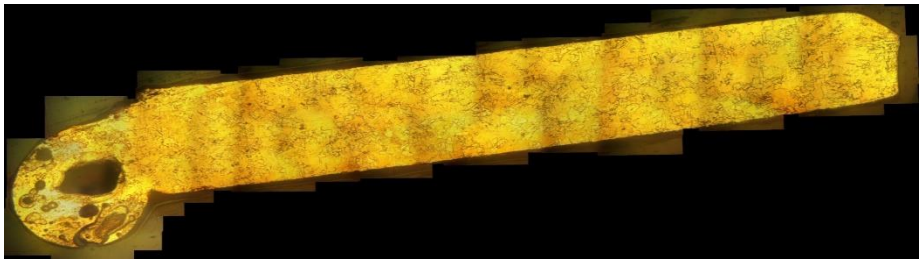


Рис. 1. Фрагмент токопроводящей жилы образца № 1

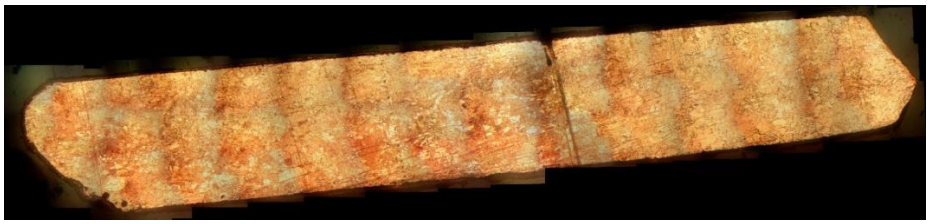


Рис. 2. Фрагмент токопроводящей жилы образца № 2

Исходя из проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

- На фрагменте токопроводящей жилы имеются электродуговое оплавление, характерное для пожароопасного аварийного режима работы электросети, характерное для «первичного» электродугового оплавления.

- Причиной пожара в данном случае явилось воспламенение изоляционных покровов, расположенных в очаговой зоне, в результате теплового воздействия аварийного режима работы электрооборудования (электропроводов).

Таким образом, учитывая совокупность всех доказательств – причиной пожара явилось нарушение правил монтажа электрооборудования, в следствии чего было допущено механическое воздействие на изоляцию электрокабеля, приведшее к ухудшению диэлектрических свойств изоляции и появлению поверхностных токов утечки, произошло короткое замыкание токоведущих жил кабеля. В результате которого резко и многократно возросла сила тока, протекающего в кабеле, что привело к значительному тепловыделению с последующим воспламенением изоляционных материалов кабеля и переходом огня на горючие строительные материалы кровли и дальнейшем распространением огня по деревянным конструкциям чердачного помещения здания по всей его площади.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тужилов И.А., Сторонкина О.Е. Особенности организации планирования надзорной деятельности на примере ГУ МЧС Владимирской области // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный

надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 146-151. – EDN QVEKWE.

2. Акмаев Р.Н., Филиппов В.О., Сторонкина О.Е., Мочалова Т.А. Разработка мероприятий по повышению пожарной безопасности на опасном производственном объекте // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Иваново, 14 октября 2021 года. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная ГПС МЧС России, 2021. – С. 178-184. – EDN SYSLYY.

3. Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Основания отрицания поджога как причины пожара для разрешения имущественного спора // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции, посвященной проведению в Российской Федерации Года науки и технологий в 2021 году и 55-летию учебного заведения, Иваново, 10–11 ноября 2021 года. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 82-90. – EDN TNRUDJ.

4. Мочалова Т.А., Миронова Н.В. Профилактика правонарушений связанных с пожарами // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: Сборник материалов XII Всероссийской научно-практической конференции, Железногорск, 26 мая 2023 года. – Железногорск: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 152-154. – EDN SWMVDZ.

5. Шувалов О.В., Таратанов Н.А. Проблемные вопросы осмотра места поджога объектов на открытой местности // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 169-173. – EDN EWJPRW.

6. Калашников Д.В., Таратанов Н.А. Экспертный эксперимент как инструмент в определении механизма возникновения горения // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности: Сборник трудов секции № 9 XXXIII Международной научно-практической конференции, Химки, 01 марта 2023 года. – Химки: Академия гражданской защиты МЧС России имени генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 106-110. – EDN WSBABK.

7. Таратанов Н.А., Карасев Е.В., Таратанова А.В. Основы пожарно-технической экспертизы // Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса «Государственный надзор» за 2022 год: Сборник материалов научных мероприятий учебно-научного комплекса, Иваново, 01 января – 31 декабря 2022 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 136-140. – EDN FEVGMC.

