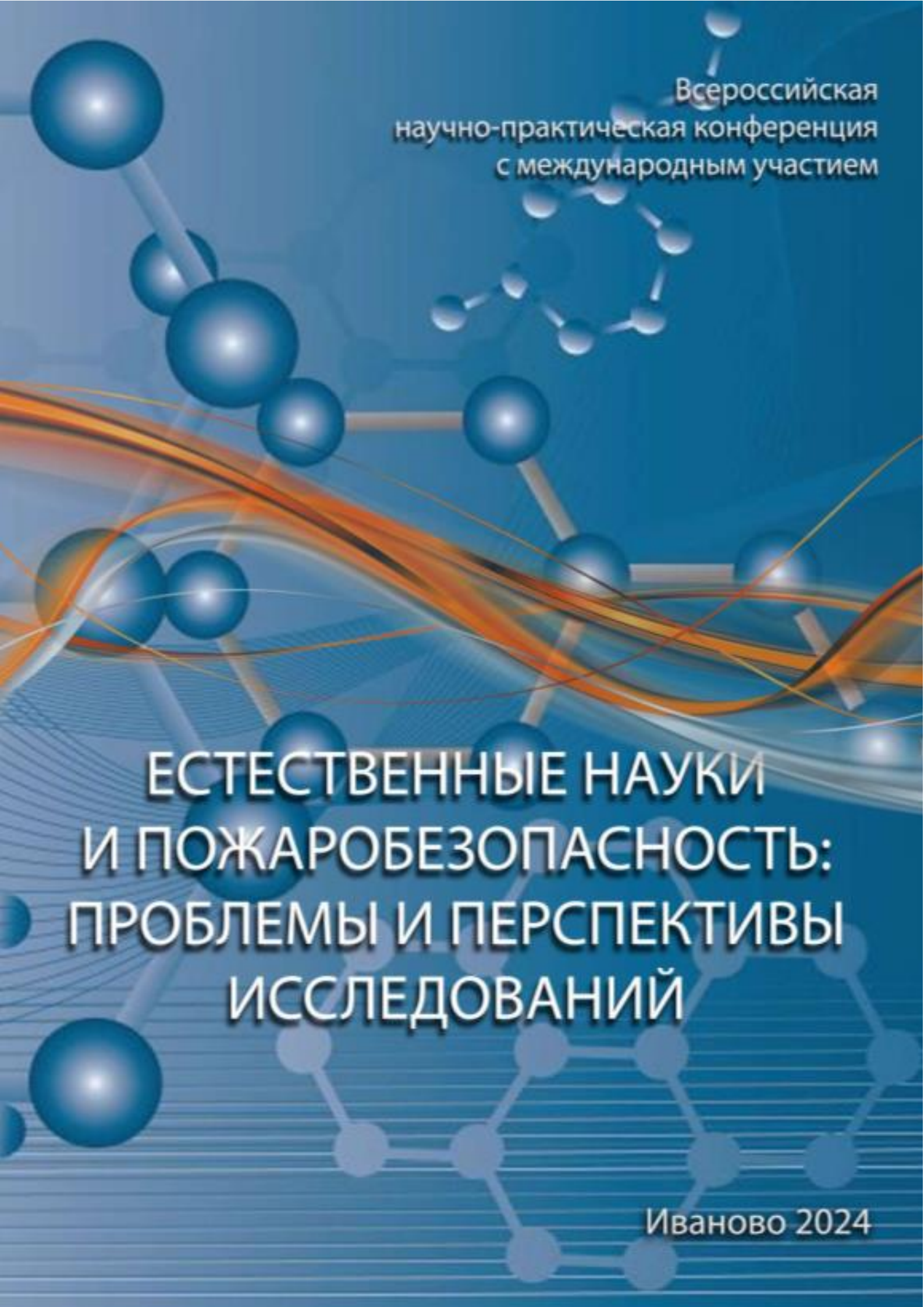


The background is a deep blue with abstract scientific motifs. Large, glossy blue spheres are connected by thin grey lines, resembling a molecular structure. Swirling orange and yellow lines, some with a glowing effect, sweep across the middle of the image. In the lower right, there is a faint, light blue hexagonal grid pattern.

Всероссийская
научно-практическая конференция
с международным участием

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Иваново 2024

**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»**

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

Всероссийской научно-практической конференции с международным участием

21 марта 2024 года

**SCIENCES AND FIRE SAFETY:
PROBLEMS AND OPPORTUNITIES
FOR FUTURE RESEARCH**

CONFERENCE PROCEEDINGS

All-Russian Scientific And Practical Conference With International Participation

IVANOVVO, march, 21, 2024

**Иваново
2024**

УДК 37+159.9+614.8

ББК 38.96+16.2

Е 86

Е 86 **Естественные науки и пожаробезопасность: проблемы и перспективы исследований:** сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иваново, 21 марта 2024 г. – Иваново : Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2024. – 518 с. – ISBN 978-5-907492-33-2

В сборнике представлены материалы выступлений и статьи участников конференции, отражающие результаты фундаментальных и прикладных исследований в области обеспечения пожарной безопасности объектов, а также рассматривающие профессионально-значимые проблемы подготовки пожарных и спасателей.

Сборник предназначен для научно-педагогических работников, курсантов, студентов и всех интересующихся проблемами естествознания в области пожарной безопасности.

The Conference Proceedings present conference papers of the participants. They reflect the results of fundamental and applied researches in the field of ensuring structural fire safety, as well as considering professionally significant challenges in firefighters and rescuers training.

The Conference Proceedings are intended for the use of scientific and pedagogical workers, cadets, students and any persons interested in the science issues in the field of fire safety.

УДК 37+159.9+614.8

ББК 38.96+16.2

ISBN 978-5-907492-33-2

Организационный комитет

канд. мед. наук, доцент **И. Ю. Шарабанова** (председатель оргкомитета),
д-р хим. наук, профессор **С. А. Сырбу** (заместитель председателя оргкомитета),
член-корреспондент РААСН, д-р техн. наук, профессор **В. Е. Румянцева**,
д-р техн. наук, профессор, советник РААСН **М. В. Акулова**,
д-р техн. наук, профессор **С. В. Натареев**, д-р техн. наук, доцент **Е. П. Гришина**,
д-р техн. наук, доцент **А. А. Краснов**, канд. физ.-мат. наук, доцент **Т. В. Пашкова**,
канд. техн. наук, доцент **А. А. Овчинников**, канд. техн. наук, доцент **Д. Г. Снегирев**,
канд. техн. наук, доцент **К. В. Семенова**, канд. хим. наук, доцент **А. Н. Петров**,
канд. хим. наук **Ж. Ф. Гессе**, канд. техн. наук **Е. А. Шварев**,
канд. техн. наук, доцент **М. Г. Есина**,
И. А. Ходова

Organising Committee

Ph.D. of Medical Sciences, Docent **I. Yu. Sharabanova** (chairman of the organizing committee)
Advanced Doctor in Chemical Sciences, Full Professor **S. A. Syrbu** (deputy chairman of the organizing committee)
Corresponding Member of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences,
Advanced Doctor in Engineering Sciences, Full Professor **V. E. Rumyantseva**
Advanced Doctor in Engineering Sciences, Full Professor,
Advisor of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences **M. V. Akulova**,
Advanced Doctor in Engineering Sciences, Full Professor **S. V. Natareev**,
Advanced Doctor in Chemical Sciences, Docent **E. P. Grishina**
Advanced Doctor in Engineering Sciences, Docent **A. A. Krasnov**,
Ph.D. of Physics and Mathematics Sciences, Docent **T. V. Pashkova**,
Ph.D. of Engineering Sciences, Docent **A. A. Ovchinnikov**,
Ph.D. of Engineering Sciences, Docent **D. G. Snegirev**, Ph.D. of Engineering Sciences, Docent **K. V. Semenova**,
Ph.D. of Chemical Sciences, Docent **A. N. Petrov**, Ph.D. of Chemical Sciences **Zh. F. Gesse**,
Ph.D. of Engineering Sciences, Docent **E. A. Chvarev**, Ph.D. of Engineering Sciences, Docent **M. G. Esina**
I. A. Chodova

© Ивановская пожарно-спасательная академия
ГПС МЧС России, 2024

РАЗДЕЛ 1
СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ,
ПРОМЫШЛЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

SECTION 1
ADVANCED MATERIALS TO ENSURE FIRE,
INDUSTRIAL AND ENVIRONMENTAL SAFETY

УДК 614.844

С. Г. Аксенов, Р. М. Яппаров, Е. В. Попович

Уфимский университет науки и технологий

**НЕКОТОРЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ
ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ ВНУТРЕННИХ
ПРОТИВОПОЖАРНЫХ ВОДОПРОВОДОВ**

В статье рассмотрены существующие системы внутренних противопожарных водопроводов. Проанализированы их конструктивные особенности, технические характеристики и принципы действия. На основе полученных результатов предложены новые конструктивные решения, направленные на совершенствование технологии функционирования внутреннего противопожарного водопровода, а также обосновано использование новых материалов для обеспечения надёжности противопожарных систем.

Ключевые слова: пожарная безопасность; внутренний противопожарный водопровод; классификация; виды; конструктивные решения; недостатки; повышение эффективности; надёжность.

S. G. Aksenov, R. M. Yapparov, E. V. Popovich

**SOME DESIGN SOLUTIONS TO INCREASE THE RELIABILITY
OF INTERNAL FIRE PIPES**

The article discusses existing systems of internal fire-fighting water supply systems. Their design features, technical characteristics and operating principles are analyzed. Based on the results obtained, new design solutions were proposed aimed at improving the technology of functioning of the internal fire-fighting water supply system, and the use of new materials to ensure the reliability of fire-fighting systems was justified.

Keywords: fire safety; internal fire water supply; classification; kinds; constructive decisions; flaws; increasing efficiency; reliability.

Внутренний противопожарный водопровод (ВПВ) представляет собой сложную систему, состоящую из труб, клапанов и насосов, предназначенных для тушения и ликвидации малых очагов возгорания в зданиях, сооружениях, складских помещениях или на производственных предприятиях [1]. Эта система является ключевым элементом в борьбе с пожарами и может быть использована для быстрого подавления возгорания до прибытия профессиональных пожарных бригад, что значительно сводит к минимуму ущерб и потери.

Поскольку наличие ВПВ обусловлено необходимостью обеспечения охраняемых строительных объектов эффективными средствами тушения пожаров на начальных этапах развития, в первую очередь необходимо обучить дежурный персонал данной организации ликвидации очагов воспламенения с использованием этих средств. Это позволит с минимальными усилиями предотвратить распространение огня до прибытия сотрудников пожарного отряда. Внутреннее противопожарное водоснабжение обычно используется на объектах чаще, чем другие средства пожаротушения, так как оно доказало свою эффективность на практике. Именно на начальной стадии тушения развивающегося пожара необходимо максимально использовать возможности существующих схем пожаротушения.

Общепринято делить ВПВ на специальный и многофункциональный [2]. При этом специальный — рекомендуют применять для пожаротушения в высотных многоквартирных домах, а также взрывоопасных производственных объектов и складских комплексов, так как он реализует функции только внутреннего противопожарного водопровода. Такой тип ВПВ конструктивно состоит из стальных труб, т.к. в этом случае применение неметаллических труб запрещено нормативными актами и обусловлено необходимостью недопустимости деформации труб в процессе их эксплуатации.

Многофункциональный ВПВ называется так потому, что он обычно совмещен с питьевым или промышленным водоснабжением, а также дополнительно оснащен автоматическими системами пожаротушения [3]. Обычно его устанавливают в многоквартирных домах, организациях или предприятиях.

Функционально комплексная система внутреннего пожаротушения делится на два вида:

1. ВПВ может быть подключен к общему водопроводу, что обеспечивает его использование для бытовых нужд и существенно экономит средства. В этом случае вода может быть использована как для тушения пожаров, так и для повседневных нужд, например, для питья или приготовления пищи.

Разводка труб ВПВ может быть проведена по всему зданию, обеспечивая доступ к воде в любой точке. Это особенно полезно в больших зданиях, таких как офисные центры или производственные помещения, где пожары могут возникнуть в любом месте. ВПВ также может состоять из отдельных участков,

где вероятность возникновения пожара наиболее высока. Это позволяет быстро и эффективно тушить пожары, не затрагивая другие помещения [4].

2. Отдельная система ВПВ не соединена с общим водопроводом и предназначена только для тушения пожаров. Такая система устанавливается на высоте здания, что обеспечивает быстрый доступ к воде при возникновении пожара. Вода в такой системе используется только для тушения пожаров и не может быть использована для бытовых нужд.

ВПВ отличаются друг от друга не только схемами, но и способами разводки внутри здания. Так, ВПВ подразделяют:

1. Тупиковая (концевая) схема — система, в которой подающая и обратная труба выходят из одной контрольной точки. Применяется преимущественно для таких зданий, где площадь позволяет устанавливать не больше двенадцати пожарных кранов.

2. Универсальная (кольцевая) схема — система, в которой огнетушащее вещество подается со всех сторон, поэтому даже если один из участков перестанет работать, остальные останутся в строю. Так же ее удобно ремонтировать, так как есть возможность отделить поврежденное место от общей системы. Такая система практична и хорошо подходит для всех видов объектов, ведь площадь здания в данном случае не существенна.

3. Комбинированная система водоснабжения — система, в которой связаны между собой тупиковая и кольцевая система, в зависимости от подачи воды из источника водоснабжения.

Схемы перечисленных систем водоснабжения представлены на рис. 1.



Рис. 1. Схемы систем водоснабжения

Как показывает практика, несмотря на то, что данные системы повышают уровень пожарной безопасности на охраняемых объектах, такие ВПВ имеют ряд проблем, которые могут негативно сказаться на их работе (рис. 2).

Мы предлагаем ряд конструктивных решений для повышения надёжности и увеличения продолжительности эксплуатации, в целом эффективности работы ВПВ:

1. Для поддержания необходимого давления предлагаем внедрить в гидравлическую систему пожаротушения пневмогидравлический аккумулятор, а для предотвращения гидравлического удара установить обратный клапан.

2. Установить дополнительные фильтры грубой механической очистки возле любых резервуаров с водой. Фильтры помогают очистить воду от различных примесей, песка, ржавчины и т. д., это также способствует лишению воды коррозионных свойств.

3. Использовать высококачественные материалы для обеспечения надёжности противопожарных систем, только те материалы, которые соответствуют требованиям пожарной безопасности. Например, использовать только трубы из нержавеющей стали, медные трубы или что-то подобное.

4. На трубы, сделанные из черных металлов или чугуна наносить на их внутренние поверхности слой металла, который не поддаётся коррозии (например, цинк или алюминий), или красить их, и тем самым исключать образование коррозионных наростов и отложений.

5. Применять внешнюю изоляцию, например, так называемую полиэтиленовую антикоррозионную изоляцию. В этом случае, благодаря многослойному покрытию, трубы не подвергаются воздействию блуждающих токов, а значит, повышается их устойчивость к износу и уменьшается водопоглощение.



Рис. 2. Недостатки ВПП, влияющие на эффективность его работы

Несомненно, для достижения эффективного функционирования ВПВ необходимо регулярно проводить техническое обслуживание оборудования и устройств, входящих в их состав, также необходимо уделять повышенное внимание обучению и воспитанию обслуживающего персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Внутренний противопожарный водопровод: устройство, нормы, обслуживание [Электронный ресурс]. URL: <https://fireman.club/statyipolzovatelyu/vnutrenniy-protivopozharniy-vodoprovod/>. Дата обращения: 20.02.2024.
2. Внутренний противопожарный водопровод [Электронный ресурс]. URL: <https://xn--b1ae4ad.xn--p1ai/enc/vnutrenniy-protivopozharniy-vodoprovod/>. Дата обращения: 20.02.2024.
3. Мулюков, И. И. К вопросу о противопожарном водоснабжении / И. И. Мулюков, Р. М. Яппаров // Научный аспект. – 2023. – Т. 10, № 1. – С. 1194-1199. – EDN GIOQHO.
4. Аксенов, С. Г. Оценка уровня пожарной безопасности в помещениях медицинского назначения / С. Г. Аксенов, Р. М. Яппаров, Д. Д. Давлетбаева // Экономика строительства. – 2022. – № 11. – С. 90-94. – EDN YEBKAQ.

УДК 614.843

В. Г. Букина, И. В. Багажков

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ШЛЕМОВ И КАСОК ПОЖАРНОГО

Рассмотрены особенности производства пожарной каски, подбор и выбор материала, форма головного убора. Проанализирована тенденция в выборе полимерного материала для их производства.

Ключевые слова: пожарная каска, история создания, материал, поликарбонат, пожарный, пластик, дюропласт, армированное волокно, синтез.

V. G. Bukina, I. V. Bagazhkov

FEATURES OF THE PRODUCTION OF FIREMAN'S HELMETS AND HELMETS

The features of the production of a fire helmet, the selection and selection of materials, the shape of the headdress are considered. The trend in the choice of polymer material for their production is analyzed.

Keywords: fire helmet, history of creation, material, polycarbonate, fireman, plastic, duroplast, reinforced fiber, synthesis.

Пожарная каска широко применима как индивидуальное средство защиты головы, шеи и лица пожарного при проведении работ по тушению пожара и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС). Она относится к элементам защиты пожарного и используется при проведении боевых действий при ликвидации пожаров [1, 2].

История создания этого головного убора начинается с 1750-х годов. Первые каски изготавливали во Франции из полотен и кожи с широкими латунными козырьками.

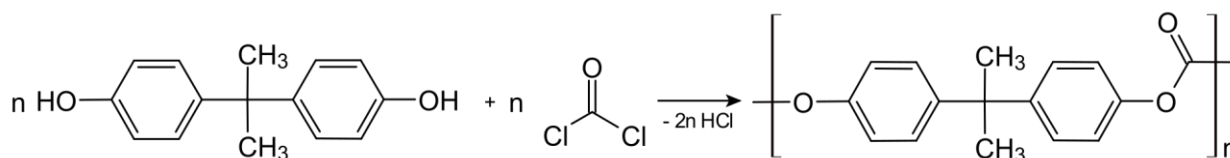


Рисунок. Образцы металлических пожарных касок

Начиная с 1820 года пожарные каски французского образца стали применять в Европе. Эволюция пожарных касок продолжалась и в начале XX века появились медные и бронзовые каски с гребнем различной формы (рисунок). Помимо декоративной формы, гребень выполнял функциональное предназначение – спасал от удара падающего предмета, отводя силу удара скольжением. Изготавливали и поставляли пожарные каски специализированные мастерские и пожарные депо. Материал был различен: воловья кожа, покрытая лаком, железо, алюминий.

В России, эра советских пожарных касок из железа закончилась в 1973 году. Широкое применение получили полимеры. Первый пластиковый шлем был изготовлен из поликарбоната, материала, представляющий собой сложный полиэфир угольной кислоты и двухатомного спирта.

Химическая реакция фосгенирования бисфенола А в растворе хлоралканов (обычно хлористого метилена CH_2Cl_2) при комнатной температуре, дает возможность получения поликарбоната реакцией либо поликонденсацией в растворе, либо межфазной поликонденсацией:



Материал характеризуется высокой прочностью и ударной вязкостью (250–500 кДж/м. Для снижения хрупкости при ударе и улучшения механических свойств применяли армирование изделий стекловолокном. Большим плюсом поликарбоната является возможность получение из него прозрачных материалов.

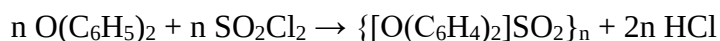
Однако научно-технический прогресс не стоит на месте и использование новых полимеров, обладающих лучшими свойствами при производстве пожарных касок, скоро появился взамен полистиролу. ABS-пластик в виде ударопрочной технической термопластической смолы на основе сополимера акрилонитрила с бутадиеном и стиролом продемонстрировал повышенную прочность к ударной нагрузке и стойкость к температурному воздействию. Химическая формула полимера представлена в виде $(C_8H_8)_x \cdot (C_4H_6)_y \cdot (C_3H_3N)_z$. Так, при производстве корпусов касок и шлемов пожарных используется ABS-пластик исключительно иностранного производства. Производителям из Тайваня, Кореи и Японии принадлежит около 74 % мирового производства ABS-пластика, в России полимерную продукцию производит Татарстан ПАО «Нижекамскнефтехим» и Тульская область ОАО «Пластик».

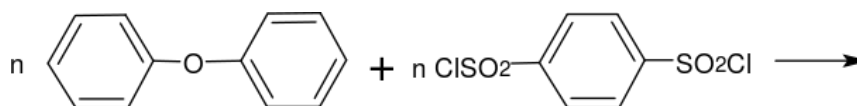
Во многих отечественных моделях касок пожарного продолжают использовать поликарбонат и стеклопластик. Улучшением его защитных свойств является армирование изделия лавсановым волокном, - получаем повышенную стойкость к механическим ударам.

Помимо этого, на современном рынке присутствуют шлемы пожарных, изготовленные из дюропласта, усиленного арамидными волокнами. Дюропласт – это современный вид пластика, который меньше подвержен механическим нагрузкам, чем все остальные разновидности. Внешне очень напоминает керамику. Химическую основу материала можно определить как синтетическое вещество на основе макромолекул, который получают методом поликонденсации из различных исходных компонентов. В качестве исходного сырья, можно назвать фенол и формальдегид. Названные элементы проходят определенную обработку, где их объединяют под воздействием высокой температуры давления.

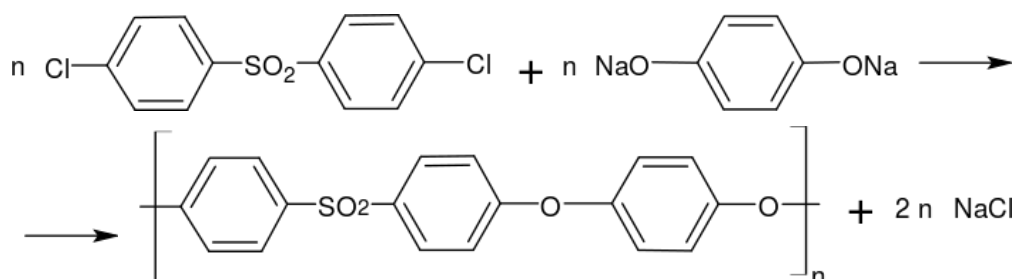
Материалом для изготовления забрала в таких моделях может служить полисульфон, обладающий высокой термической стойкостью и прочностью. Полисульфон состоит из парасвязанных ароматических соединений, сульфонильных групп и эфирных групп, а также частично алкильных групп.

Первоначальный синтез полисульфона включал электрофильное ароматическое замещение диарилового эфира бис (сульфонилхлоридом) бензола. В реакциях обычно используется катализатор Фриделя-Крафтса, такой как хлорид железа или пентахлорид сурьмы:





В настоящее время полисульфон получают реакцией поликонденсации дифеноксида и бис(4-хлорфенил)сульфона. Сульфоновая группа активирует хлоридные группы в направлении замещения. Необходимый дифеноксид получают из дифенола и гидроксида натрия [4]. Когенерированная вода удаляется азеотропной дистилляцией с использованием толуола или хлорбензола). Полимеризацию проводят при температуре 130–160°C в инертных условиях в полярном апротонном растворителе, например диметилсульфоксиде, с образованием сложного полиэфира одновременно с удалением хлорида натрия:



Полисульфоны относятся к числу высокоэффективных пластмасс. Они могут быть обработаны методом литья под давлением, экструзии или горячего формования.

Подводя итог, можно констатировать, что даже такое относительно несложное изделие, как шлем пожарного, на сегодняшний момент сильно отличается от первоначального образца не только своей формой и материалом, но и расширенным функционалом: применение переговорных устройств, модулями освещения, приборами фото и видео фиксации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багажков И.В. Организация и ведение аварийно-спасательных работ подразделениями ФПС МЧС России при пожарах и чрезвычайных ситуациях. Часть 1: учебное пособие/ И.В. Багажков, А.С. Давиденко и др. - Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2017. - 100 с.
2. Багажков И.В. Организация и ведение аварийно-спасательных работ подразделениями ФПС МЧС России при пожарах и чрезвычайных ситуациях. Часть 2: учебное пособие/ И.В. Багажков, А.С. Давиденко и др. - Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2017. - 152 с.
3. Багажков И.В. Тактика аварийно-спасательных работ: учебное пособие / О.Н. Белорожев, А.Н. Мальцев, С.Н. Никишов. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020. – 112 с.

4. Зенитова Л.А. Полисульфон как функциональный полимерный материал и его производство / Л.А. Зенитова, Е. М. Штейнберг // Международный научно-исследовательский журнал.- 2012. - №6 (6).

УДК 614.84/ 621.315

П. А. Васин, А. А. Назаров, А. И. Рябиков

ФГБУ ВНИИПО МЧС России

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ КОНТАКТОВ И КОНТАКТНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

В работе рассмотрен такой вид пожароопасной аварийной ситуации в работе электроустановок, как перегрев контактов и контактных соединений, проанализированы основные существующие методы профилактики пожаров, возникших по причине данной неисправности, рассмотрены достоинства и недостатки каждого из методов.

Ключевые слова: контакты; контактные соединения; тепловой контроль; термоиндикаторы; тепловизоры.

P. A. Vasin, A. A. Nazarov, A. I. Ryabikov

ANALYSIS OF TECHNICAL MEANS OF THERMAL CONTROL OF CONTACTS AND CONTACT CONNECTIONS OF ELECTRICAL EQUIPMENT

The paper considers such type of fire hazardous emergency situation in the work of electrical installations as overheating of contacts and contact connections, analyzes the main existing methods of prevention of fires caused by this fault, considers the advantages and disadvantages of each method.

Keywords: contacts; contact connections; thermal control; thermal indicators; thermal imagers.

Одной из распространенных причин пожаров от электроустановок является перегрев контактов и контактных соединений.

В соответствии с этим одним из актуальных вопросов обеспечения безопасной эксплуатации электроустановок является контроль теплового состояния их контактов и контактных соединений. Тепловое состояние контактов и контактных соединений определяется величиной их переходного сопротивления и величиной силы тока, протекающего через контакты.

Переходные сопротивления способны в значительной мере меняться по ряду причин: ослабления контакта, окисления и коррозии металла в месте соединения и т.д. При возникновении больших переходных сопротивлений в месте примыкания, контакты начинают нагреваться.

Продолжительный нагрев в результате ухудшения контакта или перегрузки может привести к воспламенению изоляции кабелей или иных легкогорючих материалов, находящихся в непосредственной близости к контактам или контактными соединениям. Поэтому во избежание возникновения такого рода пожароопасных режимов, следует своевременно выявлять наличие чрезмерного нагрева контактов (контактных соединений) выше допустимых температур, путём периодической проверки их состояния. Предельные значения температур нагрева контактов и контактных соединений приведены, например, в РД 34.45-51.300-97 [1] и стандартах на конкретные электротехнические изделия.

Для профилактики подобных типов аварийных ситуаций используется тепловой контроль состояния контактов и контактных соединений.

На практике применяют три метода теплового контроля контактов и контактных соединений электрооборудования: тепловизионный, термоиндикаторный, а также метод контроля с использованием газоаналитической системы.