8. Спирин А.В., Таратанов Н.А. Установления путей распространения основных конвективных потоков и очаговой зоны // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: Сборник материалов V Международной научно-практической конференции, Иваново, 14 октября 2021 года. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 504-509. – EDN QSIRDA.

УДК 614.849

Э. Ф. Якупова, А. А. Лазарев, О. С. Романова, В. Ю. Емелин, А. М. Мочалов, А. А. Липинская, П. В. Мочалин
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

О ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация: проведен анализ существующих подходов к оценке пожарной опасности деревянных конструкций, предложены рекомендации по совершенствованию подходов к данной проблематике.

Ключевые слова: пожарная опасность, деревянные конструкции, пожарная безопасность, древесина.

E. F. Yakupova, A. A. Lazarev, O. S. Romanova, V. Y. Emelin, A. M. Mochalov, A. A. Lipinskaya, P. V. Mochalin

ABOUT FIRE SAFETY OF WOODEN STRUCTURES

Abstract: the analysis of existing approaches to assessing the fire hazard of wooden structures is carried out, recommendations for improving approaches to this problem are proposed.

Key words: fire hazard, wooden structures, fire safety, wood.

Как известно, из древесины можно изготовить различные виды строительных конструкций. Она широко использовалась в качестве основного строительного материала со времен Древней Руси. Даже промышленные отходы из древесины также используются в строительстве.

Древесина обладает доступностью, простотой обработки и рядом положительных свойств. К ним относятся: небольшая плотность, высокая удельная прочность, стойкость к химически агрессивным средам, эстетические и акустические свойства, малый коэффициент теплопроводности, малый коэффициент линейного расширения, легко обрабатывается, возможность создания гнутоклееных конструкций, экологичность, возобновляемость.

Однако недостаток древесины, заключающийся в том, что у неё достаточно легкая воспламеняемость, вызывает массу проблем с её применением. Это обстоятельство обуславливает направления исследований по изучению рассматриваемой проблематики.

© Якупова Э. Ф., Лазарев А. А., Романова О. С., Емелин В. Ю., Мочалов А. М., Липинская А. А., Мочалин П. В., 2023

Вопросы понижения пожарной опасности древесины рассматривались в исследованиях Цариченко С. Г., Корольченко О. Н., Константинова Н. И. [1], Кашипов Р. Р., Клевеко В. И. [2]. Применение иных способов профилактики пожаров на территориях с широким распространением зданий из древесины рассмотрены ранее в ряде исследований [3, 4]. Вопросы подготовки к данной деятельности изучались Солдатовым Р. А., Шуваловым О. В. и другими [5, 6]. Особенности расследования пожаров на территориях с широким распространением деревянных строений описаны Карасевым Е. В., Таратановым Н. А. и другими [7, 8]. Однако практически отсутствует анализ проблем пожарной опасности деревянных конструкций в условиях негативного воздействия внешней среды.

В исследовании Бочкова М. В. отмечается, что древесина хвойных пород представляет собой неоднородный и анизотропный материал. Она имеет пороки, снижающие качество изделий и конструкций. Влажность и температура влияют на её физико-механические свойства [9].

Древесина подвержена гниению и биопоражению. Хвойные породы древесины имеют повышенную сопротивляемость к загниванию и увлажнению. Её в основном и используют для строительства, подвергая огнезащитной обработке. Запасы ценной для строительства древесины хвойных пород в России составляют около 50 млрд. м^3. Такая древесина используется в строительстве для несущих и ограждающих конструкций. Однако и она имеет неоднородность и анизотропность [9].

Древесина лиственных пород менее прочная и устойчивая к загниванию, чем хвойная. Она используется в строительстве временных зданий и сооружений. Широко применяется для изготовления соединительных деталей, подушек и прокладок. Береза является основным сырьем для фанерной промышленности [9].

При заготовке леса ствол разделывают по длине на бревна трех качественных категорий. Лесоматериалы, по поперечному сечению, делятся на круглые (бревна) и прямоугольные (пиломатериалы).

Строительный лес, применяемый в виде бревен или пиломатериала, разделяют на сорта.

Основным (около 70 %) сортообразующим признаком является сучковатость. Бревна представляют собой части ствола дерева с опиленными торцами и очищенные от сучков. Диаметр круглых лесоматериалов определяется диаметром тонкого кольца. По диаметру бревна делятся на три группы: мелкие, средние и крупные. Выпускаются также калиброванные бревна с постоянным диаметром по длине. Круглые лесоматериалы применяют в качестве стропил, опор ЛЭП, свай, при устройстве конструкций временного назначения и строительных лесов.