Газоаналитические системы (ГАС), предназначены для раннего автоматического выявления в электроустановках дефектов, развитие которых может приводить к возгораниям и пожарам.

В качестве устройств обнаружения превышения температуры выступают термоактивируемые газовыделяющие наклейки, из которых при нагреве выше установленной температуры выделяется сигнальный газ, улавливаемый специализированным газовым датчиком. В свою очередь, датчик передает информацию на пульт централизованного наблюдения, в котором происходит приём тревожных извещений об обнаружении перегревов.

Достоинством ГАС является непрерывность контроля. Использование ГАС позволяет не пропускать момент аварии, так как она работает автоматически и в случае перегрева на пульт поступает сигнал тревоги. Установка такой системы наиболее целесообразна в отдельных электрических щитах (вводно-распределительное устройство, главное распределительное устройство и т.п.) [2].

Еще одним методом теплового контроля является тепловизионная диагностика, требования, к проведению которой, приведены в [1],

Принцип работы тепловизора можно сравнить с видеокамерой, он также охватывает всю панораму объекта, выводит на свой экран и фиксирует в памяти весь спектр его температур, преобразовывая их в термограмму (картинку температур), где каждый оттенок цвета соответствует определенной температуре [2].

Нагрев контактных соединений зависит не только от состояния контактов, но и от значения протекающего тока, а также от температуры окружающей среды. Именно поэтому методология тепловизионного контроля, предусматривает не только прямое выявление контактов (контактных соединений), имеющих температуру выше предельно установленных значений, а также с помощью пересчёта тех, которые на момент обследования имеют температуру ниже максимально установленной, но при увеличении тока нагрузки могут достигать предельно допустимых значений.

Неоспоримыми преимуществами тепловизионного обследования являются: объективность и точность получаемых результатов, безопасность (бесконтактный метод), возможность работы без отключения электрооборудования от сети. Такая диагностика является высокопроизводительной, позволяет выявлять неисправность практически мгновенно, предварительно определять степень неисправности, а также проводить диагностику не только открытых частей электрооборудования (контактов), но и состояние розеток, выключателей или электрических проводов, которые закрыты корпусами. Также периодические обследования позволяют проследить динамику теплового состояния контактных соединений. При этом существуют и отдельные ограничения, например, для более точных измерений в соответствии с РД 153-34.0-20.363-99 «Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ» [3], необходима нагрузка на электрооборудование не менее 70 %, и не менее 1 часа работы.

Несмотря на эффективность применения тепловизоров для проведения диагностического контроля состояния контактов и контактных соединений, данный метод является довольно трудоёмким, требует специального оборудования и подготовленного персонала. Оценка состояния контакта (контактного соединения) производится по результатам оценки температуры, полученным непосредственно на момент измерения. В то же время в соответствии с [1], тепловизионный контроль производится от одного раза в год, до одного раза в три года, в зависимости от напряжения проверяемой электроустановки. При этом время от момента образования дефектов контактов и контактных соединений до перехода их в аварийный режим может быть меньше, чем установленный срок периодичности тепловизионного контроля по [1].

Альтернативой тепловизионной диагностике выступает контроль состояния контактов (контактных соединений) с использованием термоиндикаторов.

Термоиндикаторы предназначены для визуального контроля контактов и контактных соединений на перегрев.

Термоиндикатор представляет собой специальную наклейку или краску, изготовленную из композитного материала, термочувствительные элементы которой изменяют окраску при достижении заданной температуры.

Различают два типа индикаторов: обратимые – меняющие цвет в нагретом состоянии, и возвращающие исходный цвет при охлаждении и необратимые –

меняющие цвет при нагревании до определенной температуры и сохраняющие его после охлаждения.

Для оценки контактов и контактных соединений применяются только необратимые индикаторы, для того чтобы контролировать тот факт, что перегрев происходил, даже, если на момент наблюдения температура не выходит за предельный диапазон [1].

Как правило, индикаторные термонаклейки устанавливаются на электропроводку в местах контактного соединения, но также могут быть применены на отдельных частях электрооборудования, потенциально склонных к перегреву.

В настоящее время в электроэнергетике, в системе действующей нормативно-технической документации отсутствуют какие-либо рекомендации по оценке состояния контактов и контактных соединений. Компании, применяющие термоиндикаторный контроль, руководствуются локальными нормативными актами организаций, основными из которых являются: СТО ПАО «Россети» 34.01-12-002-2022, СТО АО «ОЭК» 76561356-29-004-2022, СТО ИНТИ М.130.1-2023, СТО ПАО «РусГидро» 02.02.146-2023 [4].

Преимуществами данного метода диагностики являются: непрерывный контроль температуры без применения специальных средств измерений, при этом позволяющий реализовывать методологию оценки контактов и контактных соединений по [1]; возможность установки термоиндикаторов в труднодоступных местах; возможность проведения визуального осмотра оперативным или оперативно-ремонтным персоналом при штатном осмотре оборудования; возможность выявления дефектов контактов (контактных соединений) путём визуальной оценки срабатывания индикатора [5].

Выводы

1. Для повышения пожарной безопасности электрооборудования рекомендуется осуществлять мониторинг состояния контактов и контактных соединений с использованием методов теплового контроля.
2. Существует ряд современных технических средств, направленных на профилактику пожаров от перегрева контактов или контактных соединений: тепловизоры, термоиндикаторные наклейки, газоаналитические системы.
3. За последние 3 года был разработан ряд локальных нормативных актов организаций, включающих в себя методические указания по контролю состояния контактов и контактных соединений электрооборудования с использованием тепловизоров и термоиндикаторных наклеек, что показывает эффективность данных методов контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД 34.45-51.300-97. Объём и нормы испытаний электрооборудования. М.: Издательство НЦ ЭНАС, 1998.
2. Рябиков А.И., Назаров А.А., Смелков Г.И., Пехотиков В.А., Боков Г.В., Грузинова О.И., Сибирко В.И. Методические рекомендации по организации

профилактики пожаров от электрооборудования в жилых и общественных зданиях с применением технических средств. - 1 изд. - М.: ВНИИПО, 2022 - 66 с., 2022. - 54 с.

3. РД 153-34.0-20.363-99. Основные положения методики инфракрасной диагностики электрооборудования и ВЛ. М.: РАО «ЕЭС России», 1999.

4. Львов М.Ю., Никитина С.Д., Львов Ю.Н., Лесив А.В. О стандартизации требований к термоиндикаторному контролю состояния контактов и контактных соединений при эксплуатации электроустановок. // Энергия единой сети. - 2023. - №1(68). - С. 66-74.

5. Львов М.Ю., Лесив А.В. Типовая инструкция по применению термоиндикаторных наклеек для контроля состояния контактов и контактных соединений электрооборудования и ЛЭП. М.: 2023. - 20 с.

УДК 614.84

И. С. Воробьев, А. И. Лежнёв

Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье рассмотрены подходы к обеспечению пожарной безопасности в строительстве, современные материалы, которые для этого применяются, обоснована актуальность данного исследования. Проанализированы полученные результаты в ходе исследования.

Ключевые слова: пожарная безопасность; современные материалы.

I. S. Vorobyov, A. I. Lezhnev

MODERN MATERIALS FOR FIRE SAFETY

The article discusses approaches to ensuring fire safety in construction, modern materials that are used for this, and substantiates the relevance of this research. The results obtained during the study were analyzed.

Keywords: fire safety; modern materials.

В современном мире обеспечение пожарной безопасности представляет собой разработку и реализацию мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на профилактику пожаров. Невозможно представить современную жизнь без строительства зданий, в том числе высотных, различных сооружений,

складских помещений, торговых и развлекательных центров. Достижения в области физики и химии позволяют развиваться строительной индустрии. Из года в год растет применение разносоставных материалов в строительстве, расширяется их ассортимент и производственная линейка. С ростом разнообразия строительных материалов меняются и требования, предъявляемые к обеспечению безопасности строительных материалов. При надлежащем обеспечении требований к пожарной безопасности при строительстве и последующей эксплуатации зданий и сооружений значительно уменьшается риск причинения ущерба при возгораниях и пожарах. Федеральным законом от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» № 123-ФЗ определены основные положения технического регулирования в области пожарной безопасности и устанавливает минимально необходимые требования пожарной безопасности к объектам защиты (продукции), в том числе к зданиям и сооружениям, производственным объектам, пожарно-технической продукции и продукции общего назначения. Современные строительные материалы стандартизированы ГОСТ, СНИП, иными документами [1]. В обеспечение требований технического регламента приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 июля 2020 г. № 1190 утвержден перечень стандартов, включающий стандарты на методы определения показателей пожарной опасности строительных материалов, в том числе ГОСТ Р 59137-2020 Национальный стандарт Российской Федерации. Все строительные материалы, производимые в России и реализуемые на внутреннем рынке, должны соответствовать требованиям нормативных и правовых актов, действующих на территории Российской Федерации. С учетом развития технологий производства строительных материалов вопросы пожарной опасности, токсичности и термостойкости являются достаточно актуальными на сегодняшний день [2, 3, 4].

Одним из самых востребованных материалов в строительной индустрии является бетон из-за его ценных свойств — высокой прочности и огнестойкости. С учетом того, что бетон состоит из нескольких веществ, каждый его отдельный компонент плавится при разных условиях. Но в целом, бетон является достаточно термостойким материалом, позволяющим испытывать высокие температурные нагрузки. В современной строительной индустрии широкое применение получил изолированный бетон. Чаще всего он используется в виде изолированных бетонных панелей. Такие панели имеют несколько слоев, внутри панели запечатывается полистирольная или полиуретановая изоляция. Большую популярность также снискал ячеистый бетон. За счет минимальной плотности ячеистый бетон обладает большой огнестойкостью. Благодаря этому качеству, бетон сохраняет свои характеристики под долговременным воздействием высокой температуры. К примеру, ячеистый бетон толщиной 150 мм обладает огнестойкостью 2,5 ч и соответствует требованиям норм для строительных материалов [5].

Достаточно инновационным строительным материалом с точки зрения пожарной безопасности является углебетон, который получается путем использования угольного шлака в качестве добавки к обычному бетону. Такое сочетание придает материалу ряд преимуществ, делая его более устойчивым, прочным и безопасным [6].

Широкое распространение в строительной отрасли получил газобетон. Это один из видов ячеистых бетонов (наряду с пенобетоном и газопенобетоном), представляющий собой искусственный камень с равномерно распределенными по всему объему сферическими порами диаметром 1–3 мм. Основными компонентами газобетона являются цемент, кварцевый песок и алюминиевая пудра, также возможно добавление гипса и извести. Сюда же могут входить и промышленные отходы, такие как, например, зола и шлаки. Газобетон является негорючим строительным материалом, так как состоит из минеральных компонентов [7].

Еще одним широко используемым современным строительным материалом является пеноблок, который производится из цементного раствора, песка и воды с добавлением пенообразователя. Этот материал обладает высокой пожароустойчивостью и в то же время устойчивостью к низким температурам [8].

Помимо современных строительных материалов, основу которых составляют минеральные вещества, являющиеся негорючими, в строительной отрасли также используются материалы с добавлением полимерных или органических веществ. Даже при небольшом добавлении таких веществ – не более 5–10 % от массы свойство строительных материалов меняется, увеличивается пожарная опасность, из негорючих они переходят в категорию трудносгораемых [9]. Например, разновидностью легкого бетона, который достаточно широко применяется в строительстве, является полистиролбетон. Это композиционный материал, в состав которого входит портландцемент, минеральный наполнитель (песок), пористый наполнитель, в качестве которого выступают гранулы вспененного полистирола (более известного как «пенопласт»), а также воздухововлекающие добавки. При этом, полистирол, входящий в состав полистиролбетона, облегчает конструкцию, но при этом является горючим материалом, что делает в целом строительный материал пожароопасным. Выдерживание при $t\ 100\text{--}110\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 2 часов приводит к полной деструкции пенополистирола с уменьшением в объеме в 3–5 раз с выделением большого количества токсинов [10,11].

Заслуживающим внимание строительным материалом является арболит или древобетон. Это легкий бетон на основе цементного вяжущего материала, органических заполнителей и химических добавок. Арболит относится к горючим материалам, при этом, по степени токсичности продуктов горения арболит является малоопасным материалом [12].

Помимо основных строительных материалов не меньшее внимание с точки зрения пожарной безопасности должно уделяться применению теплоизоляционных материалов. Одним из таких материалов является эковата, которая представляет собой целлюлозный утеплитель. Эковата создается из макулатуры, которая в исходном виде является легковоспламеняемым материалом. Пожарная опасность такого теплоизоляционного материала снижается путем добавления к целлюлозному наполнителю антипиренов - веществ, которые способствуют повышению огнестойкости. После пропитки эковаты антисептиком (например, буры) и антипиреном (тетраборат натрия) пожаробезопасность данного материала существенно возрастает [13].

Еще одним из современных теплоизоляционных материалов, используемых в строительстве, является базальтовая, или каменная вата. Она является разновидностью минеральной и представляет собой спрессованную плитку из переплетенных волокон, основой для которых выступают изверженные горные породы, преимущественно базальт. Базальтовая минеральная вата обладает устойчивостью к горению. Материал имеет высокие теплоизоляционные и звукоизоляционные характеристики, устойчив к деформациям при изменении атмосферных температур. Материалы данной группы не выделяют вредных веществ и не оказывают негативного воздействия на окружающую среду. Каменная вата – наиболее надежный материал с точки зрения пожарной безопасности. Волокна каменной ваты способны выдерживать температуру до 1000 °С, благодаря чему материал эффективно препятствует распространению пламени [14, 15].

Таким образом, современные строительные материалы с точки зрения пожарной безопасности предоставляют достаточно широкий выбор при проектировании и строительстве с учетом функционального назначения здания или помещения.

Применение современных материалов при строительстве с учетом требований пожарной безопасности позволяет гарантировать сохранность жизни и здоровья людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <https://sitmag.ru/article/13592-pojarnaya-bezopasnost-stroitelnyh-materialov>.
2. <https://gostassistant.ru/doc/f6de7104-e1a2-4d79-9614-f8495e2df3a2?utmreferrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F>.
3. <https://www.forumhouse.ru/journal/articles/2917-pozharoopasnoststrojmaterialov>.
4. <https://technosphere-ing.ru/files/EL-J-MT/000536статьяСеменова2319.pdf>.
5. <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-pozharnoy-opasnosti-i-toksichnostisovremennyh-stroitelnyh-materialov/viewer>.
6. <https://начкарка.рф/course/docs/lessons/строительные-материалы-и-их-пожарооп/>
7. <https://stroy-podskazka.ru/materialy/novye/>

8. <https://cyberleninka.ru/article/n/noveyshie-stroitelnye-materialy-i-ih-osobennosti/viewer>.
9. <https://cyberleninka.ru/article/n/noveyshie-stroitelnye-materialy-i-ih-osobennosti/viewer>.
10. <https://mirhat.ru/floor/fireproof-wall-materials/>
11. <https://penoblo.ru/stepen-goryuchesti-betona/>
12. <https://kraska.guru/smesi/cement-i-beton/uglebeton.html>
13. <http://арболит67.пф/faqs/dom-iz-arbolita-sootvetstvuet-standartampoz> ha mnoj-bezopasnosti/
14. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
15. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. N 69-ФЗ «О пожарной безопасности».

УДК 61

Я. Ю. Гончаров

Главное управление «Национальный центр управления в кризисных ситуациях»
МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ТУШЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ СПАСАТЕЛЬНЫМИ ВОИНСКИМИ ФОРМИРОВАНИЯМИ МЧС РОССИИ В УСЛОВИЯХ ВОЕННОГО КОНФЛИКТА

В статье рассмотрены особенности выполнения задач спасательными воинскими формированиями МЧС России по тушению природных пожаров в условиях военного конфликта.

Ключевые слова: организация тушения природных пожаров; защита личного состава; спасательные воинские формирования; военный конфликт; специализированная техника.

Ya. Y. Goncharov

FEATURES OF FIGHTING NATURAL FIRES BY RESCUE MILITARY FORMATIONS OF THE EMERCOM OF RUSSIA IN CONDITIONS OF MILITARY CONFLICT

The article examines the specifics of performing tasks by rescue military units of the Ministry of Emergency Situations of Russia to extinguish natural fires in conditions of a military conflict.

Keywords: organization of extinguishing natural fires; protection of personnel; rescue military units; military conflict; specialized equipment.

Природные пожары являются очень опасным для народного хозяйства и населения стихийным бедствием. Они могут привести к катастрофическим последствиям. Например, в 2010 году в результате лесных и торфяных пожаров в Московской области погибли 15 человек, получили тяжелый вред здоровью или вред средней тяжести 18 человек, лишились крова 247 человек. [1]

При тушении природных пожаров требуется оперативное вмешательство значительных, предварительно обученных сил и средств пожаротушения по мере изменения обстановки, что, в свою очередь, обуславливает широкое применение сил, в том числе и спасательных воинских формирований МЧС России (СВФ МЧС России), привлечение которых является в настоящее время жизненной необходимостью.

При организации тушения пожаров могут создаваться сводные подразделения, состав и оснащение которых зависит от стоящих задач.

Для проделывания опорных и заградительных полос из состава подразделений СВФ МЧС России, могут быть привлечены:

- инженерная машина разграждения (один ИМР способен за 10 часов работы устроить заградительную полосу шириной 20–30 м, длиной 800 м);
- бульдозер (1 бульдозер способен за 10 часов работы устроить заградительную полосу шириной 20–30 м, длиной 900 м. В смешанном лесу с преобладанием сосны диаметром 15–20 см);
- экскаватор (1 экскаватор способен за 10 часов работы выкопать траншею объемом 24 080 м³);
- пиротехнические расчеты, для устройства заградительных полос взрывным способом (группа из четырех взрывников за один час работы может проделать 200-300 м полосы, наиболее эффективно при электрическом способе взрывания).

Для тушения низовых пожаров захлестыванием кромки и забрасыванием рыхлым грунтом, может быть привлечен личный состав с шанцевым инструментом. Группа из 5 человек за 40 мин может погасить захлестыванием кромку пожара протяженностью до одного километра. При забрасывании кромки пожара рыхлым грунтом, один человек за один час может погасить 70 метров кромки пожара.

Для тушения пожара водой могут использоваться:

- автоцистерна пожарная АЦ-3-40 (КамАЗ-4326);
- автомобиль-цистерна АЦПТ-5,0 (ЗиЛ-130);
- машина поливомоечная ПМ-130 (ЗиЛ-130);
- авторазливочная станция АРС-14К (КамАЗ-43114).

Автомобиль-цистерна АЦПТ-5,0 на базе ЗиЛ-130 способен осуществить полив местности одной заправкой (5 000 л) до 54 м². ПМ-130 взвода материального обеспечения (имеет емкость для воды 3 800 л., способна осуществить полив одной заправкой до 60 м²).

Такие способы тушения природных пожаров пригодны, когда поражающие факторы – высокая температура, задымление, ограничение видимости, повышенная концентрация токсичных продуктов горения, пониженная концентрация кислорода.

При вооруженных конфликтах задача по тушению природных пожаров не отменяется и также является актуальной и важной. Тактика тушения природных пожаров подразделениями СВФ МЧС России в таких условиях должна отличаться. К защите личного состава от вышеупомянутых поражающих факторов добавляется поражение взрывной волной, осколками и обломками разлетающихся конструкций. Поэтому для эффективного выполнения задачи и сохранения жизни, здоровья сотрудников необходимо применять специализированную технику.

К примеру такой техники можно отнести противопожарный мобильный роботизированный самоходный лафетный ствол (СЛС-100) на базе танка Т-55 под названием «Сойка» (рисунок).



Рисунок. Роботизированный самоходный лафетный ствол (СЛС-100) «Сойка»

«Сойка» состоит из самоходного лафетного ствола и прицепной емкости с водой и пенным раствором. Обеспечивает возможность подачи воды по 100-метровой рукавной линии. Тактико-технические характеристики по подаче огнетушащих веществ: расход воды до 100 лит/сек (водяная насадка) и от 60 до 100 лит/сек (пенная насадка). Дальность сплошной водяной струи 100 метров, пенной до 70 метров. «Сойка» оборудована системой форсунок для создания водяной завесы вокруг машины для защиты от высоких температур при работе в непосредственной близости от пожара. К тому же толщина брони и так значительно снижает воздействие опасных факторов пожара на экипаж. Численность экипажа не большая — 2 человека. Скорость, которую может развить «Сойка» достигает 50 км/ч.

Как уже выше упоминалось броня на «Сойке» осталась. Помимо эффективного поглощения ионизирующего излучения она спасет экипаж от воздействия взрывной волны, осколков и обломков разлетающихся конструкций. Самоходный лафетный ствол способен выполнять задачи по тушению пожаров на радиоактивно зараженной местности, на складах взрывчатых веществ и материалов в условиях сильного задымления и загазованности атмосферы сильнодействующими ядовитыми веществами. Управление движением и работой ствола, а также передача телеметрической информации (видеонаблюдение, радиационная и химическая разведка) осуществляются дистанционно, по радиоканалу в радиусе до 2 км.

Применение подобной специализированной техники значительно расширит спектр возможностей подразделений СВФ МЧС России, повысит эффективность своего применения, а самое главное в разы повысит защищенность личного состава, что приведет к сохранению численности подразделений и, соответственно, способности дальнейших действий по предназначению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Симонов В.В., Василенко В.В., Заусаев А.А. «Опыт ликвидации чрезвычайных ситуаций, вызванных природными пожарами на территории Российской Федерации (лето 2010 г.)». Химки: АГЗ МЧС России, 2011. - 84 с.
2. Методика определения количества инженерной и специальной техники для выполнения работ по тушению пожаров. - М.: ВИУ, 2002. - 96 с.
3. Симонов В.В., Лещенко А.П. Спасательный центр МЧС России. Химки: АГЗ МЧС России, 2011. - 135 с.
4. Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы/ Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов; Под общ. ред. Ю.Л. Воробьева; МЧС России. - М.: ДЭКС-ПРЕСС, 2004. - 312 с.
5. Бобарико А.В., Осипов А.В., Осипова Н.В. Факторы, определяющие основные характеристики данных, необходимые органам управления спасательного центра МЧС России для выработки решений при ликвидации последствий чрезвычайной ситуации // Вестник НЦБЖД. 2017. № 1 (31). С. 92-95.

УДК 614

И. Н. Губайдуллин, С. Г. Аксенов, И. Н. Губайдуллина

Уфимский университет науки и технологий

К ВОПРОСУ О БЕЗОПАСНОСТИ НА МОРСКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

Морские платформы находятся на большом удалении от суши, что затрудняет оперативное вмешательство пожарных служб, поэтому собственные средства пожаротушения и самостоятельная система противопожарной защиты играют ключевую роль в обеспечении безопасности.

Ключевые слова: морские платформы; безопасность; аварийная ситуация; эвакуация.

I. N. Gubaidullin, S. G. Aksenov, I. N. Gubaidullina

ON THE ISSUE OF SAFETY AT MARINE INDUSTRIAL FACILITIES

Offshore platforms are located at a great distance from land, which makes it difficult for the fire services to intervene promptly, therefore, their own fire extinguishing equipment and an independent fire protection system play a key role in ensuring safety.

Keywords: offshore platforms; safety; emergency; evacuation.

Необходимость использования промышленных объектов морского базирования (платформ) для добычи углеводородов обусловлено снижением значительным снижением запасов углеводородных ресурсов на материковых месторождениях с одной стороны, и возрастающей потребностью экономики в этом сырье с другой стороны. При всем разнообразии конструкций, все морские платформы можно разделить на два вида: плавучие (передвижные) и стационарные. Задачей передвижных платформ в основном является разведка, бурение и добыча.

На стационарных платформах (МСП) помимо функций бурения и добычи, также может осуществляться переработка полученного сырья.

В особый вид можно выделить морские ледостойкие стационарные платформы (МЛСП), спроектированные для функционирования в условиях сложной ледовой обстановки на арктическом шельфе.

Высокая численность персонала на МСП увеличивает риск потерь при пожаре. Эвакуация большого количества людей в условиях огня и дыма может быть сложной задачей. При этом эвакуация с платформы, находящейся в открытом море, представляет серьезные трудности. Нахождение ближайшей суши может занять много времени, и в этот период необходимо обеспечивать безопасность персонала на самой платформе. Проектирование безопасных

путей и систем дымоудаления является важным моментом в обеспечении пожарной безопасности [1].

Эвакуация персонала в условиях аварии представляет опасность из-за наличия паники, огня, дыма и других факторов. В процессе эвакуации могут произойти травмы, потери и даже гибель работников.

Высокая взрывопожароопасность морских платформ обусловлена значительной плотностью расположенных на них различных технологических установок и агрегатов. Дополнительные сложности создает высокая численность обслуживающего персонала.

Современные МСП используют передовые технологии для повышения эффективности добычи и снижения воздействия на окружающую среду, например, автоматизацию, использование высокотехнологичного оборудования и меры по безопасности [2].

Безопасность является приоритетом при проектировании и эксплуатации МСП, для чего применяются современные системы контроля, аварийного реагирования и обучения персонала. Строительство и эксплуатация МСП учитывают экологические стандарты. Применяются технологии для снижения выбросов и минимизации воздействия на морскую среду. Постройка и эксплуатация МСП требует значительных инвестиций. Однако, благодаря использованию передовых технологий, эффективности и длительному сроку службы, они могут быть долгосрочно экономически выгодными.

Аварийные ситуации на взрывопожароопасных объектах, включая объекты нефтегазовой промышленности, обычно развиваются через несколько типовых фаз [3]:

1. Зарождение. Данная фаза характеризуется начальным возникновением потенциальной угрозы или сбоя в работе системы. На данном этапе проблема может быть еще не замечена или не распознана, но уже существует.

2. Инициирование. В этой фазе проблема становится более очевидной и может быть обнаружена персоналом или системами мониторинга. Иницирующие факторы могут включать в себя технические сбои, человеческий фактор, природные явления и другие аномалии. На данном этапе ошибки персонала могут иметь серьезные последствия, и предотвращение их допущения является ключевым аспектом обеспечения безопасности на промышленных объектах. Разработка и внедрение систем, которые предостерегают персонал о возможных проблемах и предоставляют поддержку принятия решений в реальном времени, помогут снизить вероятность ошибок.

3. Кульминационное развитие. Данный этап характеризуется нарастающим усилением проблемы, кульминацией событий и достижением максимального уровня кризиса. В этой фазе может происходить распространение последствий аварии за пределы первоначального участка или системы. Происходит распространение аварии на смежные технологические участки.

На этапе кульминации возникают ситуации, когда параметры превышают установленные нормы, что может стать предвестником потенциальной аварии. Процесс кульминации часто обладает цепным характером, где разрушительные действия иницирующего события усиливаются последующими эффектами, такими как вовлечение дополнительных энергонасыщенных или токсичных компонентов. Понимание цепной реакции событий после начала аварии является ключевым аспектом обеспечения безопасности, поскольку позволяет оценить уровень распространения аварии на смежные технологические участки, оценить сложность аварии и характер возможного воздействия на окружающую среду [4].

В течении первых минут после возникновения аварии на участке выбросов углеводородов могут возникнуть пожары или взрывы, что представляет серьезную угрозу для персонала. Высокая температура, интенсивные пламя и токсичные выбросы могут привести к травмам и гибели работников. Если огонь распространяется с одной части платформы на другую или происходит эскалация других опасных событий, что может привести к дополнительным потерям среди персонала [5, 6].

4. Затухание. На данном этапе ситуация может улучшиться благодаря предпринятым мерам по ликвидации причин аварии, эвакуации персонала, тушению пожаров и другим действиям по восстановлению контроля.

В процессе затухания аварии принимаются меры по ограничению распространения опасных воздействий, локализации утечек, и ограничению дополнительных повреждений. В этой фазе осуществляются действия по ликвидации последствий аварии, восстановлению нормального состояния и минимизации рисков. В данной фазе проводятся такие меры, как тушение пожаров, остановка утечек опасных веществ, эвакуация персонала, а также реабилитация и восстановление объекта [5, 7].

Жизнеобеспечение и противоаварийная устойчивость объектов обеспечивается за счет применения автоматизированных систем безопасности на основе электронных систем диспетчеризации и распределенных систем управления, а также анализа жизненного цикла безопасности объекта. На ранних стадиях проектирования должна быть определена концепция эвакуации и спасения персонала, которая включала обеспечение безопасного аварийного передвижения и учитывала численность персонала, расстояние до соседних объектов и побережья, условия окружающей среды, виды выполняемых работ, наличие водного или воздушного транспорта, а также размеров и типа объекта (платформы).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ишмеева, А. С. Экологическая безопасность как фактор устойчивого развития страны / А. С. Ишмеева, С. Г. Аксенов // Форум. – 2023. – № 3(29). – С. 95-98. – EDN NZTPIG.

2. Ишмеева, А. С. Технология поиска людей с использованием БПЛА в комплексе с тепловизионной техникой / А. С. Ишмеева, А. Р. Сырлыбаева // Гражданская оборона и природно-технические системы : сборник статей по материалам XIX Международной научно-практической конференции, Воронеж, 23 марта 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2023. – С. 65-68. – EDN FZCWWЕ.

3. Ишмеева, А. С. Актуальные проблемы в области пожарной безопасности промышленных объектов / А. С. Ишмеева, В. А. Елизарьева // Безопасный и комфортный город : материалы VI Международной научно-практической конференции, Орёл, 21–23 марта 2023 года. – Орёл: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2023. – С. 555-559. – EDN DZZNUQ.

4. Минасян, В. В. Повышение эффективности мероприятий по профилактике пожаров в лесном фонде / В. В. Минасян, А. С. Ишмеева // Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения, благоустройства и экологии : Сборник статей XXV Международной научно-практической конференции, Пенза, 30–31 марта 2023 года / Под научной редакцией В.А. Селезнева, И.А. Лушкина, А.А. Смирнова. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 248-252. – EDN ANKKLA.

5. Ишмеева, А. С. Платформы открытой разработки как фактор глобализации мировых рынков / А. С. Ишмеева, И. Н. Губайдуллина // Прикладные экономические исследования. – 2022. – № 1. – С. 24-27. – DOI 10.47576/2313-2086_2022_1_24. – EDN WGQQUI.

6. Губайдуллина, И. Н. Системный подход к организации и управлению поисково-спасательных служб МЧС России / И. Н. Губайдуллина, С. Г. Аксенов, А. Р. Юланова // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства : Сборник статей VI Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 ноября 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 73-77. – EDN KNOUTS.

7. Статистика ВНИИПО 2023 год. Пожары и пожарная безопасность. Статистика пожаров и их последствий. Информационно-аналитический сборник. [Электронный ресурс]. URL:<https://ptm01.ru/assets/images/biblioteka/Статистика/2022/ВНИИПО/sbornik-2022-pogary.pdf> дата обращения: 21.01.2024).

УДК 66.0

Э. Ю. Дашеев, Ж. Ф. Гессе, Д. Г. Снегирев, Т. В. Фролова
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ

Рассмотрены возможности применения составов на основе органических соединений для снижения пожарной опасности древесины. Отмечено, что данный вопрос требует дальнейшего теоретического изучения и экспериментального исследования.

Ключевые слова: древесина; древесные материалы; пожарная опасность.

E. Yu. Dasheev, Zh. F. Gesse, D. G. Snegirev, T. V. Frolova

QUESTION OF APPLICATION OF COMPOSITIONS BASED ON ORGANIC COMPOUNDS TO REDUCE THE FIRE DANGER OF WOOD

The possibilities of using compositions based on organic compounds to reduce the fire danger of wood are considered. It is noted that this question requires further theoretical study and experimental research.

Keywords: wood; wood materials; fire danger.

На протяжении многих лет древесина используется в качестве строительного материала растительного происхождения. На обоснованную возможность применения древесины, как конструкционного материала, при длительной эксплуатации указывают результаты работы [1]. Показано, что деревянные конструкции из хвойных (сосна) и лиственных (береза) пород древесины способны обладать достаточным запасом прочности на протяжении 80 лет эксплуатации и более. Некоторое снижение прочностных характеристик происходит, однако, это не сопровождается угрозой разрушения.

С одной стороны, древесина, обладает большим количеством преимуществ, отличается возобновляемостью, с другой стороны, древесина является горючим материалом и это, отчасти, ограничивает ее повсеместное использование в качестве строительного материала. Для нахождения выхода из сложившейся ситуации, согласно данным [2], два федеральных органа исполнительной власти (Минстрой России и МЧС России) объединили свои усилия в вопросах строительства с использованием древесины и древесных материалов, утвердив План мероприятий (дорожную карту) по развитию деревянного домостроения на период до 2024 г. Как следствие, возросла актуальность проведения плановых и инициативных научно-исследовательских работ по исследованию способов снижения пожарной опасности древесины и древесных материалов, изучению эксплуатационных свойств древесины и т.д. Так, научную электронную библиотеку eLIBRARY.RU стали пополнять ориентированные на дорожную карту публикации, например [3].

О результатах исследования проблем огнезащиты древесины в литературе было опубликовано немало работ, в том числе и сотрудниками академии [4–6]. Следует отметить, что перспективным направлением снижения пожарной опасности древесины является поверхностное модифицирование [7], заключающееся в химическом связывании компонентов древесины и веществ, входящих в состав средства для огнезащиты древесины. В настоящей работе с

использованием литературных данных рассмотрены возможности применения составов на основе органических соединений для снижения пожарной опасности древесины.

На правовом уровне способы модификации изложены в [8]. Общие вопросы химической модификации древесины рассмотрены в [9–10]. Подчеркнуто, что применение поверхностной модификации может быть направлено на изменение одних свойств древесины и, одновременно, сохранение или улучшение других. Вместе с тем, исследование влияния температуры модифицирования древесины на ее пожарную опасность не позволяет говорить об однозначной корреляции со степенью модифицирования [11].

В литературе [12] описан химический способ модификации древесины составами: комплексное огнезащитное и биоцидное средство на основе фосфоразотсодержащих водорастворимых соединений, комплексных биоцидов и специальных биопластификаторов (1), водный раствор неорганических солей фосфорных кислот и биологически активных веществ (2). Авторы отметили более высокий огнезащитный эффект при использовании состава 1, что связали с введением в многокомпонентную систему пентаэритрита и полифосфата аммония, поскольку в результате их физико-химических превращений при огневом воздействии образуется терморасширяющийся слой, замедляющий термоокислительное разложение обработанных образцов древесины.

В работе [13] в качестве средств для модификации древесины были выбраны водные 20 % растворы фосфорсодержащих соединений органической природы: трихлорэтилфосфат, трихлорпропилфосфат, диметилфосфит, диэтилфосфит, дибутилфосфит, дифенилфосфит, дипропилфосфит, гексахлорциклотрифосфазен. Установлено, что все изученные составы увеличивают огнезащищенность древесины. Наилучших результатов можно добиться при использовании 20 % водных растворов диметилфосфита и диэтилфосфита.

Предложена модификация древесины водными растворами фосфорборсодержащего олигомера концентрации 0÷100 % [14]. Способ модификации древесины основан на запатентованных данных [15]. Авторами определено, что использование водных растворов фосфорборсодержащего олигомера может приводить к увеличению кислородного индекса модифицированной древесины по сравнению с необработанной более, чем в 2,2 раза.

Авторы [16, 17] при модификации древесины использовали хлорсодержащее органическое соединение: триэтаноламиновую соль сульфированного совтола-10. Пропитку образцов древесины осуществляли в ваннах, содержащих 20÷50 % триэтаноламиновой соли сульфированного совтола-10 и 10÷40 % полисахарида, вводимого для сохранения огнезащитного эффекта из-за способности образовывать трудно растворимые в воде комплексные соединения. Показано, что использование составов на основе триэтаноламиновой соли сульфированного совтола-10 и полисахарида

приводит к снижению горючести древесины. При этом нахождение образцов модифицированной древесины в земле на протяжении 5–7 месяцев практически не оказывает влияния на величину кислородного индекса.

В работах [18, 19] была отмечена целесообразность использования кремнийсодержащих органических соединений для модификации древесины. В литературе [20] приведены результаты оценки термической устойчивости продуктов модифицирования коры березы кремнийорганическими соединениями.

Под руководством Покровской Е. Н. [21] была исследована возможность создания сэндвичевых покрытий на основе наномодифицированных огне- и биозащитных составов с фосфорсодержащими соединениями и нанодисперсным кремнеземом. В качестве фосфорорганического модификатора использовалась нитрилотриметилфосфоновая кислота, в качестве фосфорсодержащего неорганического модификатора — моноаммонийфосфат. Для создания покрытия на поверхности некоторых опытных образцов использовался также полиакриламид (магнофлок). Установлено, что обработка древесины нанодисперсным золев кремнезема, магнофлоком и их смесью не приводит к повышению ее огнезащитности. Использование в качестве одного из компонентов покрытия фосфорсодержащих соединений, напротив, существенно увеличивает огнезащитные свойства древесины. Немаловажным оказался и порядок нанесения компонентов покрытия. Лучших результатов авторам [21] удалось достичь, когда фосфорсодержащий компонент составлял внутренний слой покрытия. В целом, по результатам испытаний лучшие результаты показало покрытие состава нитрилотриметилфосфоновая кислота, 40 % + (магнофлок + SiO_2 , 20 %).

Авторами [22] проведены исследования по разработке эффективного огнебиозащитного пропиточного состава для древесины на основе фосфор- и кремнийорганических соединений, обеспечивающих химическую модификацию ее поверхностного слоя. В качестве гидрофобизаторов были выбраны олигоорганосилоксаны, один из которых, полиэтилгидридсилоксан, является реакционноспособным и способен вступать в химическое взаимодействие с фосфористой кислотой и древесиной. В качестве фосфорсодержащего компонента использовалась фосфористая кислота. Обнаружено, что при смешении полиэтилгидридсилоксана с фосфористой кислотой, как в массе, так и в среде органических растворителей в широком интервале температуры, образуются высокомолекулярные вещества, которые не содержат свободных молекул мономеров. Концентрация кремнийорганических соединений в растворе гексана — 5 %. Из комплексных составов наилучшим огнезащитным эффектом обладает рецептура на основе фосфористой кислоты и полиэтилгидридсилоксана.

В работе [23] проводились испытания для образцов древесины, поверхностно модифицированной неорганическими и органическими эфирами кислот фосфора (диметилфосфит, диэтилфосфит, дипропилфосфит,

дибутилфосфит, дифенилфосфит, ПФА-1, ПФА-2, ПФА-201) и эфирами кремниевой кислоты (полифенилметилсилоксан и тетраэтоксисилан). Концентрация всех растворов в воде составляла 20 %. Кремнийорганические соединения использовались в виде 20 % растворов в ацетоне. На основании данных о потере массы образцов модифицированной древесины отмечено наличие огнезащитного действия фосфорсодержащих соединений в сравнении с кремнийсодержащими соединениями.

Нами в работе [24] в качестве объекта для исследования было выбрано такое кремнийорганическое соединение, как тетраэтиловый эфир ортокремниевой кислоты $(C_2H_5O)_4Si$. Предварительные исследования показали, что модификация древесины составами на основе тетраэтилового эфира ортокремниевой кислоты способна приводить к снижению пожарной опасности древесины. Такой вывод был сделан на основании сравнения значений кислородного индекса обработанной и необработанной древесины.

Изложенное выше, позволяет заключить, что использование органических соединений в составе средств для снижения пожарной опасности древесины и древесных материалов обосновано. Об этом свидетельствуют экспериментальные данные, полученные разными авторами. Однако, открытым остается вопрос об определении оптимальной концентрации органических соединений в средстве для огнезащиты древесины. С этой целью необходимо исследование влияния состава огнезащитного средства (в некотором интервале концентраций) на пожарную опасность древесины и древесных материалов. Кроме того, в случае использования тетраэтоксисилана необходимо учитывать реакции гидролиза и конденсации, протекающие в водно-спиртовых растворах. Химизм данных процессов описан в работах [25, 26]. В любом случае, вопрос о применении составов на основе органических соединений для снижения пожарной опасности древесины требует дальнейшего изучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курьянова Т.К., Платонов А.Д., Федоткин Н.М., Фокина, И.С. Исследование прочности древесины при длительной постоянной нагрузке // Лесотехнический журнал, 2012. Т. 2. С. 7-10.
2. Интернет-портал Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Режим доступа: <https://www.minstroyrf.gov.ru>.
3. Кузнецова И.Н., Громов С.А. Технология и свойства модифицированной древесины для малоэтажного строительства // Вестник Югорского государственного университета, 2023. Т. 19. № 1. С. 104-110.
4. Панев Н.М., Воронцова А.А., Животягина С.Н., Никифоров А.Л. Проблемы разработки огнезащитных составов для древесины и контроля их наличия // Современные проблемы гражданской защиты, 2017. № 2 (23). С. 7-11.
5. Панёв 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 (51). С. 92-96.

6. Гессе Ж.Ф., Петров А.В. Влияние концентрации жидкого стекла в огнезащитной пропитке на воспламеняемость древесины // Пожарная и аварийная безопасность. 2018. № 4 (11). С. 8-16.
7. Покровская Е.Н. Огнезащитные покрытия с участием нанодисперсного кремнезема // Экономика строительства, 2023. № 3. С. 118-125.
8. Государственный стандарт Союза ССР ГОСТ 24329-80 Древесина модифицированная. Способы модифицирования. Режим доступа: <https://www.garant.ru/>.
9. Галочкин А. И. Химическая модификация древесины: монография. Ханты-Мансийск: Полиграфист, 2008. 426 с.
10. Шамаев В.А., Никулина Н.С., Медведев И.Н. Модифицирование древесины: монография. М.: ФЛИНТА, 2013. 448 с.
11. Нигматуллина Д.М., Сивенков А.Б. Влияние условий модификации древесины на пожарную опасность и огнестойкость деревянных конструкций // Материалы Дней науки «Актуальные проблемы обеспечения безопасности в Российской Федерации» ч. 2, 23-27 мая 2016 г.: Екатеринбург, 2016. С. 48-50.
12. Корольченко О.Н., Константинова Н.И. Исследование пожарной опасности модифицированной древесины // Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы Международной XXXIV научно-практической конференции, посвященной 85-летию образования ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Балашиха, 23-24 августа 2022 г. Москва: Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2022. С. 425-430.
13. Покровская Е.Н. Огнезащита деревянных конструкций модификацией в тонком поверхностном слое // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2018. № 2. С. 86-90.
14. Горяйнов И.Ю., Шиповский И.Я., Бондаренко С.Н., Кейбал Н.А. Огнезащитная модификация древесины // Химическая промышленность сегодня. 2008. № 2. С. 54-56.
15. Патент РФ 2254341 С08В15/05. Способ получения модифицированных целлюлозных материалов // Шиповский И.Я., Бондаренко С.Н., Тужиков О.И., Горяйнов И.Ю. Опубл. 20.06.05.
16. Пономаренко А.А., Бычкова Е.В., Панова Л.Г. Модификация древесины с целью снижения ее горючести и длительной сохранности огнезащитного эффекта // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2006. Т. 4. № 1 (16). С. 35-38.
17. Бычкова Е.В., Панова Л.Г., Санукова А.А. Модификация древесины для снижения ее пожарной опасности // Химическая промышленность сегодня. 2013. № 9. С. 13-18.
18. Васильева О.О., Голубцова Т.П., Петрова Т.Б., Шадрин С.А., Никитин М.К. Модификация древесины кремнийорганическими соединениями // Кремнийорганические соединения и материалы на их основе. Сборник Москва. 1984. С. 241-243.
19. Патент РФ 2375399 С09D183/04, С09D183/06, С09D5/00. Композиция для биозащитного покрытия древесины // Катанаев А.И., Миргазитова Р.С. Опубл. 10.12.09.

20. Комарова Н.Г., Забродина И.В. Модифицирование промышленных отходов древесины сосны дихлордиметилсиланом // Ползуновский вестник, 2009. № 3. С. 304-307.
21. Покровская Е.Н., Полтаруха О.П. Огне- и биозащитные сэндвичевые покрытия для древесины с добавлением нанодисперсного золя кремнезема // Academia. Архитектура и строительство. 2023. № 4. С. 145-152.
22. Хабибуллаев А.Ж., Аташов А.Ш., Мухамедгалиев Б.А. Разработка полимерного огнебиозащитного состава для поверхностной модификации древесины // Пластические массы, 2018. Т. 5-6. С. 58-60.
23. Покровская Е.Н., Портнов Ф.А., Кобелев А.А., Корольченко Д.А. Дымообразующая способность и токсичность продуктов сгорания древесных материалов при поверхностном модифицировании элементоорганическими соединениями // Пожаровзрывобезопасность, 2013. Т. 22. № 10. С. 40-45.
24. Снегирев Д.Г., Шабунин С.А., Дашеев Э.Ю., Гришина Е.П., Лебедева Н.Ш. Исследование тетраэтоксисилана в качестве антипирена для древесины // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции, 23 ноября 2023 г. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. С. 837-842.
25. Лебедева Н.Ш., Таратанов Н.А., Баринаева Е.В., Потемкина О.В. Влияние добавок кремнезёмов различной гидрофобности на устойчивость пен для пожаротушения // Перспективные материалы, 2017. № 5. С. 45-55.
26. Бочкарева С.С. Синтез гибридных композитов золь-гель методом // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология, 2016. Т. 6. № 3. С. 81-93.

УДК 378

Н. И. Егорова, А. И. Трубилко, Л. В. Медведева

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
им. Героя Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева

СПОСОБ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЯВЛЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ НА ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИКЕ

В статье приведено описание способа визуализации явления поляризации в цикле лабораторно-практических занятий по волновой оптике. Способ визуализации явления поляризации обучающиеся осваивают персонализировано по авторскому алгоритму расчета [1].

Ключевые слова: явление поляризации; виртуальная лабораторная работа; персонафикация интерактивного обучения.

N. I. Egorova, A. I. Trubilko, L. V. Medvedeva

THE METHOD OF VISUALIZING THE POLARIZATION PHENOMENON ON LABORATORY AND PRACTICAL WORKING IN PHYSICS

The method of visualizing the polarization phenomenon on laboratory and practical working in optical physics is discussed. The author's algorithm for thus method is applied of the personification education of students.

Keyword: polarization phenomena; virtual laboratory and practical working; personification education.

Явление поляризации используется для разработки различных технических средств обеспечения безопасности человека и объектов техносферы.

Практически значимыми примерами указанных технических средств являются системы безопасности для обнаружения и анализа скрытых объектов, таких как химические, взрывчатые вещества, оружие [2]; поляризационные (антибликовые) очки для водителей; поляризационные фильтры для фото- и видеоаппаратуры; высотные поляризационные лидары; аппаратура для систем мониторинга состояния природных и технических систем и т.д.

Поляризационные очки позволяют снизить ослепляющий эффект отраженного от различных поверхностей света, что повышает четкость видимости дороги и обеспечивает безопасность дорожного движения.

Поляризационные фильтры ставятся на фото- и видеоаппаратуру для повышения качества съемки или поиска объекта, находящегося на водной поверхности, например, масляных и нефтяных пятен [3, 4]. В случае поиска теплого объекта (тонущего человека) на поверхности воды поляризация позволяет отделить солнечные блики от собственного излучения объекта.

Высотные поляризационные лидары используются для зондирования атмосферы, в том числе с целью обнаружения и контроля аэрозольных загрязнений, попадающих в атмосферу вследствие техногенных катастроф или крупных природных пожаров. [5, 6]

Поляризационные фильтры применяются в аппаратуре, предназначенной для систем мониторинга и обнаружения пожаров не только в природе, но и в дорожных и железнодорожных туннелях, на промышленных объектах в реальном времени [7].

Поляризаторы используются для радиолокации, оптоволоконной связи, а также при проведении научных исследований в астрономии, биологии, астрофизике, медицине, химии и физике.

С позиций вышеизложенного изучение явления поляризации в процессе подготовки современных инженеров в области обеспечения техносферной безопасности является актуальной образовательной задачей.

В целях визуализации и наглядной демонстрации явления поляризации электромагнитных волн для цикла лабораторно-практических занятий по волновой оптике разработана виртуальная лабораторная работа «Исследование отраженного света при слабом поглощении в зависимости от угла падения» [1].

На рис. 1 и 2 показана смоделированная в работе лабораторная установка. Свет от источника излучения попадает на поверхность кристалла, обладающего большим коэффициентом преломления.

В ходе работы обучающиеся могут самостоятельно:

- изменять угол, под которым свет от источника падает на поверхность кристалла;
- выбрать поляризацию падающего света естественную или линейную;
- поворачивать плоскость поляризации во втором случае.

В данной работе обучающимся демонстрируется, что отраженный луч будет полностью поляризован в плоскости, перпендикулярной плоскости падения луча, если падающий луч направлен под углом Брюстера на поверхность кристалла [8].

Если падающий луч линейно поляризован в плоскости падения, то отраженный луч исчезнет (рис. 2).

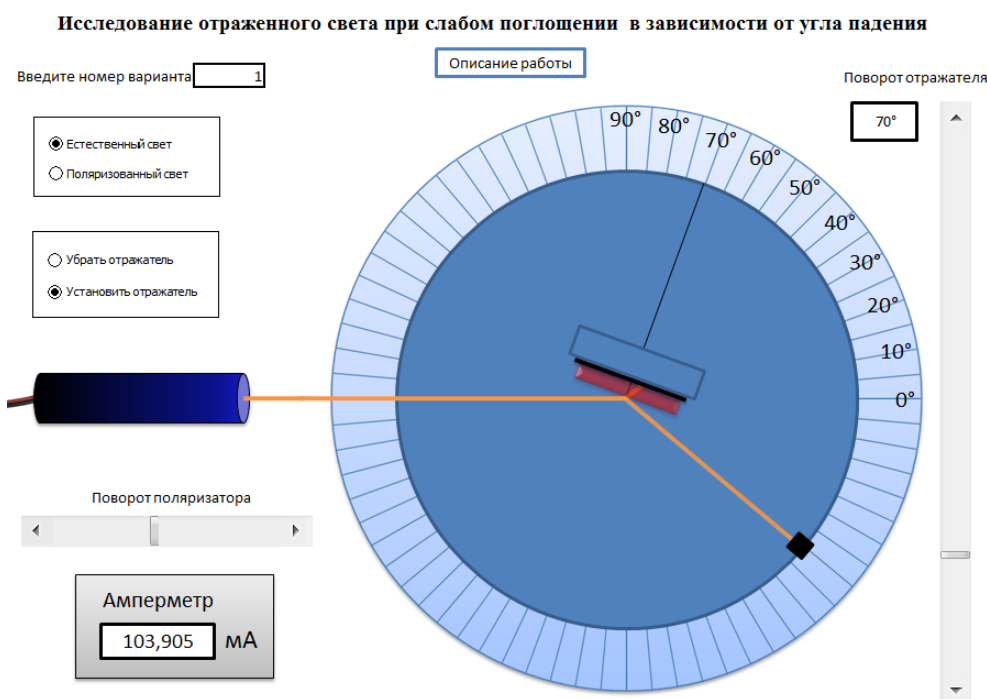


Рис. 1. Иллюстрация к лабораторной работе «Исследование отраженного света при слабом поглощении в зависимости от угла падения» при падении неполяризованного света

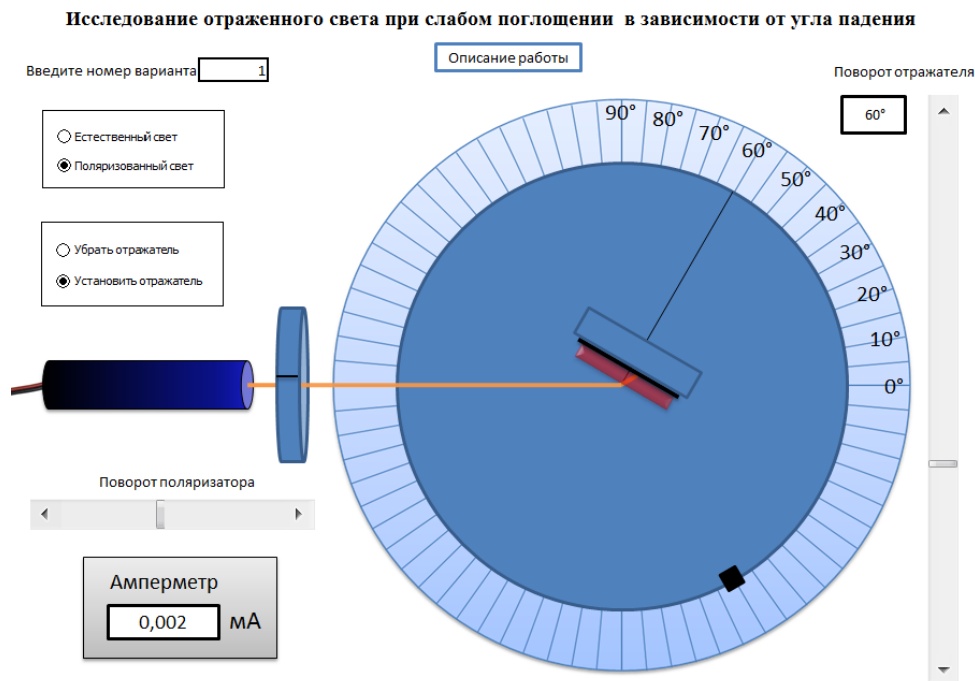


Рис. 2. Иллюстрация к лабораторной работе «Исследование отраженного света при слабом поглощении в зависимости от угла падения» при падении света, поляризованного в плоскости падения луча, под углом Брюстера

В ходе выполнения работы по показаниям амперметра снимают зависимость интенсивности отраженного сигнала от угла падения света на поверхность кристалла в случаях: а) неполяризованного света, б) поляризованного в плоскости падения, в) поляризованного перпендикулярно плоскости падения.