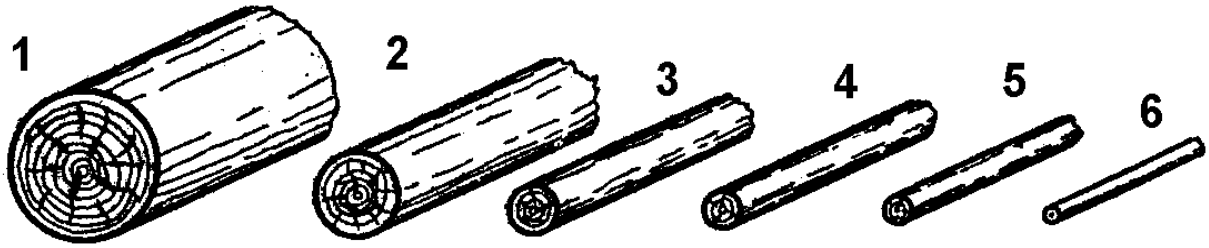


Рис. 1. Разновидности круглых лесоматериалов:
1 – бревно; 2 – подтоварник; 3 – слега; 4 – жердь; 5 – кол; 6 – тонкая жердь [9]

Размеры и технические требования к круглым лесоматериалам хвойных и лиственных пород регламентируются. Лесоматериалы заготавливают 1, 2 и 3-го сорта в зависимости от качества древесины. Качество древесины определяется количеством пороков. При определении сорта круглых лесоматериалов учитываются различные пороки, включая сучки, трещины, пороки формы ствола, пороки строения древесины, грибные поражения, биологические повреждения, инородные включения, механические повреждения и пороки обработки.

Химические окраски, покоробленности и другие пороки не влияют на сорт бревен. При наличии допускаемого стандартом порока, лесоматериалы относят к высшему сорту. Сортность устанавливают по пороку с худшим сортом.

Маркировка лесоматериалов происходит после определения сорта и толщины. Пиломатериалы получают из круглых лесоматериалов продольным пилением или фрезерованием. Виды пиломатериалов: брус, брусок, доска, пластины, четвертины и горбыль. Пиломатериалы делятся на обрезные и необрезные по характеру обработки. Обрезные пиломатериалы имеют обзолы, не превышающие допустимых значений. Необрезные пиломатериалы имеют обзолы, превышающие допустимые значения в обрезных пиломатериалах.

По местоположению в бревне различают сердцевинные, центральные и боковые доски. Радиальные доски имеют полосатый рисунок текстуры на пласти, а полурадиальные - V-образный рисунок. Длина товарного пиломатериала может достигать 6,5 метров.

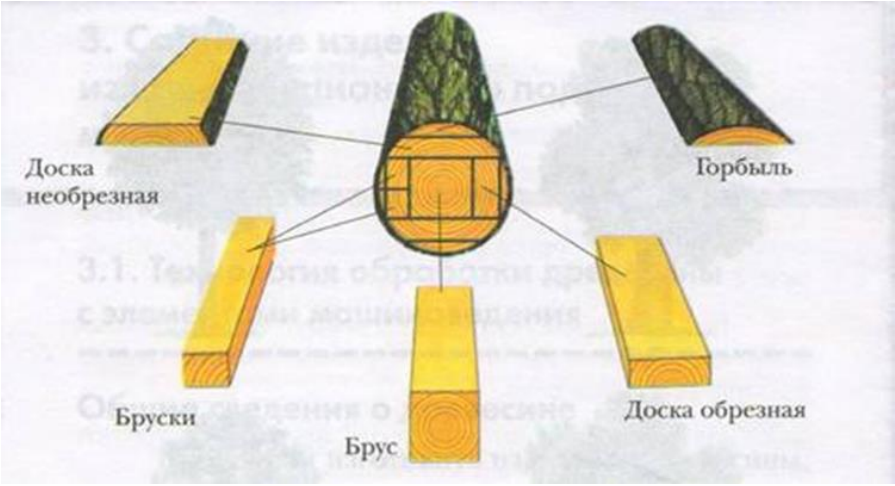


Рис. 2. Пиломатериалы

Каждый сорт древесины имеет свое применение и требования. Пиломатериалы разделяются на пять сортов хвойных и лиственных пород. Брусья разделяются на четыре сорта. Сырые и сырые антисептированные пиломатериалы должны быть заготовлены в холодный период года. Влажность пиломатериала 4-го сорта не нормируется.

Разделение лесоматериала по сортам не обеспечивает полностью надежную работу элементов деревянных конструкций. При проведении исследования необходимо учитывать механические свойства древесины, включая прочность.

Применение огнезащищенной древесины при строительстве строго регламентируется [1-2]. Специалистами применяются различные технологии нанесения на древесину специальных средств. Составы классифицируются на огнезащитные краски, пасты, обмазки, растворы антипиренов. Технология нанесения составов на древесину определяет вид состава.