Для каждого угла падения света на поверхность кристалла обучающиеся находят отношение интенсивности отраженного света к интенсивности падающего света и коэффициент отражения, что позволяет им построить график зависимости коэффициента отражения от угла падения света. По графику определяют угол Брюстера и коэффициент преломления кристалла.

Вариативность работы обеспечивается подбором кристаллов с разными показателями преломления, определение типа кристалла является одной из задач работы.

Таким образом, данная работа позволяет наглядно продемонстрировать явление поляризации света, а также обеспечить индивидуализацию и персонификацию учебной деятельности обучающихся в процессе лабораторно-практических занятий по разделу «Волновая оптика».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егорова Н.И. Автоматизация изучения поляризации отраженного света при слабом поглощении в зависимости от угла падения. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023669516, 15.09.2023. Заявка № 2023668923 от 15.09.2023.

2. Дивин А.Г., Пономарев А.Г. Методы и средства измерений, испытаний и контроля. – Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. 104 с.
3. Синёва А.А., Иванов А.Ю. Поляризационная радиолокация и поляризационная обработка применительно к задачам обнаружения и идентификации пленочных загрязнений моря // Исследование Земли из космоса, 2016. № 1-2. С. 53-64.
4. Белоусов Ю.И., Постников Е.С. Инфракрасная фотоника. Часть I. Особенности формирования и распространения ИК излучения. Учеб.пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2019. – 82 с.
5. Брюханов И.Д. Оптические свойства облаков верхнего яруса естественного и антропогенного происхождения, содержащих ориентированные кристаллы льда, по данным поляризационного лазерного зондирования: дис. канд. физ.-мат. наук. – Томск, 2022. – 138 с.
6. Timofeev D.N., Konoshonkin A.V. Kustova N.V., Borovoi A.G., Kozodoev A.V. Calculation of backscattering matrix for ice particles of cirrus clouds for 1.55 and 2 micron lidars within the physical optics approximation // Proceedings of SPIE. 2020. V. 11531. CID: 11531OS.
7. Катковский Л.В., Воробьев С.Ю. Применение видеотехнологий для повышения пожарной безопасности объектов // Доклады БГУИР. 2011. № 1 (55). С. 12–18.
8. Трофимова Т.И. Курс Физики / 24-е изд., стер. - М.: Академия, 2020. 560 с.

УДК 614.847:677.017

И. А. Зелинская¹, М. В. Тюдешева¹, М. В. Суясова², И. В. Земсков³

¹ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

²ФГБУ Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

³ООО «НПО ОКСИПАН»

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ОГНЕЗАЩИТНЫХ ПОКРЫВАЛ ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ГОРЕНИЯ МОДЕЛЬНОГО ОЧАГА КЛАССА «В»

Представлены результаты экспериментальных исследований эксплуатационных характеристик огнезащитных покрывал, модифицированных углеродными наноструктурами, в условиях тушения модельного очага класса «В». Определены основные механизмы гашения пламени ЛВЖ в условиях изменения характеристик материалов в составе покрывал.

Ключевые слова: огнезащитные покрывала; астралены; декстрин; легковоспламеняющаяся жидкость.

I. A. Zelinskaya, M. V. Tyudesheva, M. V. Suyasova, I. V. Zemskov

MODIFICATION OF FIRE-PROOF BLANKETS TO ELIMINATE THE BURNING OF A MODEL BURNING CLASS “B”

The results of experimental studies of the performance characteristics of fire-retardant blankets modified with carbon nanostructures under extinguishing conditions of a model class “B” fire are presented. The main mechanisms for extinguishing the flame of flammable liquids under conditions of changes in the characteristics of materials in the composition of the bedspreads have been determined.

Keywords: fire-retardant blankets; astralens; dextrin; flammable liquid.

Огнезащитные покрывала нашли широкое применение на предприятиях с обращением нефтепродуктов и других пожароопасных жидкостей. Они выполняют роль первичных средств пожаротушения при локальных разливах ЛВЖ и ГЖ, возгорании оборудования и способны локализовать пожар на его начальной стадии.

Основными преимуществами покрывал являются их простота в использовании и относительно низкая цена. Однако при всех своих достоинствах они имеют существенные недостатки. К ним относятся ограниченная возможность повторного применения в условиях возникновения нескольких источников зажигания и достаточно большая масса. Таким образом, разработка материалов для огнезащитных покрывал с повышенными эксплуатационными характеристиками является актуальной задачей.

Для повышения эффективности различных систем противопожарной защиты на объектах с обращением ЛВЖ и ГЖ используются модификаторы, в том числе наноразмерные, которые применяются в пожаротушении, огнезащите, разработке различных противопожарных элементов боевой одежды пожарного и т. д. [1, 2].

До настоящего времени подробных исследований по определению влияния наноразмерных компонентов на эксплуатационные характеристики защитных покрывал не проводилось. На кафедре «Пожарная безопасность технологических процессов и производств» Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России была разработана лабораторная установка, в составе модельного очага пожара класса «В», систем контроля массовой скорости выгорания жидкости, температур в конвекционной зоне горения и в приповерхностном слое жидкости (рис. 1).

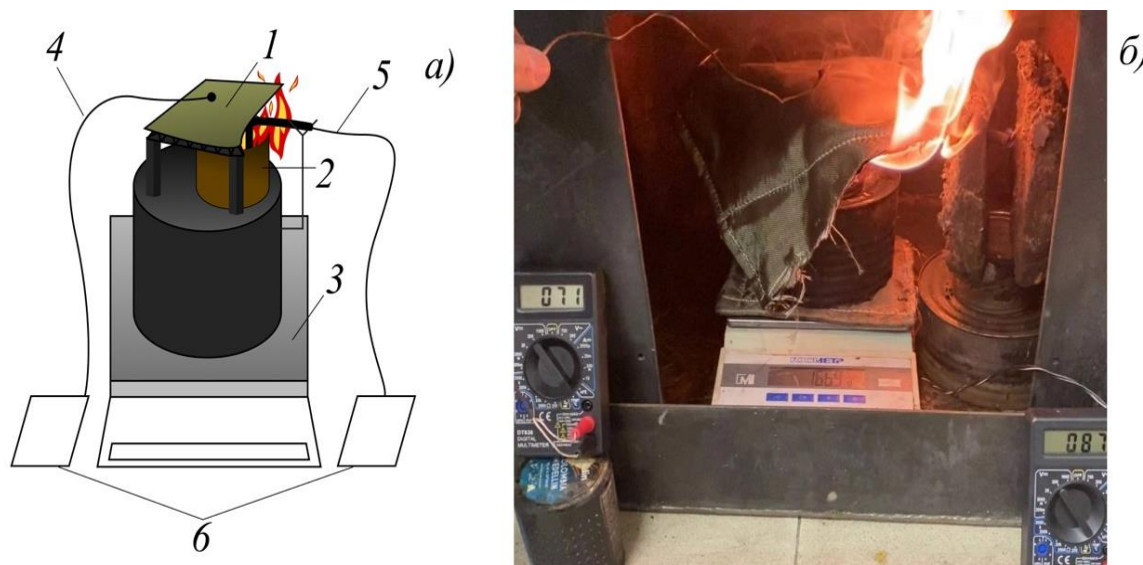


Рис. 1. Схема (а) и фотография (б) лабораторной установки:

- 1 — модифицированное огнезащитное покрывало;
2 — емкость с горючей жидкостью; 3 — весы; 4, 5 — термопары 1 и 2;
6 — регистраторы температуры

Особенность установки заключалась в том, что между очагом и огнезащитным покрывалом имелся зазор (около 5 мм) для исключения гашения пламени по причине полного блокирования поступления кислорода в зону горения.

В качестве объектов исследования использовались компоненты огнезащитных покрывал, которые разработаны ООО «НПО Оксипан» (г. Москва), которые были модифицированы углеродными наноструктурами — астраленами [4] и декстрином $\text{Fe}@C_{60}(\text{C}_6\text{H}_9\text{NO})_n$ [5].

На испытаниях использовались стандартные защитные покрывала двух образцов. В состав огнезащитных покрывал входили: высокотемпературный нетканый материал из штапелированного полиакрилонитрильного волокна (оксипан), кремнезём, стеклотканые и базальтовые материалы с силиконовой пропиткой.

Для создания тестового очага пожара использовался модельный очаг класса «В» — гептан. В ходе испытаний измерялась температура горючей жидкости, температура пламени, а также массовая скорость выгорания гептана. Затем, при воспламенении паров горючей жидкости производилось тушение очага путём накрытия полотном огнезащитного покрывала. Для каждого образца проводилось не менее 2-х испытаний [3].

Результаты исследований показали (рис. 2), что массовая скорость выгорания ЛВЖ остается практически неизменной. При использовании немодифицированных покрывал не происходило резкого снижения температуры над поверхностью защитного покрывала, и гашение пламени не происходило по причине постоянного притока кислорода в зону горения.

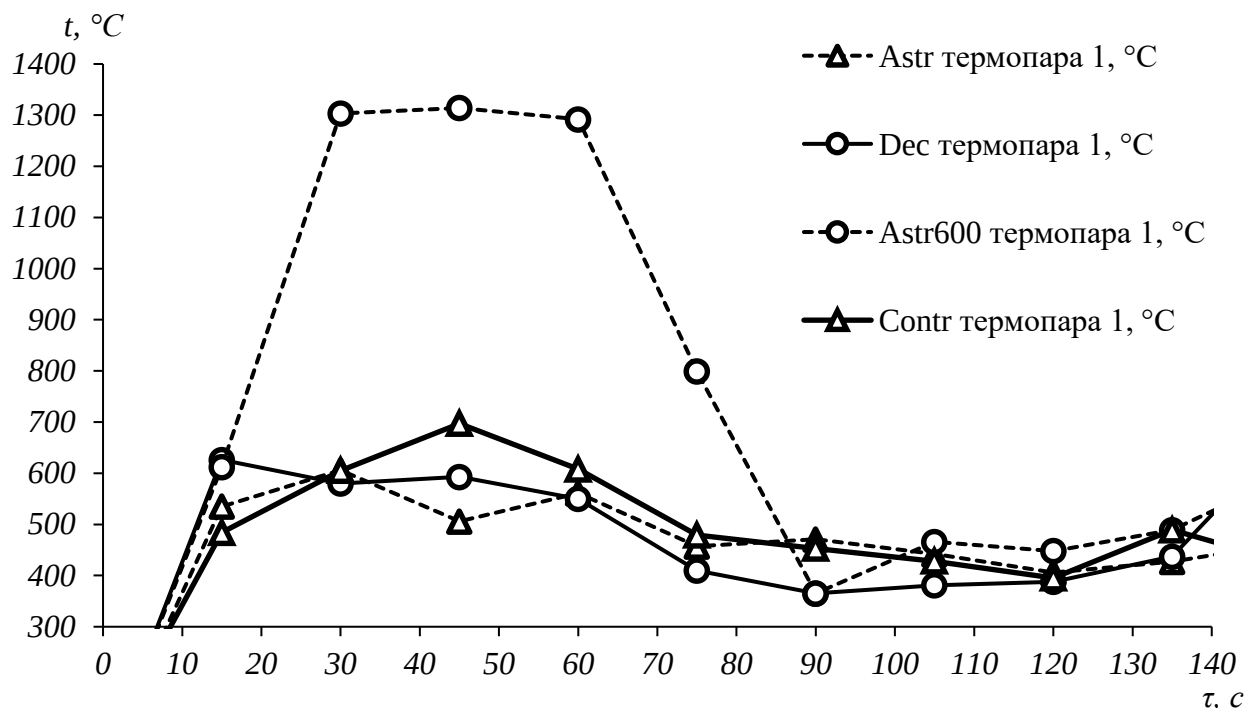


Рис. 2. Температура наружного слоя покрывала в процессе испытания

Таблица. Наименование модификаторов для огнетушащих покрывал

Наименование образца	Характеристика
Astr	Неактивированные астралены
Astr600	Астралены, активированные при 600°C
Dec	Декстрин $\text{Fe}@C_{60}(\text{C}_6\text{H}_9\text{NO})_n$
Contr	Контрольный образец

Для образца «Astr600» в начальный момент тушения происходил резкий рост температуры над поверхностью покрывала, а затем температура снижалась ниже 400 °C, далее наблюдалось гашение пламени в течение 30 с.

При использовании образца «Dec» температура в начальный момент тушения не поднималась выше 610 °C, затем происходило ее снижение ниже 400 °C и происходило гашение пламени.

В ходе использования покрывал, модифицированных «Astr», наблюдалось снижение температуры на поверхности на 104 °C в сравнении с немодифицированным образцом. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что при использовании огнезащитных покрывал с образцами «Astr600» и «Dec», помимо общеизвестного механизма изоляции зоны горения от

кислорода, задействован механизм охлаждения конвекционной зоны горения за счет интенсификации теплоотвода через модифицированный материал покрывал.

Таким образом, полученные результаты показали перспективность использования углеродных наноструктур для повышения эксплуатационных характеристик огнезащитных покрывал при тушении локальных возгораний ЛВЖ и ГЖ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А. В. и др. Исследование огнетушащих свойств воды и гидрогелей с углеродными наноструктурами при ликвидации горения нефтепродуктов //Пожаровзрывобезопасность. – 2017. – Т. 26. – №. 8. – С. 31-44.
2. Иванов А. В. и др. Исследование эксплуатационных характеристик наномодифицированных огнезащитных вспучивающихся композиций в условиях углеводородного пожара на объектах транспортировки нефтепродуктов //Пожаровзрывобезопасность. – 2017. – Т. 26. – №. 10. – С. 5-19.
3. ГОСТ Р 59693-2021 Покрывала для изоляции очага возгорания. Общие технические требования. Методы испытаний.
4. Воробьев А. Е., Ибылдаев М. Х. Нанотехнологии в производстве модификаторов //Механика и технологии. – 2015. – №. 2. – С. 102-105.
5. Суясова М. В. и др. Исследование радиационной стойкости производных эндометаллофуллеренов // Сборник научных ТРУДОВ VI Всероссийский молодежный научный форум «Openscience 2019». – 2019. – С. 90.

УДК 614.844.1-6

О. Н. Каткова, Е. В. Барина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СКЛАДОВ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

В статье рассмотрены основные виды деятельности предприятия, а также проанализированы требования к хранению горюче-смазочных материалов.

Ключевые слова: деятельность; нефть; горючесть; жидкие углеводороды.

O. N. Katkova, E. V. Barinova

FIRE SAFETY OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS STORAGE WAREHOUSES

The article discusses the main activities of the enterprise, and also analyzes the requirements for storing fuels and lubricants.

Keywords: activity; oil; flammability; liquid hydrocarbons.

В России нефть и нефтепродукты, добытые и переработанные, хранятся и подготавливаются для использования в резервуарных парках. Пожарная опасность данных объектов очень высока, из-за воспламеняемости и горючести жидких углеводородов, что подтверждается год от года возникающими серьезными чрезвычайными происшествиями. При возникновении загорания нефтепродуктов требуется особый подход к тушению и ликвидации очага, поскольку горящая нефть это большая угроза для населения и окружающей среды. Горение нефти и нефтепродуктов может сопровождать взрывом, горящими фонтанами, высокой температурой кипения и огромным тепловым излучением.

В качестве объекта исследования выбран резервуарный парк Балаковской нефтебазы ПАО «Саратовнефтепродукт», где хранятся легковоспламеняющиеся жидкости бензин и дизельное топливо. Бензины, бесцветные жидкости, представляющие собой смеси легких углеводородов, при горении прогреваются в глубину, образуя возрастающий гомотермический слой. Скорость нарастания прогретого слоя 0,7 м/ч; температура прогретого слоя 80–100 °С, температура пламени 1200 °С. Дизельное топливо - прозрачная и более вязкая, чем бензин, жидкость желтого или светло-коричневого цвета. С плотностью 0,8–0,83 кг/м³ [1, 2]. Для обеспечения безопасности людей и сохранности имущественных ценностей нефтебаза ПАО «Саратовнефтепродукт» оснащена автоматической системой для оповещения о пожаре, пожаротушения и управления эвакуацией людей. Обслуживающий персонал предприятия своевременно проходит обучение мерам пожарной безопасности, согласно срокам, определяемым руководителем предприятия.

В настоящее время в России утверждены строгие правила хранения горюче-смазочных материалов, поскольку эти вещества относятся к категории опасных. При испарении они образуют взрывоопасные смеси с воздухом, что может привести к взрывам и последующим разливам нефтепродуктов. К основным причинам возникновения пожаров на складах, можно отнести, взрыв паровоздушной смеси в резервуаре, который не заполнен жидкостью, нарушения технологического процесса и неисправности оборудования, небрежное обращение с огнем и бытовыми электроприборами, короткое замыкание электрических приборов и перегрев электрооборудования. Источниками воспламенения могут быть — открытый огонь, возникающий при проведении газосварочных работ или при нарушении правил пожарной безопасности; искры или брызги расплавленного металла, возникающие при проведении электро- и газосварочных работ, а также при резке металлов; искры, возникающие при трении или ударами металлических частей друг о друга; искры, возникающие при трении алюминия о ржавое железо, которые

способны поджигать практически любые горючие смеси; самовозгорание пирофорных отложений на стенках резервуаров.

При проектировании склада горюче-смазочных материалов требования пожарной безопасности предусматривают наличие стабильного водоснабжения с достаточным запасом воды. Планировка и расположение на территории должны учитывать особенности объекта и соблюдать разрывы между зданиями. Также требуется предусмотреть подъездные пути для пожарной техники. Склад должен иметь ограждения из негорючих материалов, а также быть хорошо оснащен, предпочтительно - светодиодными лентами. Подъездные пути должны быть в рабочем состоянии, в зимнее время года очищаться от снега, льда. На полу должна быть нанесена маркировка, обозначающая местонахождение огнетушителей, средств связи, а также указывающая на проходы и аварийные выходы. На видных местах должны быть размещены плакаты с правилами пожарной безопасности. На территории складов запрещается использование открытого огня, инструментов или оборудования, выделяющих искры. Особое внимание должно быть уделено состоянию электроприборов. Согласно требованиям пожарной безопасности, при эксплуатации основных сооружений, в местах хранения нефти и нефтепродуктов запрещено:

- пользоваться неисправным оборудованием, устройствами и приборами, а так же использование запорной арматуры, резервуаров и прочего с дефектами, трещинами и т.п.; высаживание растительности на ограждающих насыпях; переполнение резервуаров нефтью; отбор проб из цистерн в процессе слива или налива нефти; слив или налив нефтепродуктов во время грозовых явлений.

Соблюдение ниже приведенных требований и норм, для складов нефти и нефтепродуктов, позволяют обеспечить должный уровень безопасности:

- назначается ответственное лицо за пожарную безопасность склада, обычно это начальник складского помещения; требования пожарной безопасности для складов запрещают использование открытого огня на всей территории склада, независимо от его цели использования; въезд автотранспорта разрешен только при наличии искрогасителей; разлив жидкостей на складе осуществляется только через металлические ведра, а тара и укупорочный материал должны храниться непосредственно на складе; на территории склада дизельного топлива или других нефтепродуктов обязательно предусмотрены средства пожаротушения, а также система автономного тушения огня; запрещается загрязнение пола различными жидкостями и мусором; пожарные нормы и требования для складов нефти и нефтепродуктов предписывают регулярную проверку состояния дыхательных клапанов емкостей; в случае пожара ответственное лицо по охране пожарной безопасности организует тушение закрытого или подземного склада, а также информирует сотрудников МЧС; ППБ рекомендует установку автоматической системы пожаротушения на складе горюче-смазочных материалов. При проектировании помещения учитываются особенности и класс

пожароопасности, а выбор системы пожаротушения основывается на типе и категории опасности здания; основным требованием для складов тарного хранения нефтепродуктов является правильное хранение горюче-смазочных материалов, исключающее удары бочек друг о друга.

Склады с горюче-смазочными материалами являются неотъемлемой частью объектов, где осуществляется заправка техники. Основными причинами возгораний здесь являются неосторожное обращение с огнем, неисправность электрооборудования и самовозгорание веществ при несоблюдении правил хранения. Поэтому для профилактики причин пожаров и предотвращения чрезвычайных происшествий с легкими нефтепродуктами важны правильные способы хранения, осторожность при любом использовании источников огня возле них, а также необходимо знание и строгое соблюдение действующих требований, которые прописаны в нормативных актах, правилах и других документах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средств их тушения. Справочник: в 2-х ч. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Асс. «Пожнаука», 2004 – Ч. I. – 713 с; Ч. II. – 774 с.
2. Пожарная безопасность веществ и материалов и средств их тушения: Справ. изд.: в 2 книгах / А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др. - М.: Химия, 1990 – кн. 1 – 496 с.; кн. 2 – 384 с.

УДК 6.20.22:547.775

А. В. Кипря, Ю. В. Мнускин, В. В. Хазипова, Ю. В. Мнускина
Донецкий институт ГПС МЧС России

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА ТЕМПЕРАТУРНУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ ОГНЕЗАЩИТНОЙ КОМПОЗИЦИИ

В работе анализируются рецептуры огнезащитных композиций на основе жидкого стекла. Показано, что жидкое стекло в сочетании с дополнительными компонентами, обладает огнезащитными свойствами, которые позволяют значительно повысить огнестойкость древесных поверхностей. Приводится пример составов огнезащитного покрытия и его воздействие на огнестойкость сосновой древесины.

Ключевые слова: огнестойкость; огнезащитное средство; жидкое стекло; тринатрийфосфат; интеркалированный графит; рецептура.

A. V. Kiprya, Y. V. Mnuskin, V. V. Khazipova, Y. V. Mnuskina

OPTIMISATION OF FLAME RETARDANT FORMULATIONS FOR THE TREATMENT OF SURFACE TREATMENT OF COMBUSTIBLE MATERIALS

The paper analyses the formulations of fire retardant compositions based on liquid glass. Liquid glass, in combination with additional components, has unique properties that allow to significantly increase the fire resistance of wood surfaces. An example of fire retardant coating compositions and its effect on the fire resistance of pine wood is given.

Keywords: fire resistance; fire retardant; liquid glass; trisodium phosphate; intercalated graphite; formulation.

Обеспечение пожарной безопасности всегда является острой проблемой. Это связано с тем, что основная масса широко используемых материалов (ткани, древесина, металлы) не выдерживают воздействия высоких температур и пламени [1, 2]. Некоторые материалы при пожаре полностью сгорают — это горючие вещества (например, древесина, полимеры), а негорючие, железобетонные и металлические — обрушиваются, теряя несущую способность через какое-то время после начала пожара [3, 4].

В связи с этим, обеспечение пожарной безопасности становится важной задачей, требующей постоянного внимания и разработки соответствующих мер и средств предотвращения, и борьбы с ними. Важно вести постоянную работу по разработке новых материалов и технологий, способных устойчиво выдерживать высокие температуры и предотвращать распространение огня. Только так можно обеспечить эффективную защиту людей и сохранение имущества при возникновении пожара.

Пожары ежегодно наносят огромные материальные убытки человеческому обществу, но, что гораздо страшнее, они наносят вред здоровью и уносят жизни людей. К тому же, токсичные продукты термического разложения и неполного окисления, выделяющиеся в больших объемах во время неконтролируемого горения, представляют серьезную экологическую угрозу.

Поэтому любые мероприятия по предотвращению возникновения и развития пожаров актуальны, поскольку они помогают избежать человеческих жертв и увечий, материального ущерба и загрязнения окружающей среды.

Одним из методов противопожарной защиты материалов является обработка поверхности специальными огнезащитными композитными материалами. В отличие от ранее существовавшей концепции огнезащиты, сутью которой было использование самозатухающих материалов, в настоящее время сформирована концепция экранирования поверхности легко наносимыми огнестойкими композитными материалами.

Одним из эффективных методов противопожарной защиты материалов является обработка их поверхности с использованием специальных огнезащитных композитных материалов. В отличие от существующих подходов, основанных на использовании самозатухающих веществ, нами сформулирована концепция экранирования поверхности, с помощью легко наносимых огнестойких композитных материалов.

Среди них особый интерес представляют т.н. интумесцентные материалы. Интумесцентные материалы — это особая группа веществ, которые обладают удивительной способностью вспучиваться при нагревании. Огнезащитные вспучивающиеся композиции действуют по принципу значительного снижения теплопроводности образуемых ими покрытий, увеличивая время нагрева горючего материала до температуры воспламенения. Кроме того, вспученное покрытие ограничивает доступ кислорода к поверхности горючего материала и препятствует его возгоранию.

Терморасширяющиеся покрытия обязательно содержат, помимо вспучивающейся основы, другие важные компоненты: связующие пленкообразующие вещества, а также различные добавки, которые способны влиять на технологические свойства покрытий.

Цель данного исследования — оптимизация рецептуры огнестойких композиций.

При воздействии температуры жидкое стекло образует пенистое покрытие, а в сочетании со специальными добавками обеспечивает определенный уровень огнезащитных свойств. Одним из основных способов влияния на свойства композиций жидкого стекла является введение порошковых наполнителей с различной химической активностью.

Исследование влияния добавок тринатрийфосфата и интеркалированного графита на огнезащитные свойства композиции является задачей данной работы.

В ходе исследования были применены следующие наполнители: алюминий в порошке, тринатрийфосфат и интеркалированный графит.

В качестве основы терморасширяющихся использовали жидкое стекло. Жидкое стекло, как связующий компонент в огнезащитных композициях, соответствует высоким экологическим требованиям, имеет доступность и не требует дорогостоящих процессов производства, получается в результате химической реакции кремниевой кислоты с силикатами щелочных металлов, таких как натрий, калий и литий. Состав на основе силиката натрия наиболее широко распространен. При воздействии высокой температуры жидкое стекло формирует пенистое покрытие, которое в сочетании с добавками обеспечивает определенный уровень огнезащитных свойств. Одним из основных методов воздействия на свойства композиций жидкого стекла является введение порошковых наполнителей с различной химической активностью.

Использование алюминия в порошке, тринатрийфосфата и интеркалированного графита в качестве наполнителей позволяет создавать продукты с превосходными свойствами и оптимальной производительностью.

Эта уникальная комбинация компонентов идеальна для разработки рецептуры, обеспечивающей надежную огнезащиту поверхностей горючих материалов. Каждый из компонентов активно взаимодействует с горючими веществами и помогает предотвратить их воспламенение или снизить интенсивность горения.

Кроме того, введение порошков-наполнителей может значительно снизить плотность и вязкость жидкого стекла, что позволяет более эффективно применять его в различных областях промышленности и строительства. Таким образом, композиции жидкого стекла с добавками порошков - наполнителей обладают уникальными свойствами и представляют собой перспективный материал для создания огнезащитных покрытий и других материалов с контролируемыми свойствами.

Для проведения экспериментальных исследований была разработана специальная композиция, включающая в себя 100 г жидкого стекла и 10 г алюминия в порошковой форме. Эта базовая смесь (БС), которая является жидкой фазой, была создана с целью изучения особых свойств и возможностей данного сочетания материалов.

Для повышения огнестойкости были использованы тринатрийфосфат и интеркалированный графит.

Тринатрийфосфат (ТНФ) представляет собой кристаллический порошок белого, желтого или кремового цвета, обладающий щелочными свойствами и являющийся пожаро-взрывобезопасным веществом. Он широко применяется как огнезащитная добавка, эффективный антипирен, в процессе производства огнезащитных материалов.

Интеркалированный графит (ИГ) — это продукт, полученный путем обработки графита водным раствором смеси кислот: 50%-ной серной и 40%-ной азотной при температуре 40 °С с последующей водной промывкой и сушкой. ИГ обладает дисперсностью от 0,1 до 1,0 мм и представляет собой эффективный компонент для повышения огнестойкости.

При вспучивании интеркалированного графита в условиях повышенной температуры при пожаре образуется пенный слой, который предотвращает воспламенение обрабатываемого материала.

В качестве критерия оптимизации была выбрана температура воспламенения огнезащитной композиции.

Образцы были испытаны в теплофизической лаборатории испытательного центра «ОТП» (рис.1). Идея метода заключается в определении температуры, при которой проба начинает гореть при контакте с продуктами термического разложения и источником воспламенения. Диапазон применения метода составляет от 25 до 600 °С. Для проведения испытаний использовалась сосновая древесина.

В качестве горючего материала была выбрана сосновая древесина.

Результаты испытаний сосновой древесины, обработанной БС + ТНФ представлены на диаграмме (рис. 2).



Рис. 1. Установка для определения температуры воспламенения и самовоспламенения твердых веществ и материалов «ОТП»

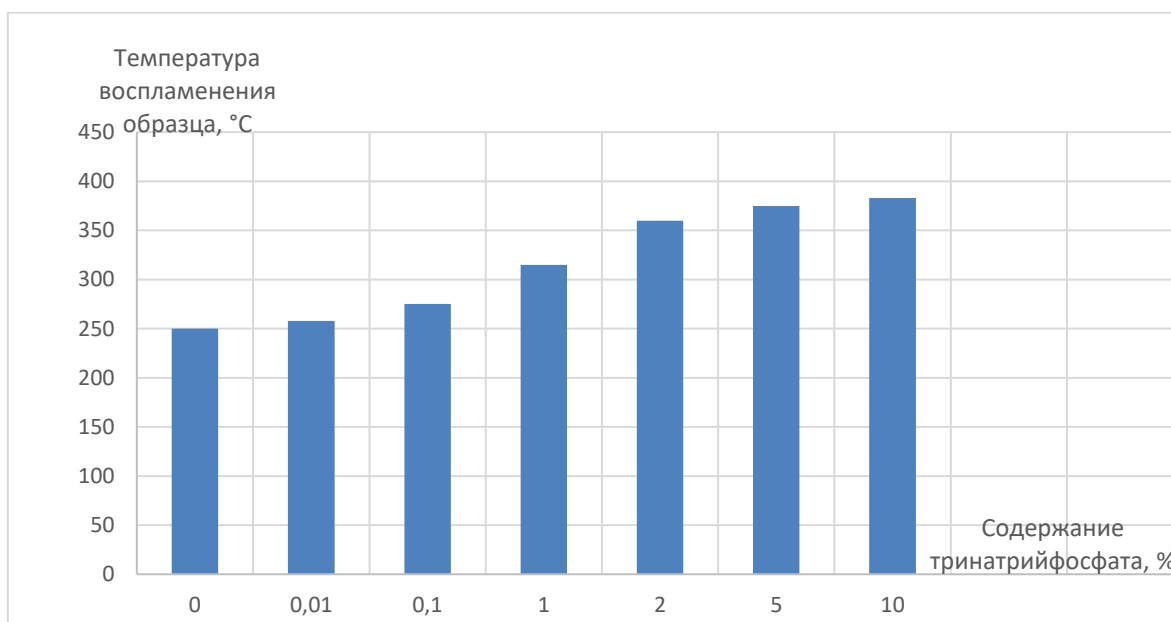


Рис. 2. Зависимость температуры воспламенения тестового образца от содержания тринатрийфосфата в огнезащитной композиции

По результатам экспериментов с образцами сосновой древесины, обработанными смесью БС + ТНФ, было установлено, что оптимальное содержание ТНФ составляет 2 %.

Более высокая концентрация наполнителя не дает существенного увеличения температуры воспламенения. Результаты испытаний проб сосновой древесины, обработанных БС + ТНФ + ИГ, представлены на диаграмме (рис. 3).

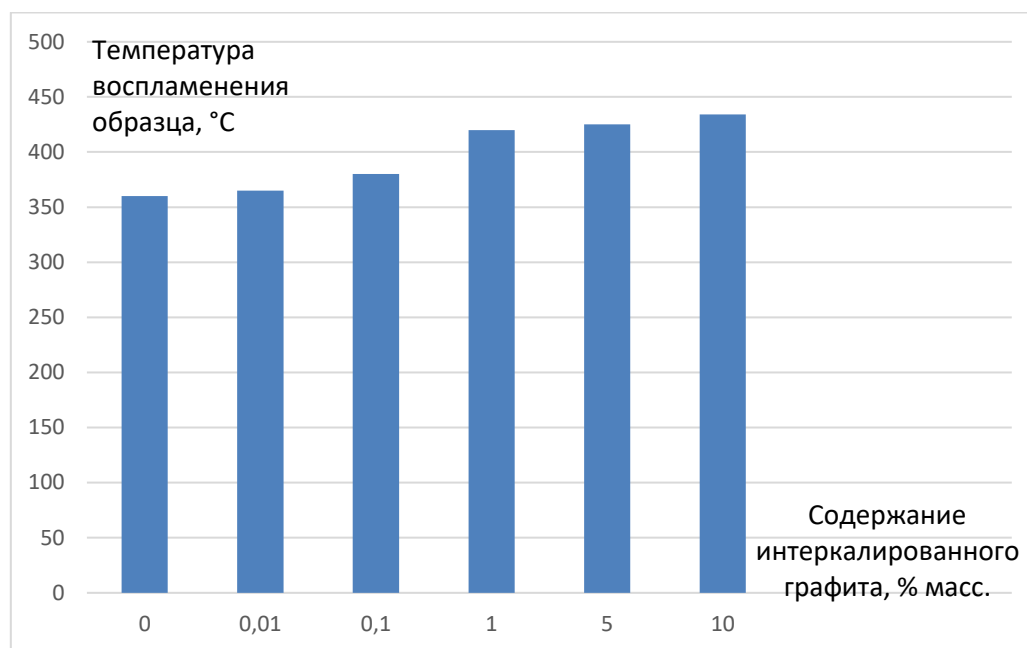


Рис. 3. Зависимость температуры воспламенения тестового образца от содержания интеркалированного графита в огнезащитной композиции

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что покрытие горючих материалов составом огнезащитной композиции БС + 2,0 % масс. ТНФ + 1,0 % масс. ИГ заметно повышает температуру воспламенения тестового образца сосновой древесины.

Композиция отличается высокой адгезией к обрабатываемому материалу, простотой изготовления.

Данное огнезащитное покрытие может быть рекомендовано к применению в местах массового пребывания людей, в детских, медицинских учреждениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верещагин В.И., Борило Л.П., Козик А.В. Пористые композиционные материалы на основе жидкого стекла и природных силикатов // Стекло и керамика. 2002. - №9. - С.26-28.
2. Еремина Н.В., Аввакумов Е.Г., Зелинский В.Ю. Огнезащитная композиция на основе жидкого стекла и механически активированного оксида алюминия // Химия в интересах устойчивого развития. - 2004. - №12. - С.331-337.
3. Заболотская А.В. Технология и физико-химические свойства пористых композиционных материалов на основе жидкого стекла и природных силикатов: Автореф. дис. канд. техн. наук. Томск, 2003. -20 с.
4. Патент Республики Казахстан № 14301. Состав огнезащитной композиции / Зелинский В.Ю., Еремина Н.В. // А62 С 2/06 от 24.05.2002.

УДК 614.841.4:004.9

В. С. Киселева, Ю. А. Войтичук, А. В. Иванов

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

им. Героя Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЗАЩИТНЫХ ЭКРАНОВ СИСТЕМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ НА ОБЪЕКТАХ С ОБРАЩЕНИЕМ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Дано обоснование параметров защитных экранов по результатам моделирования динамики опасных факторов пожара в среде «PyroSim» на типовом объекте с обращением нефтепродуктов. Сделан вывод о том, что защитные экраны позволяют снизить тепловой поток, снизить риск распространения пожара на соседние объекты.

Ключевые слова: PyroSim; интегральная полевая модель; опасные факторы пожара; тепловая защита; нефтепродукты.

V. S. Kiseleva, Yu. A. Voitichuk, A. V. Ivanov

JUSTIFICATION OF THE APPLICATION OF THE PARAMETERS OF PROTECTIVE SCREENS OF FIRE PROTECTION SYSTEMS AT FACILITIES WITH THE CIRCULATION OF PETROLEUM PRODUCTS

The substantiation of the parameters of protective screens is given based on the results of modeling the dynamics of fire hazards in the «PyroSim» environment at a typical facility with the circulation of petroleum products. It is concluded that protective screens can reduce heat flow, reduce the risk of fire spreading to neighboring facilities.

Keywords: PyroSim; integrated field model; fire hazards; thermal protection; petroleum products.

Одним из направлений обеспечения тепловой защиты в условиях пожара на объектах хранения НП является применение теплозащитных преград для ограничения теплового потока. В качестве теплозащитных преград могут использоваться противопожарные стены, перекрытия, перегородки, различного рода инженерные решения (противопожарные занавесы, шторы, водяные завесы), а также противопожарные экраны [1].

Противопожарные экраны, как правило, включают в себя конструктивные средства противопожарной защиты, используемые в качестве противопожарных барьеров, препятствующих распространению огня, тепловых потоков, продуктов горения при пожаре в течение нормируемого времени. Они способны обеспечить тепловую защиту при пожарах как личного состава, так и технологического оборудования.

На объектах с обращением НП защитные экраны применяются:

- во время проведения аварийно-спасательных работ при тушении газовых и нефтяных фонтанов;
- для защиты специальной и вспомогательной техники, используемой при тушении пожаров;
- на объектах железнодорожного транспорта;
- в зданиях железнодорожного и автовокзалов;
- для создания защитных коридоров, при необходимости массовой эвакуации людей.

Целью настоящего исследования было моделирование процессов распространения пожара в условиях применения защитных экранов на объектах хранения НП.

В графическом пользовательском интерфейсе «PyroSim» с использованием компьютерной программы «Fire Dynamic Simulator (FDS)» [2], была создана модель развития ОФП с учетом применения теплозащитных экранов на объекте с обращением НП.

В качестве объекта исследования выбран участок сливо-наливной эстакады с четырьмя железнодорожными цистернами с НП. Моделировались температурные потоки в пределах объекта исследования при пожаре-проливе жидкого топлива из одной ёмкости объёмом 81 м³. Зона аварийного разлива топлива ограничивалась отбортовкой вокруг сливо-наливной эстакады. Учитывалась работа систем тепловой защиты ёмкостей. Скорость ветра задавалась в интервале от 5 до 30 м/с, атмосферное давление 101,3 кПа. Моделировалось применение защитных экранов между емкостями НП. Модель сливо-наливной эстакады в программной среде «PyroSim» приведена на рис.1.

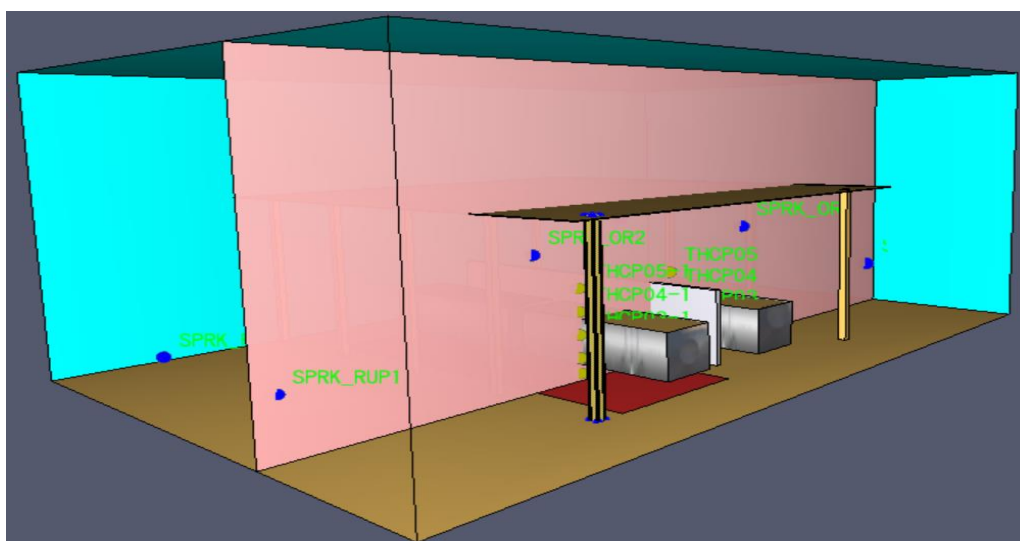


Рис. 1. Модель сливо-наливной эстакады

Свойства материалов, из которых был выполнен защитный экран, соответствовали стали (традиционный применяемый материал), а также композиту на основе неорганического вяжущего, содержащего углеродные наноструктуры (УНС) в концентрации 0,01–0,02 масс. % [3].

В качестве аварийно-разлившихся топлив выбран бензин АИ-95

На рис. 2 приведено развитие ОФП при пожаре-проливе топлива, в условиях применения защитных экранов.

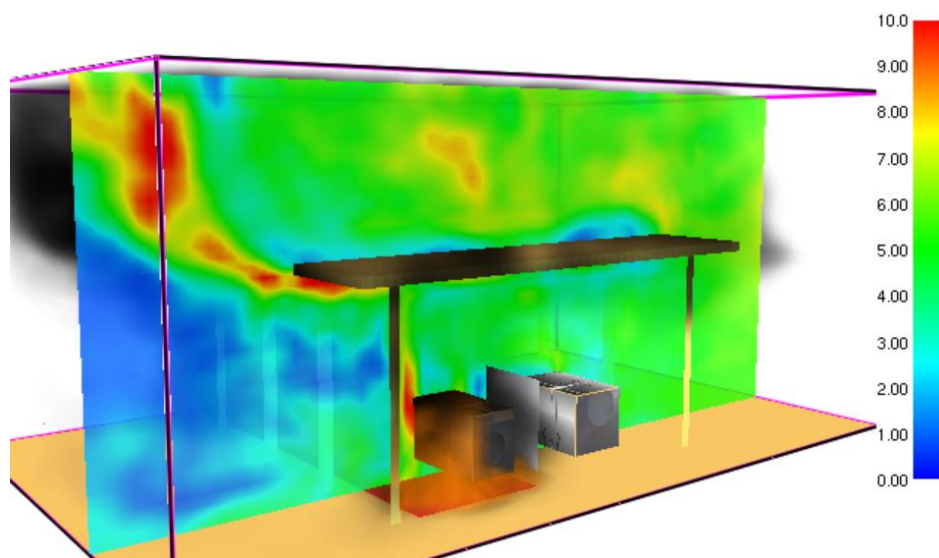


Рис. 2. Развитие ОФП при пожаре-проливе топлива (симуляция в среде «PyroSim»)

Результатом моделирования распространения опасных факторов пожара в среде «PyroSim» определены параметры защитных экранов, обеспечивающих наибольшее время достижения предельного состояния конструкций вне горящей цистерны (таблица).

Таблица. Результаты моделирования

Топливо	Толщина защитного экрана, м	Высота защитного экрана, м	Время достижения max t, сек	
			Сталь	Композит
Бензин (АИ-95)	0,01	4	8	20
	0,01	3,5	8	20
	0,01	3	8	20
	0,01	2,5	9	21
	0,01	2	11	24
	0,01	1,5	8	22
	0,005	4	8	20
	0,005	3,5	8	20
	0,005	3	8	20
	0,005	2,5	8	20
	0,005	2	10	14
	0,005	1,5	7	10

Результаты моделирования показали, что использование композитного материала вместо стали позволяет уменьшить толщину защитного экрана свыше чем в 2 раза, что позволяет создавать более мобильные и менее ресурсоемкие конструкции для систем противопожарной защиты объектов нефтегазового комплекса. Были определены параметры защитного экрана из композита, при которых значения времени наступления максимальной температуры является наибольшей: для бензина с толщиной защитного экрана 0,01 м.

По результатам исследования можно сделать вывод, что защитные экраны из композита с указанными параметрами позволяют снизить тепловой поток, снизить риск распространения пожара на соседние объекты при неблагоприятных погодных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) — «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». [Электронный ресурс]. URL: <http://consultant.ru> (дата обращения: 12.02.2024 г.).
2. Valasek L. The use of PyroSim for creation of the input FDS geometry for cinema fire simulation //Recent Advances in Systems Science and Mathematical Modelling, Proc. of the European Conf. of Systems, Paris. – 2012. – С. 304-309.
3. Иванов А.В., Киселева В.С., Манузин В.В. Обеспечение тепловой защиты роботизированных установок пожаротушения в условиях применения наномодифицированных материалов // Сборник материалов XI Международного научного семинара-конференции «Пожарная безопасность в условиях современности». – Кокшетау: ГУ «Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан». – 2023. – С. 59-61.
4. Опарин Д. Е. Особенности тушения пожаров на объектах хранения нефти и нефтепродуктов //Современные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. – 2022. – С. 18-20.
5. Аксенов С. Г. и др. Об алгоритмах расследования пожаров на объектах нефтяной промышленности //Закон и право. – 2022. – №. 7. – С. 132-135.
6. Карькин И. Н. Библиотека реакций и поверхностей горения в PyroSim. – 2016.

УДК: 620.193.8:666.972.16:66.018.8

В. С. Коновалова¹, Е. С. Промзелева¹, К. Б. Строкин², А. А. Гальцев²

¹ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»

²ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет»

ВЛИЯНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ БИОКОРРОЗИИ БЕТОНА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ

Для предотвращения биообрастания и биодеструкции бетона предложено вводить в цементную смесь стеарат кальция, нитрат калия и наночастицы оксида цинка в количестве каждого вещества 0,5 масс. %. Разработанная комбинированная добавка повышает прочность, снижает пористость и водопоглощение, увеличивает плотность цементного камня.

Ключевые слова: биокоррозия бетона; фунгицидная добавка; биоцидная добавка; прочность бетона; пористость бетона; водопоглощение бетона; плотность бетона.

V. S. Konovalova, E. S. Promzeleva, K. B. Strokin, A. A. Galtsev

THE EFFECT OF A COMBINED ADDITIVE TO PREVENT CONCRETE BIOCORROSION ON THE PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF CEMENT STONE

To prevent biofouling and biodegradation of concrete, it is proposed to introduce calcium stearate, potassium nitrate and zinc oxide nanoparticles into the cement mixture in an amount of 0.5 wt. % of each substance. The developed combined additive increases strength, reduces porosity and water absorption, and increases the density of cement stone.

Keywords: biocorrosion of concrete; fungicidal additive; biocidal additive; concrete strength; concrete porosity; concrete water absorption; concrete density.

Бетон достаточно легко и быстро подвергается биообрастанию [1–5]. Бактерии и грибки в процессе жизнедеятельности выделяют вещества, вступающие во взаимодействие с компонентами цементного камня, что вызывает изменение пористости и прочности бетона [3, 6, 7]. Постепенно микроорганизмы проникают все глубже в структуру бетона, вызывая дальнейшие повреждения и способствуя его разрушению [8–11].

Посредством введения в бетон при изготовлении добавок различного типа можно улучшать его физико-механические характеристики [12–15] и предотвращать коррозионную деструкцию [16–18].

Исследование коррозионной стойкости проводилось на образцах, изготовленных из портландцемента марки ЦЕМ I 42,5 Н с В/Ц=0,3. В цементную смесь добавляли стеарат кальция для обеспечения объемной гидрофобизации, нитрат калия в качестве ингибитора коррозии и наночастицы

оксида цинка, проявляющие фунгицидные свойства. Изготавливаемые образцы цементного камня имели форму кубов с гранью 10 см. После набора образцами прочности в течение 28 суток на воздухе с относительной влажностью 65–70 % при температуре 20 ± 2 °С поверхность цементного камня заражали суспензиями микроорганизмов *Aspergillus niger* van Tieghem для изучения грибковой коррозии. Поскольку на поверхности цементного камня с добавкой развития микроорганизмов не происходило, на них была перенесена биопленка с поверхности обычного цементного камня. Испытания проводили через 6 месяцев после нанесения на поверхность спор микроорганизмов.

Определение прочности цементного камня проводили с помощью гидравлического пресса. Пористость, водопоглощение и плотность цементного камня устанавливались по методикам из ГОСТ 12730.4-2020 «Бетоны. Методы определения показателей пористости», ГОСТ 12730.3-2020 «Бетоны. Методы определения водопоглощения», ГОСТ 12730.1-2020 «Бетоны. Методы определения плотности».

Введенная добавка положительно сказывается на физико-механических характеристиках цементного камня. Из рис. 1 видно, что прочность образцов с добавкой выше и сохраняет свое значение под воздействием микроорганизмов, тогда как прочность обычного цементного камня при тех же условиях снижается на 14 %.

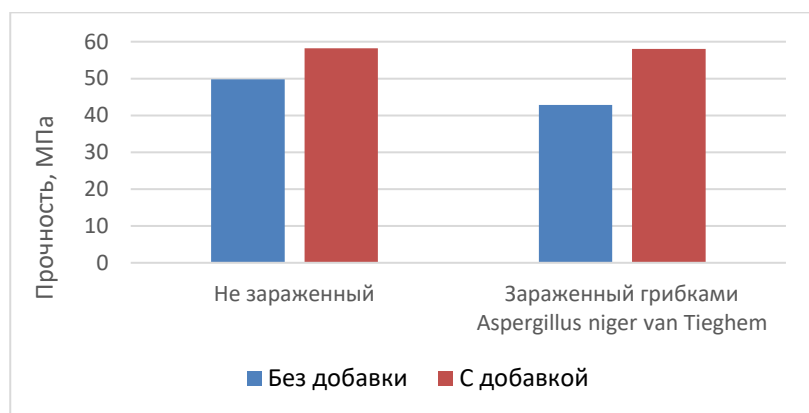


Рис. 1. Изменение прочности цементного камня после 6 месяцев грибковой коррозии

Образцы цементного камня с добавкой имеют более высокую плотность (рис. 2), что обусловлено формированием более высококристаллической структуры вследствие введения стеарата кальция [19]. Плотность цементного камня при грибковой коррозии уменьшилась незначительно, что может объясняться накоплением массы мицелия в порах, что частично компенсирует массовые потери образцов в результате воздействия грибов и продуктов их жизнедеятельности.

Более плотная структура цементного камня с добавкой также способствует снижению пористости и, как следствие, уменьшению водопоглощения (рис. 3 и рис. 4). Под действием плесневелых грибков в обычном цементном камне пористость увеличивается на 31 %, а водопоглощение — на 43 %. Образцы с добавкой сохранили свои характеристики.

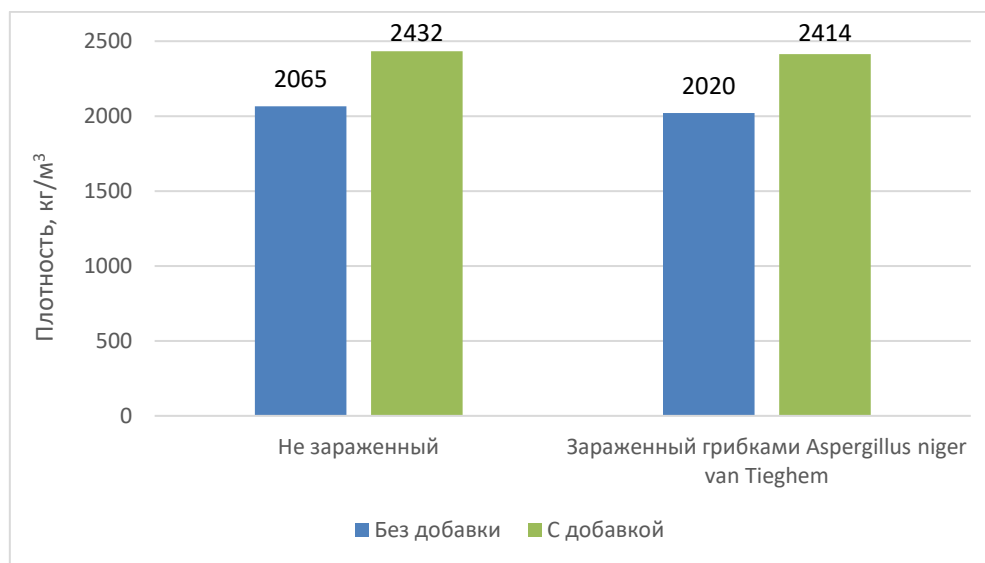


Рис. 2. Изменение плотности цементного камня после 6 месяцев грибковой коррозии

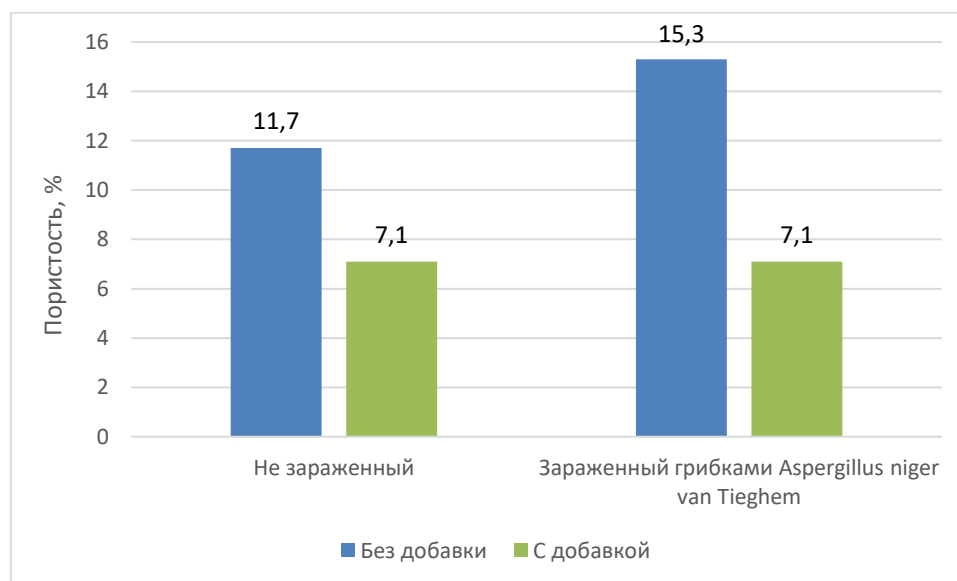


Рис. 3. Изменение пористости цементного камня после 6 месяцев грибковой коррозии

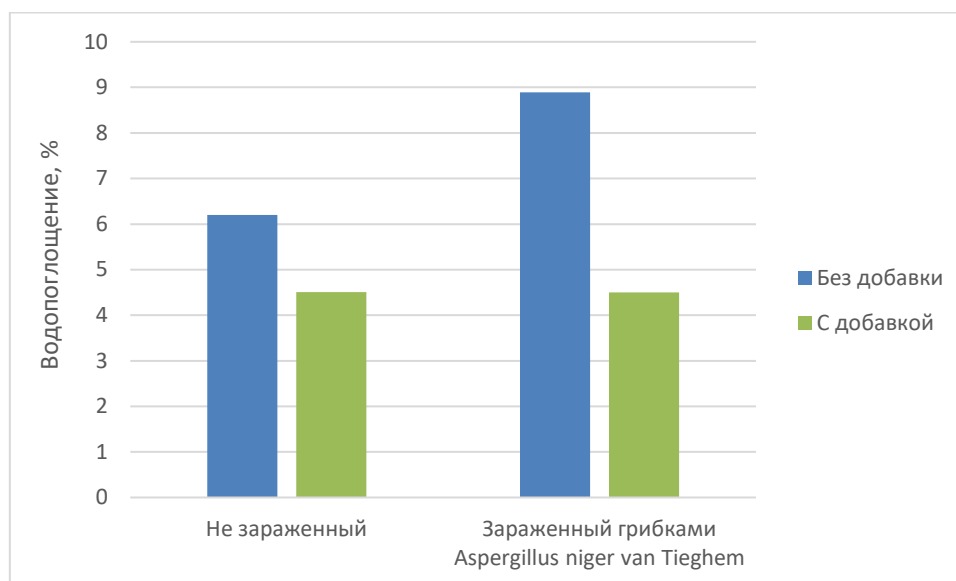


Рис. 4. Изменение водопоглощения цементного камня после 6 месяцев грибковой коррозии

Основной положительный эффект действия добавки обусловлен наличием в ней стеарата кальция, который частично кольматирует поры цементного камня и делает их поверхность гидрофобной [20], вследствие чего затрудняется проникновение агрессивных частиц в структуру и предотвращается развитие коррозионных процессов [21]. Нитрат калия и наночастицы оксида цинка носят вспомогательный характер, предотвращая биообрастание поверхности цементного камня. Таким образом, комплексная добавка позволяет получить бетон с улучшенными эксплуатационными характеристиками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чижик К.И., Семенов К.В., Белоокая Н.В. Микробиологическая коррозия бетона в системах водоотведения. Стадии развития // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 12 (95). С. 140-144.
2. Dubey R.S., Yaman Shandilya. Microbiologically influenced corrosion of concrete: a review // International Journal of Current Research. 2019. Vol. 11. Issue 6. Pp. 4282-4287.
3. Bertron A. Understanding interactions between cementitious materials and microorganisms: a key to sustainable and safe concrete structures in various contexts // Materials and Structures. 2014. Vol. 47. Pp. 1787-1806.
4. Уряшева Н.Н. Взаимодействие микроорганизмов с каменными строительными материалами // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». 2017. Т. 17. № 3. С. 65-71.