Исследования Цариченко С. Г., Корольченко О. Н., Константиновой Н. И. показали, что наибольшая эффективность огнезащитных средств достигается при методе глубокой пропитки [1]. Технология глубокой пропитки использует автоклав и растворы антипиренов, предназначена для деревянных конструкций в зданиях с относительной влажностью не более 70 %. Процесс глубокой пропитки состоит из загрузки материала, вакуумирования, нагнетания давления, пропитки, сушки и контроля качества нанесенного огнезащитного средства.

Исследования Кашипова Р. Р., Клевеко В. И. подтвердили, что способ пропитки в автоклаве обеспечивает I группу огнезащитной эффективности на длительный период времени [2]. Недостатками технологии пропитки в автоклаве являются трудоемкие подготовительные работы и наличие специального оборудования. Технологический процесс нанесения поверхностной пропитки делится на этапы: измерение влажности, очистка, приготовление состава и нанесение. Метод позволяет уменьшить трудоемкость подготовительных работ, но имеет низкую огнезащитную эффективность. Технология обработки красками и лаками обеспечивает декоративную поверхность и высокую огнезащитную эффективность. Грунтовочное покрытие в процессе нанесения лаков и красок повышает прочность и защиту древесины.

Трудоемкость нанесения красок и лаков сопоставима с нанесением поверхностной пропитки антипиренами. Требуется тщательная подготовка поверхности, включая фрезерование и шлифование.

Пасты и обмазки для обработки древесины содержат жидкое стекло, минеральные наполнители и отходы. Такие составы создают огнезащитное покрытие с высокой эффективностью (I группа).

Недостатки: трудоемкость нанесения, слабая устойчивость к внешним факторам, менее качественный декор. Анализ показывает наличие преимуществ и недостатков разных технологий огнезащиты древесины.

Обзор технологических процессов нанесения антипиренов на древесину позволяет выбрать оптимальное решение. Экспериментальные исследования, теоретическое моделирование и расчеты определяют устойчивость при пожаре.

Однако эти исследования очень часто не учитывают отдельные физико-механические характеристики и дефекты древесины.

В связи с тем, что пороки древесины неустранимы, принимаются меры к их ограничению в соответствии с требованиями, изложенными в государственных стандартах и технических условиях на изготовление и возведение деревянных конструкций.

С учетом изложенного нормированием должны быть предусмотрены подходы, способы, методы и средства оценки пожарной опасности деревянных конструкций с учетом наличия её пороков, сроков и условий эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корольченко О.Н., Цариченко С.Г., Константинова Н.И. К вопросу о свойствах пожарной опасности огнезащищенной древесины // Пожаровзрывобезопасность. 2021. Т. 30. №2. С. 23-34.

2. Кашипов Р.Р., Клевеко В.И. Огнезащита деревянных конструкций методом глубокой пропитки в автоклаве // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2020. Т.2.С. 149-153.

3. Лазарев А.А., Лапшин С.С., Мочалов А.М., Емелин В.Ю., Троицкая Д.Д. Сравнительный анализ восприятия школьниками противопожарных памяток и видеороликов // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 4 (74). С. 81-88.

4. Лазарев А.А., Казаков А.Х., Сторонкина О.Е., Мочалов А.М. Ведомственный контроль как средство предупреждения пожаров в садоводческом некоммерческом товариществе Черекского района Кабардино-балкарской республики. Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 1 (46). С. 103-110.

5. Шувалов О. В., Лазарев А. А., Емелин В. Ю., Мочалова Т. А. Применение образовательного квеста на занятиях по дисциплине «Судебная фотография и видеозапись». Пожарная и аварийная безопасность. 2023. № 2 (29). С. 81-88.

6. Солдатов Р.А., Лазарев А.А., Карасев Е.В., Курочкина Е.Ю., Таратанов Н.А. Применение электронных тестов при дистанционном и смешанном обучении с использованием информационно-цифрового инструмента FIRETEST // Пожарная и аварийная безопасность. 2022. № 4 (27). С. 119-128.

7. Бритков А.А., Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Возможные причины разрушения отопительных котлов на твердом топливе // Современные пожаробезопасные материалы и технологии. сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Году культуры безопасности. 2018. С. 200-202.

8. Мартынов И.М., Карасев Е.В., Таратанов Н.А. Расследование дел о пожарах в многоквартирных домах из-за обрыва N (PEN) провода, определение ответчика // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2017. Т. 1. № 8. С. 559-562.

9. Бочков М.В. Процессы тепломассопереноса в нагельных соединениях элементов деревянных стропильных конструкций при циклических режимах эксплуатации: диссертация ... кандидата технических наук: 05.02.13. - Иваново, 2017. - 151 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Алешин Д. Б., Новоселов Д. И. Проблема использования данных инфразвукового мониторинга при прогнозе природных явлений, представляющих опасность для жизнедеятельности 3

Алисманов Р. Г., Волков А. В. К вопросу об эффективности и надёжности систем обеспечения пожарной безопасности в зданиях, построенных по типу «Умный дом» .7

Алонцев А. Е., Циркина О. Г. Организация деятельности службы обеспечения пожарной безопасности в учреждениях здравоохранения 11

Антонов С. В. Анализ ключевых слов для исправления ошибок и выявления однозначности в текстовых сообщениях о пожарах и ЧС 16

Арефьева Е. А., Кобелев А. М., Титов С. А. Моделирование поведения лантанида европия при авариях на атомных электростанциях РБМК 20

Ахметхафизов А. В., Шарафутдинов А. А., Шарафутдинова А. А. Развитие автономных роботизированных систем для быстрой и эффективной ликвидации последствий пожаров и взрывов на объектах со взрывчатыми материалами 25

Ахметхафизов А. В., Шарафутдинов А. А., Шарафутдинова А. А. Инновационные методы и технологии для совершенствования обнаружения пожара 29

Ахметхафизов А. В., Шарафутдинов А. А., Шарафутдинова А. А. Анализ роботизированных комплексов и систем противопожарной защиты на объектах с взрывчатыми материалами 34

Бабушкин М. Ю., Лазарев А. А. Пути имманентного совершенствования законодательства в целях противодействия угрозам личной безопасности инспектора 38

Белов Е. Г., Михайлов С. В., Крыев Р. А. Обеспечение пожарной безопасности на фазе приготовления металлополимерных энергонасыщенных материалов 41

Богданов И. А., Шабунин С. А., Кочетова А. А., Ульева С. Н., Никифоров А. Л. Исследование механизма термоокислительной деструкции ПВХ-изоляции кабельной продукции методом ИК-спектроскопии 47

Булат А. И., Лазарев А. А., Романова О. С., Емелин В. Ю., Мочалов А. М., Липинская А. А. Использование материалов от разборки зданий для защиты от ландшафтных пожаров 52

Булгаков А. В., Пехотиков А. В., Булгаков В. В., Блинов М. С., Лебедев М. С. К вопросу о расчете пределов огнестойкости строительных конструкций на основе перекрестноклееной древесины 57

Гальченко Т. А., Наконечный С. Н. Определение показателей пожарной опасности древесины и материалов на ее основе 60

Гиберт И. В., Покровский А. А. Кинетика высокотемпературной сушки материалов перегретым паром 65

Головенко В. Р. Базовые аспекты управления боевыми действиями в процессе тушения пожара на воздушном судне 68

Горбунов А. С. Использование датчика цвета в системе обнаружения больших переходных сопротивлений в электрических розетках 75

Горшков В. С., Ильичев В. В., Лебедев М. С., Чернышов П. А. Опыт выполнения прикладных работ с использованием CFD моделирования на основе программно-вычислительного комплекса FDS.....79

Горшков В. С., Чернышов П. А., Лежнев С. Т., Фомина О. В. Идентификационный контроль строительных материалов на объектах строительства при применении навесных фасадных систем с воздушным зазором.....83

Горшкова Ю. Н., Горшков А. Г. Взаимосвязь температуры вспышки органических соединений с их химическим строением и термодинамическими свойствами.....86

Гребенщикова М. М., Гребенщиков О. Р., Миронов М. М. Конденсация наночастиц гафния в вакууме из пароплазменной фазы электродугового разряда 90

Гришенькина Е. А., Кулаков Н. С., Кадочникова Е. Н. Современные направления в области сертификации огнезащитных лакокрасочных составов 93

Деев П. А., Огнев А. А., Ульева С. Н., Никифоров А. Л. Обеспечения пожарной безопасности электрокабельных изделий от истоков к современности.....98

Димухаметов Р. Р., Шарова А. П., Кнутов А. А., Белобородова О. И. Тонкослойные аэрозолеобразующие огнетушащие пироэлементы.....103

Духова Ю. С., Гессе Ж. Ф., Гришина Е. П. Перспективы применения золь-гель технологии нанесения коррозионностойких покрытий на металлы.....106

Емельянова Т. Б., Баринова Е. В. Анализ эксплуатируемых конструкций технических устройств автоматических систем пожаротушения АО «РКЦ» Прогресс» г. Самара. 109

Жуков В. Е., Зарубин В. П. Выбор способа подготовки поверхности металлических конструкций для нанесения огнезащитных материалов 112

Замятин А. В., Торопова М. В., Вальвакова М. В. Сравнительный анализ огнестойкости противопожарных дверей 117