5. Василенко М.И., Гончарова Е.Н. Микробиологические особенности процесса повреждения бетонных поверхностей // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 4-4. С. 886-891.
6. Строкин К.Б., Новиков Д.Г., Коновалова В.С., Касьяненко Н.С. Влияние микроорганизмов на физико-механические свойства бетона // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2021. № 10. С. 90-98.
7. Логинова С.А., Петренко А.А. Исследование различных видов биологической коррозии бетона // *Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки*. 2022. Т. 49. № 2. С. 150-157.
8. Bryukhanov A.L., Vlasov D.Y., Maiorova M.A., Tsarovtseva I.M. The Role of Microorganisms in the Destruction of Concrete and Reinforced Concrete Structures // *Power Technology and Engineering*. 2021. Vol. 54. Pp. 609-614.
9. Духанина У.Н. Влияние бактериальных микроорганизмов на развитие биокоррозии бетона // *Международный научный журнал «Вестник науки»*. 2023. Т. 5. № 6 (63). С. 472-476.
10. Wei S., Sanchez M., Trejo D., Gillis C. Microbial mediated deterioration of reinforced concrete structure // *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2010. Vol. 64. Issue 8. Pp. 748-754.
11. Ерофеев В.Т., Федорцов А.П., Богатов А.Д., Федорцов В.А. Биокоррозия цементных бетонов, особенности ее развития, оценки и прогнозирования // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 12-4. С. 708-716.
12. Боцман Л.Н., Строкова В.В., Ищенко А.В., Боцман А.Н. Модифицирование бетона за счет введения различных видов добавок // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2016. № 6. С. 90-94.
13. Изотов В.С., Соколова Ю.А. Химические добавки для модификации бетона: монография. М.: Казанский Государственный архитектурно-строительный университет: Издательство «Палеотип», 2006. 244 с.
14. Tuskaeva Z., Karyayev S. Influence of various additives on properties of concrete // *E3S Web of Conferences*. 2020. Vol. 164. Article no. 14007.
15. Hiten B.J., Darshan P.P., Khalak A.A., Patel M.J. Advancements in Cement Technology: A Comprehensive Review of Additives and Their Impact on Material Properties // *International Journal of Research Publication and Reviews*. 2023. Vol. 4. No 12. Pp. 1105-1112.
16. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В., Коновалова В.С., Караваев И.В. Определение ресурса безопасной эксплуатации конструкций из бетона, содержащего гидрофобизирующие добавки // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2017. № 6 (372). С. 268-276.
17. Nguyen A.T., Nguyen T.T.N., Lam T.Q.K, Ngo V.T., Vu Q.V. Combination of additives to characteristics of concrete in marine works // *Magazine of Civil Engineering*. 2022. Vol. 112. No. 4. Article No. 11204.
18. Setinaa J., Gabrene A., Juhnevica I. Effect of Pozzolan Additives on Structure and Chemical Durability of Concrete // *Procedia Engineering*. 2013. Vol. 57. Pp. 1005-1012.
19. Коновалова В.С. Взаимосвязь изменений структурно-фазового состава и прочности гидрофобизированного бетона при воздействии хлоридсодержащей среды // *Умные композиты в строительстве*. 2022. Т. 3. № 3. С. 41-55.

20. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Красильников И.В., Коновалова В.С., Евсяков А.С. Кольматация пор цементных бетонов при гидрофобизации // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования Российской академии архитектуры и строительных наук по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2018 году: сборник научных трудов РААСН. Т. 2. М.: Издательство АСВ, 2019. С. 563-572.

21. Федосов С.В., Румянцева В.Е., Коновалова В.С., Караваев И.В., Евсяков А.С. Влияние кольматации пор цементного камня на жидкостную коррозию гидрофобизированных бетонов // Повышение надежности и безопасности транспортных сооружений и коммуникаций: сборник трудов III Международной научно-практической конференции. Саратов, 2017. С. 485-489.

УДК 621

Н. А. Кропотова, Е. А. Тюмкина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИССЛЕДОВАНИЕ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ ПОЛИЛАМИДА И АРМИРОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ НА ЕГО ОСНОВЕ

В статье рассмотрены подходы к оценке механических свойств образцов на основе полиамида. Для упрочнения материалов предложена пропитка материалов с разной плотностью заполнения материалов эпоксидной смолой и поливинилацетатом. Представлены результаты исследования ударной вязкости полученных композитов на ударную вязкость. Максимальную ударную вязкость имеют образцы, полученные при печати на 3D-принтере располагая послойное наплавление вдоль образца, причем характерная особенность наблюдается при армировании пластика полимерными связующими.

Ключевые слова: пластик; 3D-печать; ударная вязкость; полиамид; композиционный материал; армированный пластик.

N. A. Kropotova, E. A. Tyumkina

INVESTIGATION OF THE IMPACT STRENGTH OF POLYAMIDE AND REINFORCED PARTS BASED ON IT

The article discusses approaches to evaluating the mechanical properties of polyamide-based samples. To strengthen the materials, impregnation of materials with different filling densities of materials with epoxy resin and polyvinyl acetate is proposed. The results of a study of the impact strength of the obtained composites on impact strength are presented. The samples obtained by printing on a 3D printer have the maximum impact strength by placing a layer-by-layer deposition along the sample, and a characteristic feature is observed when reinforcing plastic with polymer binders.

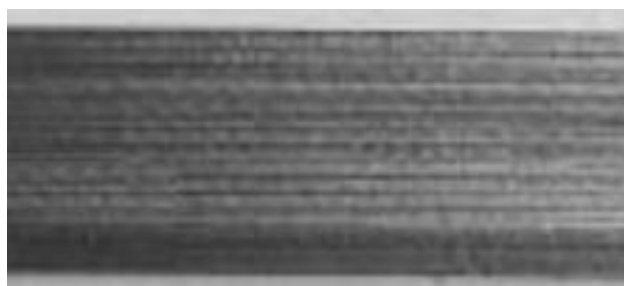
Keywords: plastic; 3D printing; impact strength; polyamide; composite material; reinforced plastic.

Полимерные детали, изготовленные за счет аддитивных технологий, получили достаточно широкое распространение во многих отраслях машиностроения, приборостроения и аэрокосмической отрасли. В отличие от традиционных технологий, такие как термообработка, литье, энергоемкость, и экономическая себестоимость при изготовлении деталей сложной формы делают 3D-печать альтернативной и рентабельной [1].

Данная исследовательская работа посвящена оценке ударной вязкости 3D-печатных образцов из PLA-пластика (полилактид) в соответствии с ГОСТ [2]. Для определения ударной вязкости были напечатаны образцы с геометрическими параметрами: $a=b=5$ мм, $l=50$ мм. Стоит отметить, что для воспроизводимости, полученных результатов и их достоверности, эксперимент повторялся несколько раз. Основная особенность распечатанных образцов на 3D-принтере — это ромбическое наложение PLA-пластика «вдоль» образца «поперек», причем заполнение образцов от 30 до 90 % (рис. 1).



поперечное



продольное

Рис. 1. Внешний вид образцов и направление наплавления

Результаты проверки полученных образцов на ударную вязкость показали, что наибольшей ударной вязкостью, как и следовало ожидать обладает образец со 100%-м заполнением. Что касается меньшего заполнения от 30 до 70 % пластиком образца, то значения получились практически равными с небольшой положительной динамикой в большую сторону процентного заполнения, но это ожидаемо. Снижение количества пустоты приводит к увеличению сил взаимодействия мономеров молочной кислоты в пластике, разорвать которые гораздо сложнее, чем при наличии пустот – до 30 %. Методом Шарпи оценили оптимальное значение ударной вязкости и 80 % заполняемостью исследуемого материала.

Особенность хрупкого разрушения инициирована на случайных дефектах внутреннего строения образца, образованных при 3D-печати. Хрупкое разрушение может быть еще охарактеризовано предельным напряжением.

Анализ описания хрупкого разрушения, выявленного на практике, означает, что протяженность зона текучести PLA-пластика слишком мала и ограничена, т.е. радиус пластичной зоны при вершине трещины мал по сравнению с длиной трещины.

Для упрочнения исследуемых образцов выбрана методика их модификации клеевыми составами: поливинилацетатом и эпоксидной смолой. Основной процесс состоял в пропитке распечатанных пластических образцов приготовленными растворами (рис. 2).

Все применяемые наполнители показали некоторое упрочнение материала при ударных нагрузках. Стоит отметить, что характер связи между структурой полимерного материала и его разрушением при ударных нагрузках одинаковый.

Проанализированы образцы с различной долей модификаторов в пластике, полученном за счет аддитивных технологий. Проведенные исследования показали, что при анализе возможных модифицирующих веществ для PLA-материала является эпоксидная смола с отвердителем при изготовлении ударопрочного композита. Также определен оптимальный полиматричный состав, где массовая доля в соотношении «PLA-пластик: эпоксидная смола» составляет приблизительно $70 \div 80 : 30 \div 20$.

Эпоксидная смола с отвердителем

Поливинилацетат

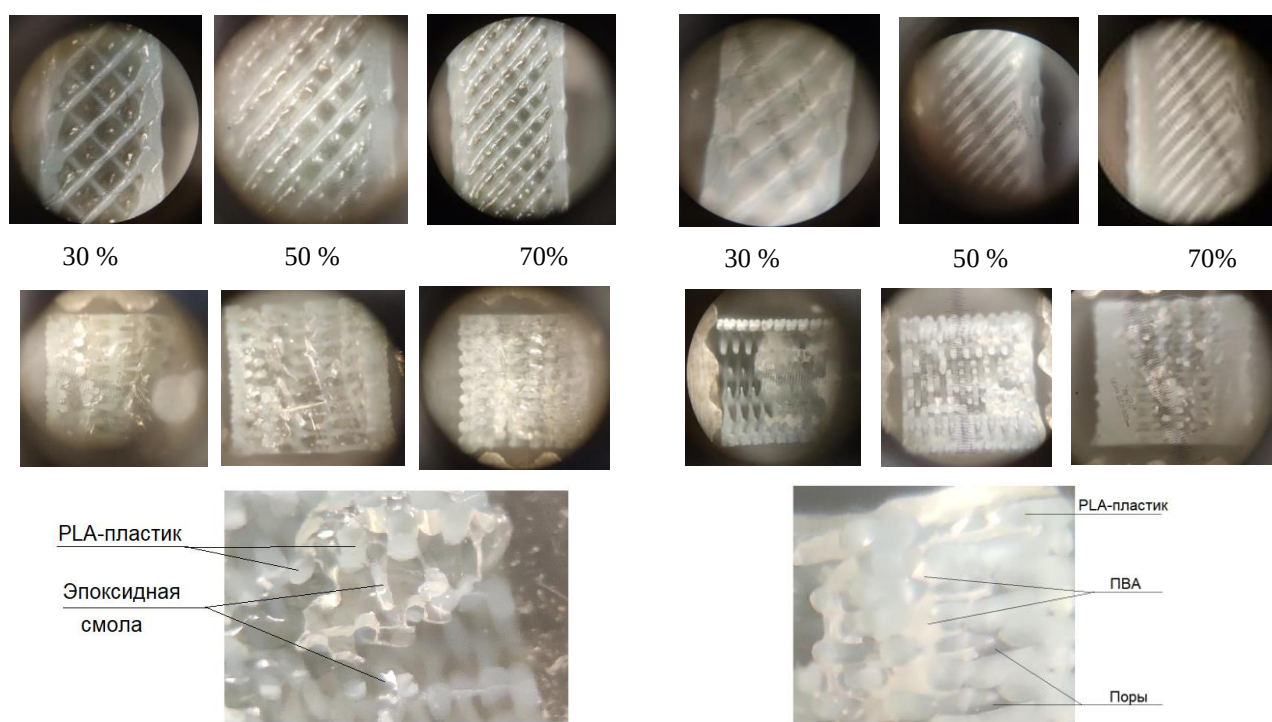


Рис. 2. Макроструктуры ($\times 24$) пропитанных образцов до испытания и после

Определена зависимость показателя ударной вязкости при разных составах полученных композитов, откуда наглядно демонстрируется целесообразность применения данного метода при исследовании. Оказалось, что использование стеклоткани (обворачивание образца в стеклоткань осуществлялось снаружи) совместно с эпоксидиановым составом способно изменить направление корреляционной зависимости ударной вязкости от процентного заполнения пластического образца (рис. 3).

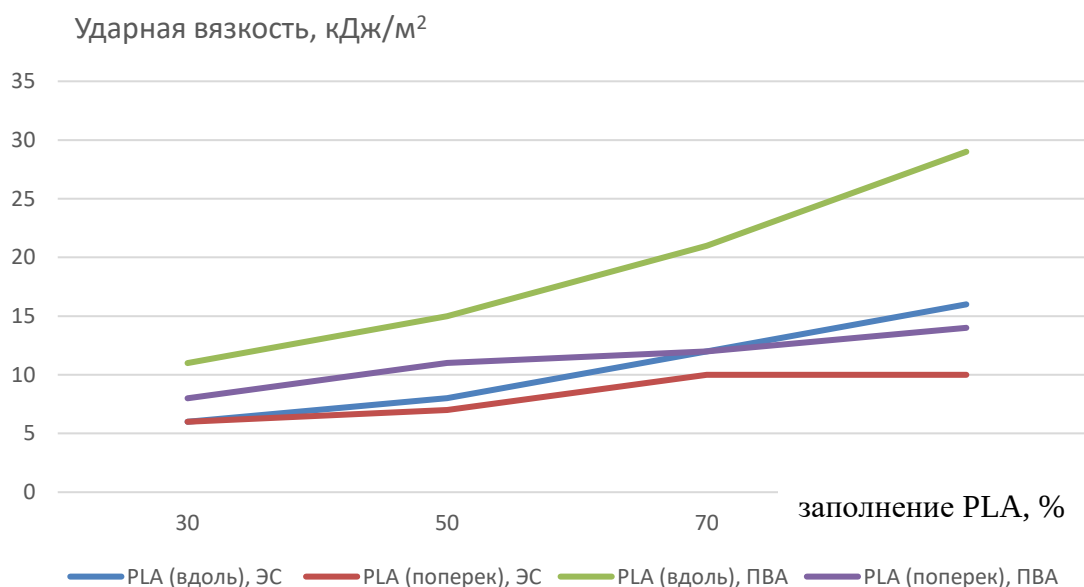


Рис. 3. Результаты исследования ударной вязкости образцов

Добавление в состав полимерного образца связующих полимерной основы, способствует упрочнению образованного композита. При добавлении поливинилацетата в полиамид происходит обволакивание полимерной матрицы с образованием родственных полимерных структур. Поскольку взвешивание образцов происходило как до введения модификатора так и после, получили зависимость ударной вязкости от массовой доли ПВА (рис. 4).

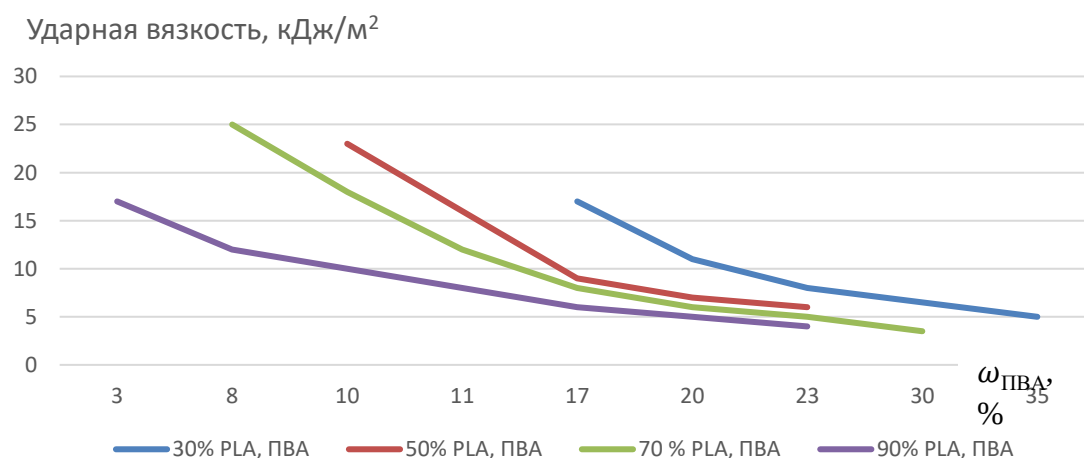


Рис. 5. Анализ ударной вязкости от массовой доли поливинилацетата в составе композита

Оказалось, что наиболее прочным является полиамид с 70 % заполнением внутренней структуры, ожидаемый результат показал пластик с 30 % заполнением и пропитанный ПВА, поскольку работу по распределению механической энергии поливинилацетат практически не корректирует в отличие от образца с подобным полиамидным заполнением, но без модификатора. При анализе данных введенного модификатора видно, что увеличение его массовой доли приводит к изменению направления графической зависимости на противоположное (рис. 6).

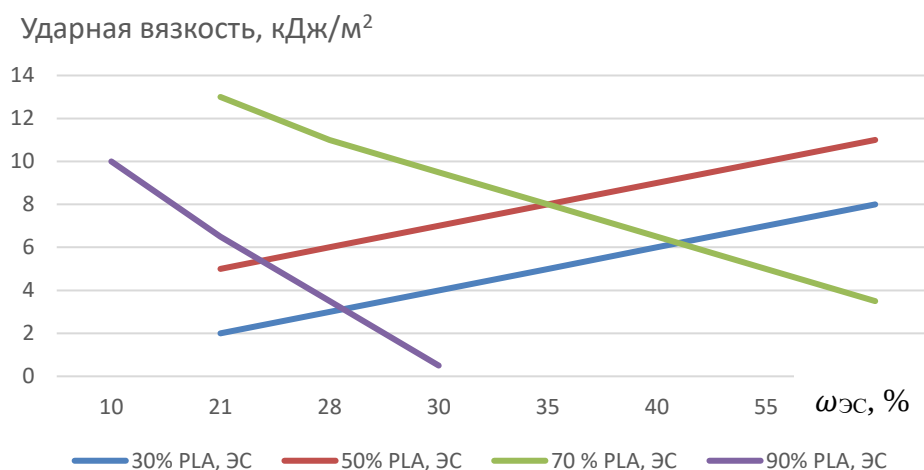


Рис. 6. Анализ ударной вязкости от массовой доли эпоксидной смолы в составе композита

Следует, что чрезмерное введение эпоксидной смолы охрупчает материал, т.е., другими словами, материал не является прочным, при условии, что он твердый.

Рост доли модификатора в PLA-пластике может повысить ударную вязкость материала. В свою очередь, рост ударной вязкости способствует поглощению механической энергии в процессе деформации и дальнейшего разрушения материала [3, 4]. Использование полученной в результате исследования зависимости позволит сократить время на проведение испытаний на ударную вязкость, а также доказать возможные механизмы образования композита, но это предположение требует более глубоких экспериментальных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тюмкина Е.А., Кропотова Н.А. Перспективы использования 3D печати для ремонта кузова малогабаритной техники легкого класса и БПЛА // Карбышевские чтения. Наше дело правое-победа будет за нами! [Текст]: Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции / под общ. Ред. Грошевой Л.И. в 6 т., Т.1. Тюмень: ТВВИКУ, 2023. С. 323 – 329.
2. ГОСТ Р 57948-2017 Композиты полимерные. Метод определения ударной вязкости образцов без надреза.

3. Филиппова А.В., Гончарова Ю.А. Исследование ударной вязкости 3d-печатных образцов, пропитанных полимерным компаундом // Всероссийская научно-техническая конференция студентов Студенческая научная весна: Машиностроительные технологии [Электронный ресурс] URL: https://studvesna.ru/db_files/articles/3364/thesis.pdf (доступ свободный, дата обращения 25.12.2023).

4. Тюмкина Е.А., Кропотова Н.А. Основы материаловедения для эксперта: исследование ударной вязкости материалов // 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. С. 474 – 478.

УДК: 66.091.2/614.841.41

Н. Н. Кузьмина^{1,2}, О. Г. Циркина²

¹ МИРЭА-Российский технологический университет

² Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ ХИМИЧЕСКОЙ ОТДЕЛКИ ТЕКСТИЛЯ В ПРОЦЕССЕ ЕГО ОГНЕЗАЩИТЫ

Большинство текстильных материалов, не прошедших огнезащитную обработку, являются легковоспламеняемыми и горючими. В работе приведены результаты исследования, связанные с применением антипирена Пироватекс ЦП, наносимого на льняную ткань с целью придания ей огнезащитных свойств. Определено количество выделяющегося формальдегида на этапе термофиксации препарата и остаточное содержание формальдегида на ткани после промывки.

Ключевые слова: огнезащита текстиля; горючесть; антипирен; воспламеняемость; термообработка; формальдегид

N. N. Kuzmina, O. G. Tsirkina

PROBLEMATIC ISSUES OF CHEMICAL FINISHING OF TEXTILES IN THE PROCESS OF ITS FIRE PROTECTION

Most textile materials that have not undergone flame retardant treatment are flammable and combustible. The paper presents the results of a study related to the use of Pyrovatex CP flame retardant applied to linen fabric in order to give it flame retardant properties. The amount of formaldehyde released at the stage of thermofixation of the drug and the residual formaldehyde content on the tissue after washing were determined.

Keywords: textile fire protection, combustibility, flame retardant, flammability, heat treatment, formaldehyde.

Введение

Текстильные материалы представляют высокую опасность во время пожаров и участвуют в их развитии, поэтому создание огнезащищенных тканей различного назначения является актуальной задачей. Наиболее широкое применение и в промышленности, и в повседневной жизни имеют целлюлозосодержащие текстильные материалы, которые обладают высокими физико-механическими и потребительскими свойствами, и широко используются при производстве декоративных тканей и тканей специального назначения. Для указанных материалов чаще всего применяется технология нанесения, путем пропитки растворами антипиренов. В данном случае под огнезащитной отделкой понимают обработку тканей составами на основе различных антипиренов, которые препятствуют распространению пламени при зажигании полотна или изделия. В качестве антипиренов используют фосфаты, бораты, сульфаты, соли титана и сурьмы, неорганические и органические азотсодержащие и галоидсодержащие соединения [1, 2].

Актуальность представленной работы обусловлена тем, что текстильные материалы широко используются во всех областях жизнедеятельности человека, начиная от быта и заканчивая производственными объектами. Большинство текстильных материалов, не прошедших соответствующую обработку, являются легковоспламеняемыми и горючими.

Целью данной работы является исследование огнезащитных свойств льняного полотна, обработанного антипиреном Пироватекс ЦП, и анализ безопасности обработанной ткани при дальнейшей ее эксплуатации с точки зрения выделения формальдегида. Для этого предстояло решить следующие задачи:

- оценить эффективность огнезащитной обработки текстильного материала по показателю воспламеняемости;
- провести количественный анализ формальдегида, выделяющегося при термообработке пропитанного раствором Пироватекса ЦП образца и определить остаточное количество формальдегида на готовой ткани после ее промывки.

Для снижения горючесть текстиля используются различные химические препараты – антипирены, действие которых основывается на следующих принципах: при температуре горения происходит разложение вещества с выделением негорючих газов; препарат образует на поверхности материала негорючий расплав, предотвращающий контакт материала с кислородом воздуха; возможна химическая модификация макромолекулы волокна, в результате чего возрастает устойчивость волокнообразующего полимера к термоокислительной деструкции. При этом, антипирены не должны выделять токсических веществ при горении и ухудшать потребительские свойства текстильных материалов [1,2].

Механизмы действия антипиренов на процесс горения можно объяснить следующим образом [3]:

1) эндотермическая реакция, при которой происходит одновременная деструкция антипирена и волокна: на расщепление антипирена и макромолекул волокна затрачивается определенное количество энергии, которое «изымается» из процесса горения;

2) образование негорючих газов, которые выделяются при термоллизе волокна, что приводит к снижению локального количества кислорода на поверхности волокна;

3) образование расплава за счет перехода антипирена в жидкую фазу, что приводит к тому, что доступ кислорода и образование горючих газов, тем самым, осложнены;

4) образование радикалов, в случае, когда антипирен образует газ, поглощающий реакционноспособные газы процесса горения, данный процесс приводит к уменьшению количества энергии, поддерживающей горение;

5) дегидратация, протекающая под воздействием дегидратирующего антипирена, в результате чего процесс термоллиза направляется в сторону образования большего количества негорючих продуктов разложения.