Ивахнюк С. Г. Научно-технические перспективы электрофизического управления отдельными технологическими параметрами производств энергонасыщенных материалов 121

Кадочникова Е. Н. Ремонтопригодность пожарных и аварийно-спасательных судов .124

Казаков О. А., Вознесенский Э. Ф. Определение воспламеняемости и теплоемкости безопасных антипиренов 129

Карасев Е. В., Таратанов Н. А., Курочкина Е. Ю., Кашеварова А. Д. Влияние условий пожара на действия пожарно-спасательных подразделений при тушении пожара.....137

Катаев К. А., Киселев В. В. Создание транспортных автоматизированных платформ на гусеничном шасси для защиты объектов со взрывчатыми материалами.....141

Коваль Ю. Н. Оценка критической продолжительности пожара на объекте ООО «Комсомольский» г. Красноярск 145

Кожевин Д. Ф., Естехин В. Г. Влияние нормативной базы на пожарную безопасность морских объектов 151

Колбашов М. А., Староверкина Е. М., Пугачева А. В., Власов И. Д., Борисов Н. А. Современное состояние организации оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре на объектах защиты 155

Комлёв А. Ю. Вопросы определения пожарной опасности зданий в Московской области при рассмотрении обращений граждан в 2021–2022 годах.....161

Кононенко Е. В., Мокроусова О. А., Черкасский Г. А. Изучение технического регулирования как важная часть инженерной подготовки специалистов по пожарной безопасности 165

Конькова А. И., Наконечный С. Н. Изучение поведения теплоизоляционных материалов при термическом воздействии.....170

Кочетова А. А., Шабунин С. А., Шарабанова И. Ю., Никифоров А. Л. Обзор современных строительных материалов на основе производных древесины 173

Кочнов О. В., Колбашов М. А., Староверкина Е. М., Власов И. Д., Борисов Н. А. Особенности применения акустических модулей в системах оповещения о пожаре и чрезвычайных ситуациях.....177

Красноперова Ю. П. Использование наноматериалов – важная составляющая пожарной безопасности и разработки современного огнестойкого текстиля 184

Крыев Р. А., Исхаков Э. М., Ягофаров А. А. Исследования по разработке бронирующих покрытий для пожаротушащих пиротехнических изделий 187

Ксенофонтов С. И., Лепаев А. Н., Васильева О. В., Данилов Д. О. Продукты пиролиза твердых горючих материалов.....194

Кузнецов В. А., Циркина О. Г. Пожарная опасность объектов автотранспортных предприятий 200

Кулаков Н. С., Кадочникова Е. Н. Современные технические средства обнаружения пожаров.....204

Курочкина Е. Ю., Таратанов Н. А., Калашников Д. В. Исследование влияния высоких температур на изделия из песка и цемента 207

Кушляев В. Ф., Кушляев Д. В., Кушляева О. В. Оценка технологии и системы машин с окоркой деревьев на лесосеке при заготовке древесины после лесных пожаров, зараженной радиацией, сухостойной и изъеденной короедом 212

Лагутина А. В., Баранник А. Ю. Предложения по роботизации специального автомобиля для транспортировки авиационных бомб, фугасов и других крупнокалиберных неразорвавшихся боеприпасов.....229

Лазарев А. А., Романова О. С., Емелин В. Ю., Мочалов А. М., Липинская А. А. О пожарной безопасности объектов, не проверенных надзорными органами 235

Липинская А. А., Лазарев А. А., Романова О. С., Емелин В. Ю., Мочалов А. М. Анализ судебной практики приведения в пожаробезопасное состояние торговых центров 239

Литовкин И. А. Обоснование применения автоматической системы газового пожаротушения.....243

Малашенков Г. Н., Холостов А. Л. Почему в квартире 380 вольт?.....246

Малышев Д. А., Напруткин А. П., Холостов А. Л., Малашенков Г. Н. Устойчивость функционирования ДДС 101 в Системе-112 249

Манаева А. Р., Твердынин Н. М., Шарифуллина Л. Р. Оценка пожарной безопасности использования линолеумов в качестве напольных покрытий на текстильных предприятиях 253

Матросов А. М., Воронин В. Л., Ульева С. Н., Никифоров А. Л. Устройство контроля опасных режимов работы электрооборудования в жилом секторе.....257

Медведев И. В., Зарубина Е. В. Разработка шкафа для увеличения надежности противопожарной защиты объектов.....260

Медведев И. В., Зарубина Е. В. Запорное устройство для пожарных соединительных головок.....262

Медведев И. В., Зарубина Е. В. Разработка предложений по применению запорных устройств для пожарных соединительных головок.....266

Митушки К. В., Сараев И. В. Роботизированные комплексы для противопожарной защиты и ликвидации последствий пожаров и взрывов США.....269

Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е. Проблема формирования общественного мнения о необходимости осуществления государственного и общественного надзора в области пожарной безопасности.....272

Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е., Осмоловская А. А. Разработка методических рекомендаций по проведению противопожарных профилактических обследований деревообрабатывающих комбинатов 275

Никифоров А. Л., Легкова И. А., Ульева С. Н., Шарабанова И. Ю. Актуальные вопросы огнезащиты целлюлозных материалов.....280

Осмоловская А. А., Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А. Обзор методов экспертного исследования обгоревших текстильных материалов 283

Панферова З. А., Бородин К. С. Проблемные вопросы нормативного регулирования экипировки спасателей 286

Попов В. И., Песикин А. Н., Пуганов М. В., Салихова А. Х. Пожарная безопасность открытых автостоянок 290

Принцева М. Ю., Теплякова Т. Д. Спектрофлуориметрическое исследование моторных масел при экспертизе пожаров 295

Прытков Л. Н., Барбин Н. М. Особенности тушения натриевого теплоносителя реакторов на быстрых нейтронах 299

Раннев К. К., Наконечный С. Н. К вопросу о пожарной опасности современных торговых центров 302

Рзаев И. А., Сараев И. В. Робототехнические комплексы на службе в МЧС России 306

Романова О. С., Лазарев А. А., Емелин В. Ю., Мочалов А. М., Липинская А. А., Мальцев А. Н., Мочалин П. В. О пожарной безопасности населенных пунктов, подверженных угрозе ландшафтных (природных) пожаров 314

Романова О. С., Емелин В. Ю., Лазарев А. А., Мочалов А. М., Липинская А. А. Пожарная опасность объектов надзора на основе анализа обстановки с пожарами в Ивановской области в 2022 году 320

Ромодановская А. Е., Циркина О. Г. Способы обработки огнезащитными составами материалов и изделий на основе волокон 325

Рубцов В. В., Ширяев Е. В. О применении способа откачки нефти и нефтепродуктов из резервуара, расположенного рядом с горящим резервуаром 330

Рустамов Ш. Д., Азовцев А. Г. Анализ статистики пожаров в общеобразовательных учреждениях 335

Салихова А. Х., Шахин Е. В., Грибкова В. В. О создании информационного ресурса об авариях на технологическом оборудовании производственных объектов 339

Салихова А. Х., Ибрагимов Ф. С., Сарайкин Н. Е. Разработка предложений по обеспечению пожарной безопасности склада топлива на территории аэропорта 345

Сараев И. В., Никифоров А. Л., Ульева С. Н., Бубнов А. Г. Обслуживание и ремонт пожарных рукавов 349

Сафонова Н. Л., Конорев Д. В. Прогнозирование последствий разливов нефти и нефтепродуктов и вызванных ими пожаров 355

Сергеева О. А., Циркина О. Г. Расчет пожарного риска в рамках подтверждения обеспечения пожарной безопасности объекта защиты 360

Скакунов А. С., Циркина О. Г. Огнестойкость древесины и способы ее повышения 365

Смирнов А. В., Тихановская Л. Б. О проблемах рассмотрения обращений граждан о пожарной опасности в МЧС России на примере Ивановской области 369

Смирнов Н. В., Молчадский О. И., Кривошапкина О. В., Ермакова И. А., Аверкина Н. Б. Комплексный подход к вопросу дымообразующей способности полимерных строительных материалов 374

Смирнов Н. В., Булгаков В. В., Зубань Т. С., Ермакова И. А. Некоторые аспекты практического применения ГОСТ Р 59637-2021 в строительстве 377

Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А. Установление точности результатов расчетных и экспериментальных методов определения температурных показателей горючих жидкостей в целях судебной пожарно-технической экспертизы 379

Сусоева И. В., Вахнина Т. Н., Титунин А. А. Исследование пожароопасных свойств лигноцеллюлозных отходов производства с помощью термогравиметрического анализа 383

Сырбу С. А., Наумов А. Г., Таратанов Н. А., Шабунин С. А., Репин Д. С. Возможность использования подходов «зеленой трибологии» к получению СОТС с заданными свойствами 387

Сысоева Т. П., Лобова С. Ф., Мусиенко Т. В. Особенности исследование паров антисептического средства помещенного в грунт методом газожидкостной хроматографии 392

Сысоева Т. П., Евлоев З. Б., Агеев П. М., Касаев Р. А. Совершенствование нормативного правового регулирования пожарной безопасности для объектов нефтегазовой промышленности.....398

Сытдыков М. Р., Иванов А. В. К вопросу оценки эффективности технических средств порошкового пожаротушения методом экспертной оценки 403