Обращаясь непосредственно к технологии огнезащитной отделки текстиля, необходимо отметить следующее. Процессы придания текстильным материалам огнезащитных свойств относятся к процессам химической технологии отделочного производства, реализуемых на предприятиях текстильной промышленности, в частности, на этапе заключительной отделки тканей. Большинство технологических процессов отделки в масштабах предприятия осуществляется по непрерывной схеме:

1) аппретирование - пропитка текстильного полотна раствором отделочного препарата, в данном случае, раствором антипирена и отжим от избытка технологического раствора;

2) промежуточная сушка ткани контактным способом;

3) досушивание или термическая обработка материала конвективным способом в диапазоне температур 100–160 °С в зависимости от химической природы используемого антипирена и ткани, на которую он наносится;

4) промывка ткани с целью удаления непрореагировавшего препарата или отсутствие промывки в технологической схеме;

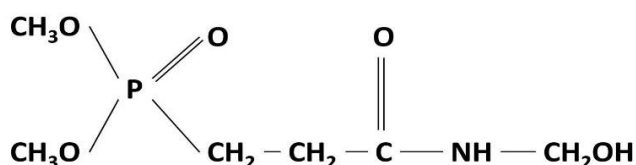
5) окончательная сушка ткани после промывки.

Для того, чтобы огнезащитная отделка обладала высокой устойчивостью к воздействию окружающей среды, в частности, к действию непогоды и выдерживала многократные стирки, антипирен должен фиксироваться в волокне за счет образования прочных ковалентных связей с реакционноспособными группами полимера. С этой целью в составы аппретов вводят сшивающие агенты. В настоящее время, несмотря на расширение ассортимента отделочных препаратов, на рынке остаются востребованными формальдегидсодержащие, как наиболее дешевые и распространенные

компоненты, обеспечивающие «сшивку» или «пришивку» к гидроксильным группам волокна молекул или частиц различных препаратов, в том числе, и антипиренов. Для ковалентной фиксации молекул антипирена волокном обработка проводится в присутствии соединений, содержащих метилольные группы, или при введении в рабочие растворы меламиноформальдегидных смол. Далее проводят сушку пропитанной ткани при температуре 60–100 °С и/или термообработку в течение 2–3 мин при температуре 160–170 °С [1,2]. Недостатком применения указанной технологии является наличие в составе антипиряющего раствора формальдегидсодержащего препарата, который в ходе эксплуатации изделия способен выделять свободный формальдегид, представляющий определенную опасность для здоровья человека.

Основной материал исследования

В настоящее время с целью придания текстильным материалам свойств негорючести широко применяют фосфорорганические соединения, в частности, препарат Пироватекс ЦП, формула которого представлена ниже [4].



Данный антипирен, как фосфорсодержащий препарат замедляет термолиз материала. Помимо этого, при воспламенении под воздействием температуры на поверхности волокна препарат образует трудно воспламеняемый слой расплава. Параллельно происходит выделение негорючих газов. Следствием указанных процессов является уменьшение общей концентрации горючих газов и снижение концентрации необходимого для горения кислорода, что приводит к угасанию пламени [4].

Наличие в составе молекулы антипирена метилольной группы — CH₂OH позволяет сделать предположение, что при определенных условиях Пироватекс ЦП способен самостоятельно (без введения в аппрет «сшивающих» агентов) ковалентно фиксироваться целлюлозным волокном, а при дальнейшей эксплуатации материала может разлагаться с выделением свободного формальдегида.

Для исследования был приготовлен раствор, содержащий Пироватекс — 300 г/л, уксусную кислоту CH₃COOH (10%-ная) — 5 мл/л. Уксусная кислота вводилась в качестве катализатора, ускоряющего процесс «пришивки» молекул препарата к гидроксильным (-ОН) группам целлюлозы.

Технология фиксации препарата на целлюлозе заключалась в следующем. Ткань пропитывали раствором антипирена, отжимали до привеса 100 %, высушивали при температуре 50–70 °С, термообрабатывали при 150 °С в

течение 3 мин, промывали с целью удаления непрореагировавшего с волокном препарата и окончательно высушивали.

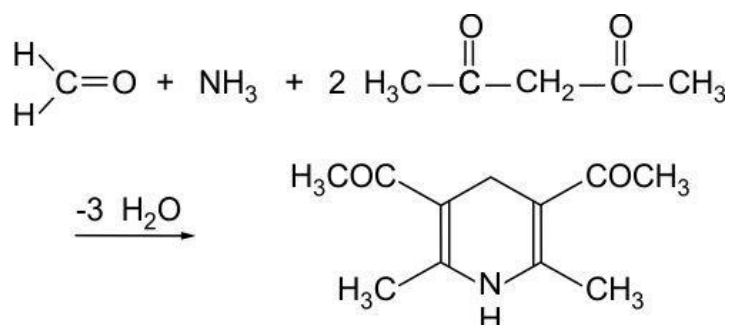
На первом этапе исследования полученных образцов оценивали эффективность огнезащитной обработки текстильного материала. Для оценки устойчивости ткани к действию открытого пламени в качестве универсального показателя можно выбрать воспламеняемость. Испытания на воспламеняемость проводятся для текстильных материалов в зависимости от функционального назначения, за исключением тканей для специальной защитной одежды, для которой используется параметр «огнестойкость» на основании межгосударственного стандарта [5], определяющего технические требования к тканям для спецодежды. Для тканей иного функционального назначения из льняных волокон, прошедших огнезащитную обработку, огнестойкость определяется в соответствии с межгосударственным стандартом [6], регламентирующим определение огнестойкости.

Испытания на воспламеняемость и огнестойкость проводились как для образцов без огнезащитной обработки, так и для тканей с нанесенной огнезащитой на основе Пироватекса ЦП. Образцы испытывались в соответствии с государственным стандартом РФ [7], предназначенным для анализа пожарной опасности тканей декоративного назначения. После проведения первого этапа испытаний при воздействии открытого пламени горелки под углом 90° к исследуемому образцу у ткани без огнезащитной обработки наблюдалось самостоятельное горение в течение 48 с, а также прогорание до кромки. Образец без огнезащитной обработки был классифицирован как легковоспламеняемый.

При проведении испытаний на воспламеняемость при воздействии открытого пламени горелки под углом 60° к исследуемому образцу в течение 15 с образец с огнезащитной обработкой Пироватексом ЦП не показал времени самостоятельного горения, прогорания до кромки, воспламенения образца, поверхностной вспышки. Длина обугленного участка для образца составила 122 мм. Таким образом, образец с огнезащитной пропиткой можно классифицировать как трудновоспламеняемый, из чего следует сделать вывод, что Пироватекс ЦП полностью выполняет свои функции.

На втором этапе работы провели количественный анализ формальдегида, выделяющегося при термообработке пропитанного раствором Пироватекса ЦП образца. Необходимость данного исследования была вызвана тем фактом, что в процессах сушки и термообработки ткани, смоделированных с использованием лабораторного оборудования (термического шкафа, позволяющего варьировать температуру от 50 до 150°C), наблюдали значительное выделение формальдегида, раздражающего слизистые глаз и органов дыхания. Поэтому представляется актуальным определить количество выделяющегося в рабочую зону формальдегида.

Методы определения формальдегида основаны на его высокой реакционной способности, характерных свойствах его производных и восстановительной способности формальдегида в щелочной среде. В представленной работе использован фотометрический метод анализа, который может быть применен и в случае малых концентраций формальдегида. Метод основан на определении оптической плотности растворов, в данном случае, раствора ацетилацетоновой смеси, приготовленной по методике [8], в зависимости от количества формальдегида, вступившего с ним в реакцию. Реакция протекает по схеме [9]:



Полученный продукт реакции имеет желтоватое окрашивание.

Моделирование процесса сушки и термообработки проводили следующим образом. Образец пропитанной раствором антипирена ткани помещали в пробирку, закрывали пробкой с газоотводной трубкой, конец которой помещали в закрытую емкость с водой. Собранную установку с образцом ткани нагревали в термическом шкафу при температуре 150 °С в течение 3 мин. Таким образом, «летающий» в процессе нагрева формальдегид растворялся в воде. Далее в емкость с водой добавляли ацетилацетоновую смесь, с которой выделившийся формальдегид вступал во взаимодействие по приведенной выше схеме реакции. Полученный при взаимодействии формальдегида и ацетилацетоновой смеси раствор колориметрировали на фотоэлектроколориметре ФЭК-56м при длине волны 412 нм.

По построенному в соответствии с методикой, закрепленной национальным стандартом РФ [10], калибровочному графику зависимости оптической плотности раствора от концентрации формальдегида, определили, что концентрация формальдегида в растворе составила 3000 мг/л.

Далее по формуле (1) [10] находили количество формальдегида (мг/кг), выделяющееся с ткани в процессе фиксации Пироватекса ЦП:

$$W_F = \frac{\rho \cdot 100}{m} \quad (1)$$

где ρ — концентрация формальдегида в растворе, (мг/л), в соответствии с калибровочным графиком; m — масса образца для испытаний, (г).

Расчётным путем было получено значение 120000 мг/кг (мг формальдегида на кг ткани) или 120000 мкг/г. Таким образом определено, что концентрация формальдегида на ткани на этапе термофиксации антипирена Пироватекс ЦП в 120 раз превышает нормативные значения для тканей костюмного ассортимента (содержание формальдегида не должно превышать 1000 мкг/г).

Поскольку технология получения огнезащитной ткани предусматривает промывку материала после термообработки, то представляет интерес определить остаточное количество формальдегида на готовой ткани. Для этого также использовали методику определения формальдегида на ткани в соответствии с ГОСТ ISO 14184-1-2014: из пробы вырезали два образца для испытаний в виде мелких кусочков и взвешивали 1 г таких кусочков с точностью до 10 мг. Помещали полученные образцы в колбы емкостью 250 мл с пробкой и добавляли 100 мл воды. Закупоренные колбы обрабатывали на водяной бане, нагретой до температуры 40 °С в течение 60 мин. Полученный раствор отфильтровывали в другую колбу. Далее в пробирку наливали 5 мл профильтрованного раствора, полученного из образца для испытаний. По 5 мл стандартных растворов формальдегида отливали в другие пробирки. В каждую пробирку добавляли по 5 мл реактива ацетилацетона и встряхивали. Пробирки выдерживали сначала в водяной бане при температуре 40 °С в течение 30 мин, затем при комнатной температуре в течение 30 мин. Параллельно с этим добавляли 5 мл раствора реактива ацетилацетона в 5 мл воды, и обрабатывали эту смесь аналогичным образом, как описано выше, используя ее как «холостой» раствор. Далее проводили измерение поглощения на спектрофотометре в 10 нм поглощающей ячейке на длине волны 412 нм в сравнении с водой.

Расчет содержания формальдегида на готовой ткани также проводили по формуле (1). Результаты расчета показали, что остаточное содержание формальдегида в ткани составляет 930 мкг/г, что полностью соответствует требованиям международного экологического стандарта Эко-Текс 100 (Oeko-Tex® Standard 100), в котором обозначено, что для изделий костюмного ассортимента содержание формальдегида не должно превышать значения 1000 мкг/г.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

1. В ходе проведенного исследования выявлено, что использование препарата Пироватекс ЦП с целью придания тканям огнезащитных свойств дает хорошие результаты — образец с огнезащитной отделкой можно классифицировать как трудновоспламеняемый.

2. Формальдегид, выделяющийся в больших количествах в окружающее пространство в процессе термической фиксации препарата на ткани, может отрицательно влиять на работников, обслуживающих отделочное оборудование

текстильных предприятий, что будет являться сдерживающим фактором при использовании данного антипирена в производственных масштабах.

3. Одним из путей решения данной проблемы является разработка бесформальдегидных антипиреирующих составов для пропитки тканей.

4. Возможна поверхностная обработка текстильного полотна при нанесении на него полимерного покрытия с различными добавками антипиренов. Актуальность данных исследований обоснована в работах [11, 12]. В указанном направлении исследования проводятся на кафедре пожарной безопасности объектов защиты (в составе УНК «Государственный надзор») ИПСА ГПС МЧС России и представлены, в частности, в работах [13, 14], в которых приведены результаты получения на тканях вспучивающихся полимерных покрытий. В данном направлении и предполагается проводить дальнейшие исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отделка хлопчатобумажных тканей: справочник / Под. ред. Б.Н. Мельникова. – Иваново: Изд-во Талка, 2003. - 484 с.
2. Одинцова О.И., Козлова О.В., Вельбой М.А. Текстильные вспомогательные вещества в процессах заключительной отделки тканей. Учебное пособие. Иваново, ИГХТУ. 2014.
3. Халтуринский Н.А., Попова Т.В., Берлин А.А. Горение полимеров и механизм действия антипиренов <https://www.uspkhim.ru/RCR3041pdf>. Дата обращения 15.02.2024.
4. Технологический регламент № 5-26-81 производства Пироватекса ЦП <https://studopedia.org/13-32946.html>. Дата обращения 25.12.2023.
5. ГОСТ 11209-2014. Ткани для специальной одежды. Общие технические требования. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2015. 16 с.
6. ГОСТ 15898-70. Ткани льняные и полульняные. Метод определения огнестойкости. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. 4 с.
7. ГОСТ Р 50810-95. Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация. М.: Издательство стандартов, 1995. 12 с.
8. Лабораторный практикум по химической технологии волокнистых материалов: учеб. пособие для вузов / Т. С. Новорадовская, Т. Д. Балашова, Н. Е. Булушева и др.; под общ. ред. Г. Е. Кричевского. М., 1995. 400 с.
9. Халиков И.С. Дериватизирующие агенты для фотометрического определения формальдегида в объектах окружающей среды // Экологическая химия. 2022. № 31(5). С. 258–275. https://www.researchgate.net/publication/370779712_Derivatiziruusie_agenty_dla_fotometriceskogo_opredelenia_formaldegida_v_obektah_okruzausej_sredy. Дата обращения 20.11.2023.
10. ГОСТ ISO 14184-1-2014 Материалы текстильные. Определение содержания формальдегида. Часть 1. Свободный и гидролизованный формальдегид (метод водной экстракции). М.: Издательство стандартов, 1995. 8 с.
11. Спиридонова В.Г., Сорокин Д.В., Никифоров А.Л., Циркина О.Г.

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.

12. Сырбу С.А., Циркина О.Г., Салихова А.Х., Спиридонова В.Г., Фролова Т.В., Кузьмина Н.Н. Проблемные вопросы придания текстильным материалам специальных защитных свойств // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 2 (47). С.134-141.

13. Спиридонова В.Г., Циркина О.Г. Разработка огнезащитной полимерной композиции для тканей специального назначения // Современные методы получения материалов, обработки поверхности и нанесения покрытий (Материаловедение – 2023): сб. мат. I Всеросс. конф. с междунар. участием. Казань: КНИТУ. 2023. С.221-226.

14. 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.

УДК 614.839.52

С. А. Куклина¹, И. Э. Лукьянова²

¹Уфимский университет науки и технологий

²Уфимский государственный нефтяной технический университет

ПРОТИВОВЗРЫВНАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ЛЕГКОСБРАСЫВАЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ

В статье рассмотрена проблема защиты зданий от разрушений при взрыве путем использования легкобрасываемых конструкций. Описаны требования к конструкциям, их особенности, принцип работы, предоставлен график изменения давления в помещении при взрыве.

Ключевые слова: легкобрасываемые конструкции; дефлаграционный взрыв; остекленный проем; избыточное давление; глухое остекление; взрывоустойчивость.

S. A. Kuklina, I. E. Lukyanova

ANTI-EXPLOSION PROTECTION OF BUILDINGS BY USING AN EASILY REMOVABLE STRUCTURES

The article considers the problem of protecting buildings and from explosion damage by using easily removable structures. The requirements for structures, their features, the principle of

operation are described, and a schedule for changing the pressure in the room during an explosion is provided.

Keywords: easily ejectable structures; deflagration explosion; glazed opening; overpressure; blind glazing; explosion resistance.

В ГОСТе Р 56288-2014 «Конструкции оконные с легкосбрасываемыми стеклопакетами для зданий» дано определение легкосбрасываемых (вышибных) конструкций (ЛСК) — это ограждающие конструкции зданий, способные освобождать сбрасываемые проемы при воздействии нагрузок от внутреннего дефлаграционного взрыва. Согласно Руководству по безопасности «Методы оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтеперерабатывающей, нефтегазохимической промышленности», дефлаграционный взрыв — это взрыв, при котором нагрев и воспламенение последующего слоя взрывчатого вещества (ВВ) проходит в результате диффузии и теплообмена, при этом фронт ударной волны и фронт пламени с дозвуковой скоростью.

ЛСК используют для снижения давления при взрыве здания или сооружения, а также для повышения прочности и устойчивости несущих конструкций до безопасных значений, способствуя тем самым безопасности защищаемого объекта. Такие конструкции предназначены для использования на объектах категорий А и Б. Допустимо применение для обеспечения взрывоустойчивости в помещениях категорий В, Г и Д, а также в зданиях и сооружениях, не имеющих категорий.

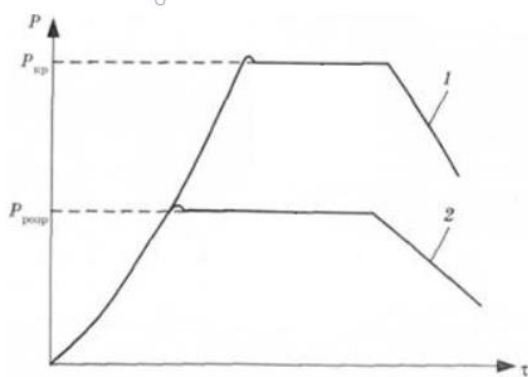


Рис. 1. График изменения давления от времени в помещении при взрыве:
1 — без легкосбрасываемых конструкций,
2 — с легкосбрасываемыми конструкциями

Имеются два типа ЛСК:

- Кровельные.
- Настенные (окна, двустворчатые двери, ворота, легкие навесные панели, остекленные проемы).

Остекленные проемы считаются наиболее эффективными. Армированное стекло, стеклопакеты, сталинит и поликарбонат не входят в список ЛСК. Избыточное давление взрыва зависит от толщины и площади стекла. Оконное

стекло в качестве ЛСК, должно иметь толщину не менее 3; 4 и 5 мм и площадь не менее 0,8; 1,0 и 1,5 мм соответственно. Поэтому, если площадь стекла меньше его толщины, давление резко возрастает. Кровельные ЛСК используются там, где в здании нет легких навесных панелей или оконных проемов, или там, где их площадь недостаточна.

Если площадь остекления недостаточна, допускается использовать ограждающие конструкции из стали, алюминия, асбестоцементных плит (шифера), утеплитель и легкие материалы (к примеру, профилированные металлические листов), которые открываются или разрушаются при избыточном давлении в помещении.

Существует два типа ЛСК в зависимости от принципа действия:

- Конструкции, использующие стекло в качестве разрушаемого элемента в случае взрыва. В таких конструкциях используется один слой стекла толщиной в диапазоне от 3 до 6 мм;

- Легкие светопрозрачные конструкции (оконные блоки). Имеют применение там, где требования не могут быть выполнены с помощью однослойного стекла.

Также выделяют следующие типы ЛСК:

- Разрушающиеся (глухие окна, оконные створки внутрь).

Использование глухого остекления в качестве LSC, заполненного небьющимся стеклом, обеспечивает более стабильную и комфортную эксплуатацию, конструктивное решение, отвечающее требованиям внутреннего освещения и изоляции, а также снижающее избыточное давление, которое может появиться в результате внутреннего аварийного взрыва. Чтобы повлиять на эффективность открывания глухого остекления, рекомендуется по возможности использовать одинарное остекление.

Максимально допустимые размеры или минимальная толщина оконного остекления должны определяться расчетами, учитывающими влияние ветровой нагрузки.

При использовании глухого остекления следует учитывать возможность того, что осколки разбитого стекла могут привести к травмам людей, оказавшимся вблизи наружных стен взрывоопасного помещения, в котором расположен застекленный оконный проем.

- Вращающиеся (двери, ворота и оконные створки наружу, некоторые виды стеновых панелей).

При использовании подобных конструкций предпочтительны вертикальные или горизонтальные (верхние или нижние) петли для открывания и закрывания оконных створок, поскольку они хороши в эксплуатации. Применение внешних дверей или ворот рекомендовано только в случаях необходимости. Также они не должны поддаваться действиям ветровой нагрузки. В определенных условиях вращающиеся конструкции могут быть выгоднее решений, предусматривающих открытие выпускного отверстия путем его смещения. Конструкции могут размещаться в стенах (стеновых панелях) с

применением пластика и других материалов, благодаря чему повышается не только эффективность открывания ЛСК, но и ее теплоизоляционные свойства по сравнению с этими параметрами вскрываемых створок оконных переплетов.

- Сбрасываемые (стеновые панели и облегченные плиты покрытий).

Помимо оконных блоков при наличии соответствующих оснований могут применяться стеновые панели и легкие покрытия во взрывоопасных зонах. Сбрасываемые ЛСК не должны открываться при действии ветровой нагрузки. Оконные блоки с вращающимися и разрушающимися ЛСК выглядят так же, как и обычные окна. Основное их отличие заключается в наличии смещаемого или поворотного механизма и специальной рамы, благодаря которой створка «освобождает» оконный проем при определенном давлении. Это давление создается за счет сгорания газовой смеси, которая выталкивает створку конструкции наружу при достижении значения более 0,7 кПа. Для приведения такой конструкции в действие не требуется никакого другого механизма или источника энергии.

Во избежание неисправностей в ЛСК предусмотрены специальные запорные предохранительные устройства. Предохранительное запирающее устройство должно обеспечивать открывание поворотной створки или освобождение вытесняемого элемента наружу при достижении в помещении избыточного давления 0,7 кПа. Однако, если давление поднимается до критического значения, створка позволяет открыть проем. Следует обратить внимание, что в конструкциях с поворотным механизмом требуемый угол открывания составляет 90°, в противном случае предохранитель не сработает. При эксплуатации в диапазоне температур от -30 до +45 °С должна быть гарантирована безотказная работа данных конструкций. Также важно регулярно проверять всю конструкцию, структурную и запорную части при использовании в суровых климатических условиях, так как створка может случайно выпасть.

ЛСК изготавливаются в соответствии с проектно-технической документацией. Все комплектующие и производственное сырье сертифицируются или контролируются. На сами узлы ЛСК требуется паспорт с отметкой о техническом контроле.

Система включает в себя следующие компоненты:

- Заполнение (оконное стекло, глухие заполнения и стеклопакеты).
- Каркасы изделий.
- Узлы ЛСК (удерживает в целом конструкцию во время эксплуатации и разрушается при достижении избыточного давления).
- Опорные подкладки (служат для поддержки и восприятия веса изделия).
- Монтажные узлы (обеспечивают утепление в зазоре между изделием и проемом и не препятствуют смещению конструкции при избыточном давлении).
- Внутренняя и внешняя отделка (служит для отвода влаги с внешней стороны и в декоративных целях, не мешает смещению конструкции).

Площадь ЛСК определяют расчетом, исходя из прочности основной несущей конструкции здания и сооружения. За неимением расчетных данных площадь следует принимать не менее $0,05 \text{ м}^2$ на $1,0 \text{ м}^3$ объема помещения категории А и не менее $0,03 \text{ м}^2$ такого же объема помещения категории Б.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаров Л.К. Пожарная безопасность : энциклопедия / Всеросс. науч.-исследоват. ин-т противопожарной обороны. – 6-е изд., испр. и доп. – Москва : ВНИИПО, 2019. – 603 с.
2. ГОСТ Р 56288-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Конструкции оконные со стеклопакетами легкобрасываемые для зданий. Технические условия (утв. И введен в действие Приказом Росстандарта от 26.11.2014 №1930-ст) // Конструкции оконные со стеклопакетами легкобрасываемые для зданий. Технические условия: сб. ГОСТов. – М.: Стандартиформ, 2015.
3. Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (ред. от 14.07.2022) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» // Собрание законодательства Российской Федерации. 2008.
4. СП 4.13330.2013. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. – Взамен СП 4.13130.2009: введен 24.04.2013. – Москва: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2013. – 186 с.
5. СП 56.13330.2021. Производственные здания СНиП 31-03-2001: утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ (Минстрой России) от 27.12.2021 г. №1024/пр: введен 28.11.2022. – Москва:ОАО ЦНИИП, 2021. – 67 с.

УДК 66.021.3

А. И. Ларина¹, С. В. Натарева^{1,2}

¹Ивановский государственный химико-технологический университет

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИОНООБМЕНА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Работа посвящена исследованию процессов ионного обмена в коническом аппарате со взвешенным слоем ионита. Показана перспективность применения процесса ионного обмена для очистки воды в чрезвычайных ситуациях.

Ключевые слова: ионный обмен; аппарат со взвешенным слоем ионита.

A. I. Larina, S. V. Natareev

APPLICATION OF ION EXCHANGE METHODS FOR WATER PURIFICATION IN EMERGENCY SITUATIONS

The work is devoted to the study of ion exchange processes in a conical apparatus with a suspended ionite layer. The promise of using the ion exchange process for water purification in emergency situations has been shown.

Keywords: ion exchange; apparatus with a suspended ionite layer.

Бесперебойное обеспечение населения, медицинских учреждений, формирований МЧС и других подразделений водой при ликвидации последствий чрезвычайных ситуациях является одной из основных задач. Например, согласно рекомендуемым нормам обеспечения населения водой необходимо для одного человека 2,5 л питьевой воды в сутки, медицинских организаций — 50 л/чел. в сутки, проведения полной санобработки людей — 45 л/чел. [1].

Одним из эффективных методов очистки воды является метод ионного обмена. Данный метод основан на проведении химической реакции, при которой происходит обмен ионами между твердым веществом (ионитом) и раствором электролита [2]. Способность ионитов к ионному обмену объясняется их строением. Ионит состоит из твердой основы (матрицы), в которую тем или иным способом внесены функциональные групп, способные обменивать свои ионы на ионы внешней среды. Таким образом, в результате реакции ионного обмена извлекаются из воды токсичные ионы, а ионитом отдаются воде нетоксичные ионы. Процесс ионного обмена циклический. После проведения регенерации ионит вновь может быть использован для очистки воды.

Эффективное проведение процессов ионного обмена не возможно без применения современного высокопроизводительного оборудования. К такому ионообменному оборудованию относится односекционный аппарат со взвешенным слоем ионита. Применение для очистки воды взвешенного слоя ионита способствует увеличению процесса массоотдачи между ионитом и растворами. Также важно уменьшать продольное перемешивание ионита и раствора с помощью секционирования кипящего слоя тарелками и применения аппаратов конического типа. К достоинству аппарата периодического действия также можно отнести возможность очистки воды с изменяющейся во времени концентрацией целевого компонента.

В работе проведены исследования процессов ионообменной очистки растворов сульфата меди в ионообменной установке периодического действия (рис. 1).