Талалаева Г. В., Пазникова С. Н. Потенциальные риски композиционных материалов, технологий их производства и применения: экологический аспект 406

Тарасова Д. А., Короткова Я. Н., Пестов И. В. Стратегии повышения пожарной безопасности в зданиях.....411

Тарасова Д. А., Никифоров А. Л., Легкова И. А. Сигнальное полотнище с элементами люминесцентного покрытия как метод достижения целей поисково-спасательных операций 417

Таратанов Н. А., Солдатов Р. А., Карасев Е. В., Шувалов О. В., Курочкина Е. Ю. Разработка предложений по исследованию документов, подвергшихся воздействию высоких температур 422

Толова Ю. Е., Наконечный С. Н. Быстротвердеющая пена как перспективный способ огнезащиты древесины 428

Топоров А. В. Исследование механических характеристик композиционного материала, изготовленного на основе технологии 3d печати с использованием эпоксидной смолы 431

Турханова Н. Г., Димухаметов Р. Р. Аэрозолеобразующие огнетушащие пиротехнические составы с тиомочевиной и хлоридом аммония 435

Тюмкина Е. А., Кропотова Н. А. Основы материаловедения для эксперта: исследование ударной вязкости материалов 446

Файзуллин Д. З., Пучков П. В., Иванов В. Е. Причины снижения механических свойств конструкционных сталей в условиях высоких температур 450

Федосеев Е. В., Азовцев А. Г., Наконечный С. Н. Возможность определения класса пожарной опасности строительных конструкций расчетным методом 454

Федосов С. В., Лазарев А. А. Перспективы использования методов микропроцессов для создания новых противопожарных преград…… 456

Федотов Д. А., Циркина О. Г. Воздействие продуктов горения полимерных материалов на организм человека 459

Фирсов А. Г., Гончаренко В. С., Малёмина Е. Н., Чечетина Т. А. Пожары и их последствия от пиротехники на территории Российской Федерации в 2017–2022 гг. 462

Фирсов А. Г., Загуменнова М. В., Малёмина Е. Н., Надточий О. В. Результаты осуществления государственного пожарного надзора на объектах, связанных с обращением пиротехнических изделий 2017–2022 гг. 467

Хасанов И. Р., Горшков В. С., Фомина О. В. Пожарная опасность фасадных систем с наружными защитно-декоративными штукатурными слоями 473

Цыро Д. М., Пивоваров А. В. Методы проведения поисково-спасательных работ с применением беспилотных летательных аппаратов.....476

Цыро Д. М., Пивоваров А. В., Морозов А. А. Применение беспилотных летательных аппаратов и 2-D картографирования при выполнении поисково-спасательных работ 481

Чеберяк В. В. Роботизированные комплексы и системы для тушения пожара 485

Чудотворова К. М. Инновационные технологии обеспечения пожарной безопасности на электроустановках 489

Чудотворова К. М., Харламенков А. С., Лимонтьева Д. С. Анализ пожаров по причине электрического характера 494

Шабунин С. А., Богданов И. А, Никифоров А. Л. Особенности определения показателя кислородного индекса при оценке пожароопасных свойств 499

Ширяев Е. В. Об ограничении выхода горючей жидкости за пределы площадки размещения емкостных аппаратов в производственных зданиях 502

Шихов И. П., Бочкарев А. Н. Исследование роботизированных комплексов для ликвидации пожаров на объекте с взрывчатыми материалами.....506

Шмелев А. С., Зарубина Е. В., Никифоров А. Л., Репин Д. С. Применение производственных целлюлозосодержа-щих отходов для разработки теплоизоляционных пожаробезопасных материалов 510

Шувалов О. В., Таратанов Н. А., Карасев Е. В. Условия безопасной эксплуатации «сэндвич труб» 514

Эринкенова Д. А., Таратанов Н. А., Карасев Е. В., Курочкина Е. Ю., Калашников Д. В. Пожар как следствие нарушения правил монтажа электрооборудования 520

Якупова Э. Ф., Лазарев А. А., Романова О. С., Емелин В. Ю., Мочалов А. М., Липинская А. А., Мочалин П. В. О пожарной безопасности деревянных конструкций…….. 525

СОВРЕМЕННЫЕ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ.

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ VI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Иваново, 19 октября 2023 г.

MODERN FIREPROOF MATERIALS AND TECHNOLOGIES.

COLLECTION OF MATERIALS OF THE VI INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE

Ivanovo, October 19, 2023

Текстовое электронное издание

Издается в авторской редакции

Подготовлено к изданию 16.11.2023 г.
Формат 60×84 1/16. Усл. печ. л. 30,9. Заказ № 264

Отделение организации научных исследований научно-технического отдела
Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33

ISBN 978-5-907492-19-6

9 785907 492196 >