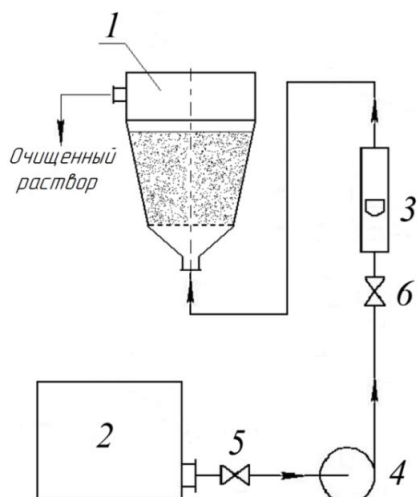


Рис. 1. Схема лабораторной установки с односекционным аппаратом со взвешенным слоем ионита:
1 — ионообменный аппарат,
2 — емкость исходного раствора,
3 — ротаметр, 4 — насос,
5–6 — вентили

Основным элементом установки является аппарат конической формы со взвешенным слоем катионита 1. Перед началом проведения эксперимента в аппарат загружается набухший зернистый катионит. Исходный раствор из емкости 2 подается в нижнюю часть аппарата с помощью насоса 4. Необходимый расход раствора устанавливали с помощью вентиль 6 и контролировали по ротаметру 3. В процессе работы аппарата исходный раствор сначала проходит через водораспределительную решетку, а затем через взвешенный слой катионита, где очищается от ионов целевого компонента. Очищенный раствор удалялся в верхней части аппарата.

Аппарат был изготовлен из листового оргстекла. Основные характеристики аппарата, а также режимные параметры его работы приведены в таблице. Для опытов использовали растворы сульфата меди и сульфокислотный катионит КУ-2-8.

Таблица. Основные показатели работы аппарата со взвешенным слоем ионита

Наименование показателя	Показатель
Высота аппарата, м	0,3
Диаметр водораспределительной решетки, м	0,06
Угол раскрытия конусности, град	14
Объем единовременной загрузки катионита, мл	100
Высота взвешенного слоя ионита в аппарате, см	4
Расход исходного раствора сульфата меди, м ³ /с	(6 – 13) 10 ⁻⁶
Концентрация исходного раствора сульфата меди, кг-экв/м ³	0,1
Ионообменный материал	КУ-2-8 (Na)

В ходе проведения эксперимента на выходе из аппарата отбирались пробы и определялась концентрация целевого компонента путем измерения оптической плотности раствора при длине волны равной 610 нм на спектрофотометре U-2001 (Hitachi, Япония). Погрешность измерений не превышала 3 %. По полученным значениям строились выходные кривые, позволяющие оценить протекание ионообменного процесса.

Результаты экспериментальных исследований приведены на рис. 2, на котором по оси абсцисс указано время процесса τ , а по оси ординат – безразмерная концентрация раствора $N(\tau) = C(\tau) / C_{\text{вх}}$.

Данные, представленные на рис. 2, свидетельствуют о том, что расход раствора сульфата меди заметно влияет на динамику процесса сорбции. Выходные кривые ионного обмена имеют классический вид. В начале процесса через определенный промежуток времени наблюдается проскок ионов меди (II), который характеризует время защитного действия слоя ионита. Затем наблюдается постепенное повышение концентрации раствора. Наклон выходных кривых указывает, что на обмен ионов между фазами влияет кинетика процесса. Процесс заканчивается при достижении концентрации раствора на выходе из аппарата, равной концентрации раствора, поступающей на очистку. Из анализа выходных кривых ионного обмена установлено, что динамическая обменная емкость катионита КУ-2-8 (Na-форма) по ионам меди (II) составляет 1,83 кг-экв/м³.

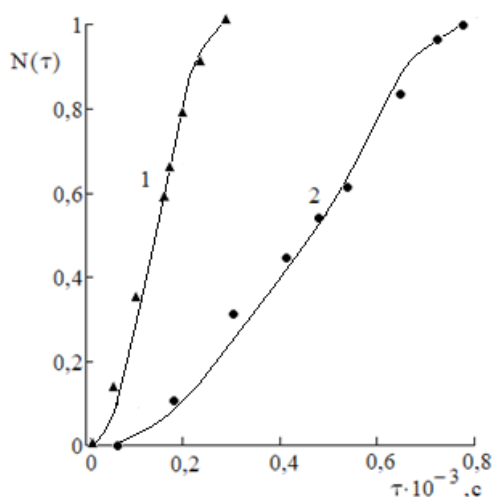


Рис. 2. Выходные кривые
ионообменной сорбции ионов меди
на катионите КУ-2-8:
 $C_{\text{вх}} = 0,1 \text{ кг-экв/м}^3$;
1 — $Q = 13,6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$;
2 — $Q = 6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$

В ходе экспериментальных исследований были проанализированы различные режимы работы ионообменной сорбции ионов меди на сульфокислотном катионите КУ-2-8 (Na-формы). Полученные данные свидетельствуют о том, что расход исходного раствора оказывает существенное влияние на параметры процесса. Эти результаты имеют практическое значение для разработки эффективных систем очистки воды в чрезвычайных ситуациях, что позволит обеспечить доступ к чистой воде для населения. Для прогнозирования времени работы аппарата с ионообменным слоем планируется

разработать математическую модель процесса ионного обмена и верифицировать ее на основе экспериментальных данных.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по организации первоочередного жизнеобеспечения населения в чрезвычайных ситуациях и работы пунктов временного размещения пострадавшего населения (утв. МЧС России 20.08.2020 N 2-4-71-18-11). [Электронный ресурс. Доступ из СПС КонсультантПлюс. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_365189/].
2. Никольский Б.П. Иониты и ионный обмен / Б.П. Никольский. – Л.: Химия, 1982. – 416 с.

УДК: 620.193.4:661.183

А. Р. Лукашенко, С. А. Онищенко
Донецкий институт ГПС МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье рассмотрим многое, что представляют собой интересную область исследований и разработок, объединяющую современные технологии и стремление к повышению уровня безопасности.

Ключевые слова: пожар; безопасность; пожарная безопасность; нанотехнологии; современные материалы; технология; окружающая среда.

A. R. Lukashenko, S. A. Onichenko

THE USE OF NANOTECHNOLOGY IN THE PRODUCTION OF MATERIALS FOR FIRE SAFETY

In the article, we will look at many things that represent an interesting area of research and development, combining modern technologies and the desire to improve security.

Keywords: fire; safety; fire safety; nanotechnology; modern materials; technology; environment.

Нанотехнология — это использование вещества на атомном, молекулярном и супрамолекулярном уровнях в промышленных целях. Материалы, созданные с использованием нанотехнологий, называются нанокомпозитами и состоят из пластиковой матрицы и более твердых и долговечных наполнителей. Важными свойствами нанокомпозитов являются их повышенная термостойкость и способность замедлять горение при низком содержании наполнителя, что значительно снижает стоимость их производства и упрощает дальнейшую переработку.

Тема «Использование нанотехнологий в производстве материалов для обеспечения пожарной безопасности» — увлекательная сфера изучения и разработок, сочетающая в себе нынешние технологии и рвение повысить безопасность.

Наноматериалы в противопожарной защите: рассмотрение всевозможных разновидностей наноматериалов, таких как наночастицы оксидов металлов, углеродные нанотрубки и графен, и их применение при разработке огнезащитных покрытий и материалов.

Повышение огнестойкости с помощью нанотехнологий: изучение того, как наноматериалы могут увеличить невоспламеняемость и термоустойчивость классических строительных и отделочных материалов, таких как дерево, текстиль, пластмасса и металл.

Нанотехнологии для находки и устранения пожаров: обсуждение употребления наносенсоров для раннего находки пожара и механической активации систем пожаротушения, а также интеграции наноматериалов в системы пассивной противопожарной защиты [1].

Экологически очищенные огнезащитные решения: анализ разработки наноматериалов, какие не только высокоэффективны в области противопожарной защиты, однако и обладают невысокой токсичностью и экологической безопасностью.

Вызовы и перспективы: рассмотрение технических, экономических и нормативных проблем, соединенных с применением нанотехнологий в производстве материалов для снабжения пожарной безопасности, а еще возможностей развития данного направления. Примеры эффективного применения: Изучение определенных образцов применения нанотехнологий в всевозможных отраслях промышленности, таких как строительство, автомобилестроение, авиация и другие, с целью увеличения пожарной безопасности.

Нанотехнологии играют все более важную роль в производстве противопожарных материалов благодаря своим уникальным свойствам и возможностям. Некоторые области применения нанотехнологий в этой области включают:

Нанокомпозиты материалов: использование наночастиц в противопожарных материалах может улучшить их механические свойства, термическую стабильность и огнестойкость. Например, добавление наночастиц

оксида циркония или диоксида кремния в полимерные материалы делает их более огнестойкими.

Сенсорные наноматериалы: нанотехнологии позволяют создавать инновационные сенсорные материалы, способные обнаруживать опасные уровни температуры или газов в окружающей среде и предупреждать о пожаре.

Нанотекстурированные поверхности: нанотехнологии могут быть использованы для создания поверхностей со специфическими наноструктурами, которые способствуют более эффективному отводу тепла и предотвращают распространение огня [2].

Нанокapsулы с огнетушащими веществами: нанотехнологии позволяют создавать капсулы с огнетушащими веществами, которые могут быть встроены в материалы и активироваться при возникновении пожара, помогая его тушить.

Использование нанотехнологий в производстве противопожарных материалов открывает новые возможности для создания более эффективных и инновационных средств противопожарной защиты и повышения безопасности окружающей среды и людей.

В настоящее время приоритетом является создание инновационных интеллектуальных систем, реагирующих на события в режиме реального времени, с функциями саморегулирования и возможностью гибкого перепрограммирования. Сегодня на базе роботов, предназначенных для тушения пожаров, разрабатываются новые технологии с высокой эффективностью. К ним относятся системы, в которых двухкомпонентная распыляемая вода образуется с помощью ультразвука.

В то же время для обеспечения дальности полета мельчайших частиц, образующихся в пузырьках пара в результате кавитационных процессов при изменении скоростей потока (от низких до высоких), используются высокоэнергетические крупные частицы (от 100 до 400 мкм). Особенность этих мельчайших частиц заключается в их высокой эффективности пожаротушения в результате значительного объемного поглощения тепловой энергии, поскольку поверхность контакта с водой увеличивается во много раз [3].

Автоматические системы обнаружения пожара представляются значительной частью сохранности в зданиях и помещениях, где может появиться риск происхождения пожара. Эти системы действуют для основания разнообразных технологий, таковых как датчики дыма и тепла, и предназначены для показывания дыма, высоких температур или пламени.

Когда концепция показывает свойства пожара, она автоматом активизирует сигнализацию и уведомляет отрасль пожарной безопасности или другие срочные службы. Это позволяет вовремя отвечать на угрозу пожара и минимизировать возможный ущерб и опасности для людей.

Нанотехнологии могут быть использованы в производстве материалов для повышения их пожарной безопасности. Например, наночастицы могут быть добавлены к полимерам или другим материалам, чтобы улучшить их огнестойкость и снизить распространение пламени. Такие материалы могут

быть использованы в строительстве для создания более безопасных зданий, а также в производстве одежды и других товаров, устойчивых к огню.

Использование нанотехнологий также позволяет создавать более легкие и прочные материалы, которые могут быть использованы в производстве средств пожаротушения, защитной одежды для пожарных и другого оборудования для борьбы с пожарами. Например, нанотехнологии могут быть использованы для создания интеллектуальных материалов, которые могут реагировать на температуру и другие внешние воздействия, обеспечивая более эффективную защиту.

Таким образом, использование нанотехнологий в производстве материалов для пожарной безопасности может значительно улучшить уровень безопасности и защиты от пожаров, что особенно важно в сфере строительства, производства и других отраслях, где существует риск возникновения пожаров.

Нанотехнологии, которые в перспективе могут эффективно использоваться в области обеспечения пожарной безопасности объектов защиты.

В настоящее время уже разработано большое количество нанопроектов, требующих доработок и усовершенствований, некоторые из которых уже достаточно близки к производству.

Давайте рассмотрим наиболее значимые нанодостижения, которые играют существенную роль в реализации мероприятий в области пожарной безопасности и работе надзорных органов МЧС России.

Одним из таких проектов является создание датчика взрывоопасных газов.

Для структур МЧС России данная разработка имеет особое значение, поскольку датчик интенсивно используется в зонах техногенных катастроф и аварий, в том числе на предприятиях с высоким уровнем опасности.

Наблюдательный совет «Роснано» одобрил производство малогабаритных датчиков, госкорпорация «Роснано» инвестировала в производство готовой продукции.

Особая уникальность разработки заключается в использовании полупроводниковых поликристаллических нанослоев при поточном производстве первичного источника излучения и фотоэлектрических приемников, которые представляют собой ядро датчика.

Созданный проект включал в себя программу по созданию сразу трех типов датчиков для установки в стационарные и портативные газоанализаторы, способные своевременно обнаруживать наличие взрывоопасных газов. Такие устройства пользуются большим спросом для обеспечения оптимального уровня пожарной безопасности в различных отраслях промышленности: угольной, нефтехимической, нефтегазовой, а также жилищно-коммунальном хозяйстве и, в частности, способствуют облегчению контроля со стороны надзорные органы МЧС России за соблюдением надлежащего уровня пожарной безопасности. пожарная безопасность. пожарная безопасность [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Солнцев Ю. П., Пряхин Е. И., Вологжанина С. А., Петкова А. П. Нанотехнологии и специальные материалы; Москва, Химиздат, 2009. 336 с.
2. Balanyuk V.M. The Increase of Fire Extinguishing Efficiency of Gas-Aerosol Binary Mixture Using Shock Waves // Safety & Fire Technique. 2017. Vol. 46. № 2. P. 72-86.
3. Основы нанотехнологий и наноматериалов: учеб. пособие / Н.А. Азаренков. [и др.] Харьков: Нац. ун-т им. В.Н. Каразина, 2009. 69 с.
4. Анализ проблем возможного применения наноматериалов и нанотехнологий в интересах МЧС России / О.А. Медведев [и др.] // Технологии гражданской безопасности. 2014. № 1 (39). С. 62-67.

УДК 614.7

Т. А. Мочалова, О. Е. Сторонкина, Д. С. Кашицын
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РАЙОНЕ АВТОДОРОГИ НА УЛ. ОГНЕБОРЦЕВ Г. ИВАНОВО

В статье приводятся результаты исследования степени загрязнения атмосферного воздуха угарным газом, выделяемым автомобильным транспортом, в районе детской игровой площадки. Показано, что экологическая обстановка (по загрязненности воздуха угарным газом) в районе детской игровой площадки, расположенной по ул. Огнеборцев в г. Иваново, не благоприятна.

Ключевые слова: загрязнение воздуха; автомобильный транспорт; угарный газ.

T. A. Mochalova, O. E. Storonkina, D. S. Kashitsyn

ASSESSMENT OF THE CONDITION OF ATMOSPHERIC AIR IN THE AREA OF THE HIGHWAY ON ST. OGNEBORTSEV IVANOV

The article presents the results of a study of the degree of atmospheric air pollution by carbon monoxide emitted by motor vehicles in the area of a children's playground. It is shown that the environmental situation (air pollution with carbon monoxide) in the area of the children's playground located on the street Ognebortsev in Ivanovo, not favorable.

Keywords: air pollution; road transport; carbon monoxide.

Основной средой обитания человека в настоящее время становятся города. Поэтому исследования городской среды и связанные с ними теоретические и прикладные экологические проблемы необычайно актуальны.

В 21 веке одной из самых актуальных проблем мегаполисов является загрязнение атмосферного воздуха автомобильно-дорожным комплексом, как одним из важнейших элементов функционирования города. Около 80 % от общего количества вредных веществ приходится на автомобили. Автомобильный транспорт загрязняет атмосферу выхлопными газами, твердыми частицами, нефтепродуктами и другими токсичными веществами [1, 2].

Ежегодный рост количества автомобилей способствует увеличению концентрации вредных веществ в атмосфере. Наибольшее скопление вредных веществ сосредоточено на перекрестках, т.к. именно в этих местах наблюдается массовое количество разгонов и торможений, при которых происходит максимальный выброс выхлопных газов и твердых частиц.

Все эти вредные вещества могут накапливаться в организме человека и приводить к нарушению работы организма.

Иваново не входит в список городов России с индексом загрязнения атмосферы (ИЗА) более 14 (очень высокое загрязнение), а также в перечень городов, в которых зарегистрированы случаи высокого загрязнения атмосферного воздуха, когда максимальные разовые концентрации загрязняющих веществ превышали 10 ПДК. Ситуацию с выбросом загрязняющих веществ в Ивановской области можно оценить, как стабильную. За период 2022 года зафиксирован небольшой рост объемов выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников. Однако наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха, особенно в городе Иваново, вносят передвижные источники (автомобильный транспорт и железнодорожный транспорт) [3–5].

В связи с плотной застройкой современных городов возникают ситуации, когда игровые площадки для детей располагаются вблизи дорог. Несомненно, это может оказать негативное влияние на здоровье находящихся на них людей, особенно детей. Поэтому определение уровня загрязненности воздуха в данных локациях выхлопными автомобильными газами является актуальной задачей.

Целью данной работы является определение степени загрязнения воздуха оксидом углерода в районе детской игровой площадки, расположенной на ул. Огнеборцев г. Иваново.

Степень загрязнения воздуха исследовалась на участке дороги по улице Огнеборцев г. Иваново (рисунок). Здесь между двумя проезжими частями расположена детская игровая площадка.

Игровую площадку посещает довольно много родителей с детьми, как в будние дни, так и в выходные. Ее расположение вблизи проезжей части способствует загрязнению воздуха выхлопными газами автомобилей.

Степень загрязнения атмосферного воздуха определяли по концентрации оксида углерода (K_{CO}), выделяемого автомобильным транспортом, по методике Федоровой А. И. и Никольской А. Н. [6].



Рисунок. Карта участка дороги по улице Огнеборцев с расположенной между проезжими частями детской игровой площадкой

Предельно допустимая концентрация (ПДК) выбросов автотранспорта по оксиду углерода равна 5 мг/м³.

Интенсивность движения автомобилей на дороге определяли в период с 11 (суббота) по 12 (воскресенье) ноября 2023 года в 15:05 и 15:30 по мск. Выходные дни были выбраны нами для наблюдений в связи с тем, что в это время на игровой детской площадке наибольшее количество посетителей.

Результаты исследования представлены в таблице.

Таблица. Результаты наблюдений

№ п/п	Тип автомобиля	Количество автомобилей данного типа, проезжающих на заданном участке за 60 мин	
		11 ноября 2023 года	12 ноября 2023 года
1	Легкий грузовой	0	0
2	Средний грузовой	18	12
3	Тяжелый грузовой (дизельный)	0	6
4	Автобус	0	0
5	Легковой	306	372
6	Итого	324	390
7	Концентрации оксида углерода (K _{co}), мг/м ³	13,3	13,2

Таким образом, согласно расчету ПДК выбросов автотранспорта по оксиду углерода превышена в 2,7 раза.

На основании проведенного исследования можно констатировать, что экологическая обстановка (по загрязненности воздуха угарным газом) в районе детской игровой площадки, расположенной по ул. Огнеборцев в г. Иваново, не благоприятна.

В качестве рекомендаций по снижению вредного воздействия автомобильных выбросов на людей, пребывающих на игровой площадке, можно предложить родителям ограничить время пребывания детей на данной игровой площадке, а также организации, ответственной за благоустройство данной площадки, провести плотную высадку по ее периметру кустарников и деревьев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пепина Л.А., Созонтова А.Н. Загрязнение атмосферного воздуха автомобильно-дорожным комплексом / Alfabuild. 1 (1). 2017. – стр. 99-110.
2. Гуртяк М.А. Анализ загрязнения атмосферного воздуха автомобильно-дорожным комплексом // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. №9-1. С. 32-35.
3. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Ивановской области в 2022».- Иваново.- 2023. – 153 с.
4. Влияние выбросов автомобильного транспорта на экологическое состояние городской среды / О.Г. Зейнетдинова, Т.А. Мочалова, Ю.Р. Зейнетдинова, О.А. Морозова // В мире научных открытий. – 2016. – № 5-2(77). – С. 62-71. – EDN WCAWMV.
5. Проблемы экологической безопасности воздушного бассейна г. Иваново / О.Г. Зейнетдинова, Т.А. Мочалова, Д.С. Цепляев, А.В. Суслов // Пожарная и аварийная безопасность: материалы IX Международной научно-практической конференции, Иваново, 20-21 ноября 2014 года. – Иваново: ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС России, 2014. – С. 345-346. – EDN YFHXUF.
6. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001. – 288 с.: ил.

УДК: 537.226.4:532.783

Т. В. Пашкова^{1,2}, А. И. Александров²

¹ Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

² Ивановский государственный университет

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЛЕНОК ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СОПОЛИМЕРОВ НА ОСНОВЕ НЕКОТОРЫХ ФЕНИЛБЕНЗОАТОВ И БИФЕНИЛОВ В КАЧЕСТВЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

Проведены спектральные и электронографические исследования тонких пленок на основе смесей хирального бифенила и ахирального фенилбензоата, полимеризованных ультрафиолетовым излучением. Установлено, что эти пленки имеют структуру пленок, полученных осаждением на основе жидкокристаллических сополимеров на основе этих мономеров. Пленки, содержащие бифенил, образуют сегнетоэлектрические фазы, и могут обладать пьезоэлектрическими свойствами. Следовательно, такие пленки могут быть использованы в качестве активных элементов пьезоэлектрических датчиков.

Ключевые слова: жидкокристаллические сополимеры; фенилбензоаты; бифенилы; сегнетоэлектрические фазы; УФ полимеризация; спектральный анализ; электронография; пьезоэлектрические датчики.

T. V. Pashkova, A. I. Alexandrov

ON THE POSSIBILITY OF USING FILMS OF LIQUID CRYSTAL COPOLYMERS BASED ON SOME PHENYLBENZOATES AND BIPHENYLS AS ELEMENTS OF PYROELECTRIC SENSORS

Spectral and electronographic studies of thin films based on mixtures of chiral biphenyl and achiral phenyl benzoate polymerized by ultraviolet radiation have been carried out. It has been established that these films have the structure of films obtained by deposition based on liquid crystal copolymers based on these monomers. Films containing biphenyl form ferroelectric phases, and may have pyroelectric properties. Therefore, such films can be used as active elements of pyroelectric sensors.

Keywords: liquid crystal copolymers, phenylbenzoates, biphenyls, ferroelectric phases, UV polymerization, spectral analysis, electronography, pyroelectric sensors.

Введение

Обеспечение пожарной безопасности зданий безусловно требует контроля температуры, что определяет необходимость наличия приборов, сигнализирующих о превышении допустимой температуры в помещении [1–5]. Для этих целей практически повсеместно применяют пьезоэлектрические датчики, действие которых основано на пьезоэлектрическом эффекте.

Чувствительным элементом пиродатчика является пластина из пьезоэлектрика с двумя металлическими обкладками. В существующих ныне пиродатчиках в качестве таких пластин применяют пьезоактивные сегнетоэлектрические керамики например, барий-стронциевый титанат BaSrTiO_3 , танталат лития LiTaO_3 и другие материалы. Все они имеют большую плотность, являются хрупкими жесткими материалами, из которых трудно получать структуры больших размеров и практически невозможно изготавливать детали сложной формы [3]. Поэтому внимание исследователей привлекают пьезоактивные полимерные пленки, которые в отличие от керамик, имеют высокую прочность, невосприимчивость к влаге, химическую инертность, гибкость [6]. В настоящей работе рассматривается возможность использования в качестве активных элементов пироприборов тонких пленок некоторых жидкокристаллических сополимеров на основе ахирального фенилбензоата и

хирального бифенила, поскольку жидкокристаллические полимеры, содержащие в качестве боковых фрагментов хиральные группы, могут обладать сегнетоэлектрическими свойствами [7, 10]. Вопрос о возможности использования сегнетоэлектрических жидких кристаллов в качестве активных элементов для пироэлементов обсуждается еще с 1984 года, однако к настоящему времени их использование ограничивается созданием дисплеев [11, 12].

Методическая часть

В работе методом спектрального анализа исследована структура пленок жидкокристаллических ахиральных бензоатов и хиральных бифенилов и гребнеобразных сополимеров, полученных радикальной полимеризацией этих мономеров, с различным содержанием хирального компонента (CPL0, CPL25, CPL50 и CPL75, (цифры указывают процентное содержание хирального бифенила в сополимере)). Химические формулы мономеров следующие:

Фенилбензоат - $C_6H_{13}-O-C_6H_4-O-(CO)-C_6H_4-O-C_6H_{12}-O-(CO)-CH=CH_2$;

Бифенил - $C_6H_{13}-O-C_6H_4-C_6H_4-O-(CO)-(CH_2)_2-C(CH_3)-CH_2-O-(CO)-CH=CH_2$

Пленки мономеров и полимеров формировали на кварцевых подложках осаждением из раствора в бензоле. Полимеризацию пленок мономеров проводили ультрафиолетовым (УФ) облучением (излучение ртутной лампы) в течение 45 минут. Спектры поглощения растворов исследуемых соединений и пленок на их основе получены на спектрофотометре СФ-56. Электронографические исследования проводили на электронном микроскопе ЭМВ 100Л при ускоряющем напряжении 50 кВ.

Результаты и обсуждение

Структура сополимеров ранее была исследованы рентгенографически. В результате проведенных исследований были установлены типы возникающих фаз и температуры фазовых переходов [7, 8]. Схемы фазовых превращений имеют вид:

CPL00: $SmF^*-122^{\circ}C-SmC^*-181^{\circ}C-I$; CPL25: $SmF^*-45^{\circ}C-SmC^*-152^{\circ}C-I$;

CPL50: $SmF^*-75^{\circ}C-SmC^*-170^{\circ}C-I$; CPL75: $SmF^*-115^{\circ}C-SmC^*-170^{\circ}C-I$.

Во всех исследованных сополимерах образуются смектические фазы с полярными слоями, что говорит о возможности возникновения пироэлектрического эффекта в этих соединениях. Проведенные ранее исследования показали, что пленки жидкокристаллических полимеров наследуют структуру объемной фазы. Следовательно, такими же свойствами могут обладать и пленки, сформированные на их основе. Таким образом, существует возможность сформировать пироактивную структуру в тонком

слое, которая может служить активным элементом пироэлектрического датчика. Проведенные спектральные исследования пленок на основе этих сополимеров доказали термическую стабильность пленок температурном интервале существования хиральных фаз [13].

Ранее было показано, что облучение ультрафиолетовыми лучами мономерных пленок красителей приводит к их полимеризации, что увеличивает температурный интервал их существования [14]. В нашей работе пленки на основе смесей исследуемых мономеров с концентрацией хирального бифенила 25, 50 и 75 % полимеризовали УФ лучами. Появление максимума поглощения на длине волны 390 нм в спектре поглощения облученной пленки по сравнению со спектром мономера свидетельствует о полимеризации пленки под действием ультрафиолетовых лучей, рис. 1а. Сравнение спектров поглощения пленок на основе сополимеров и УФ полимеризованных пленок мономеров показали их совпадение, что говорит об образовании гребнеобразных сополимеров одинакового строения, рис. 1б, в.

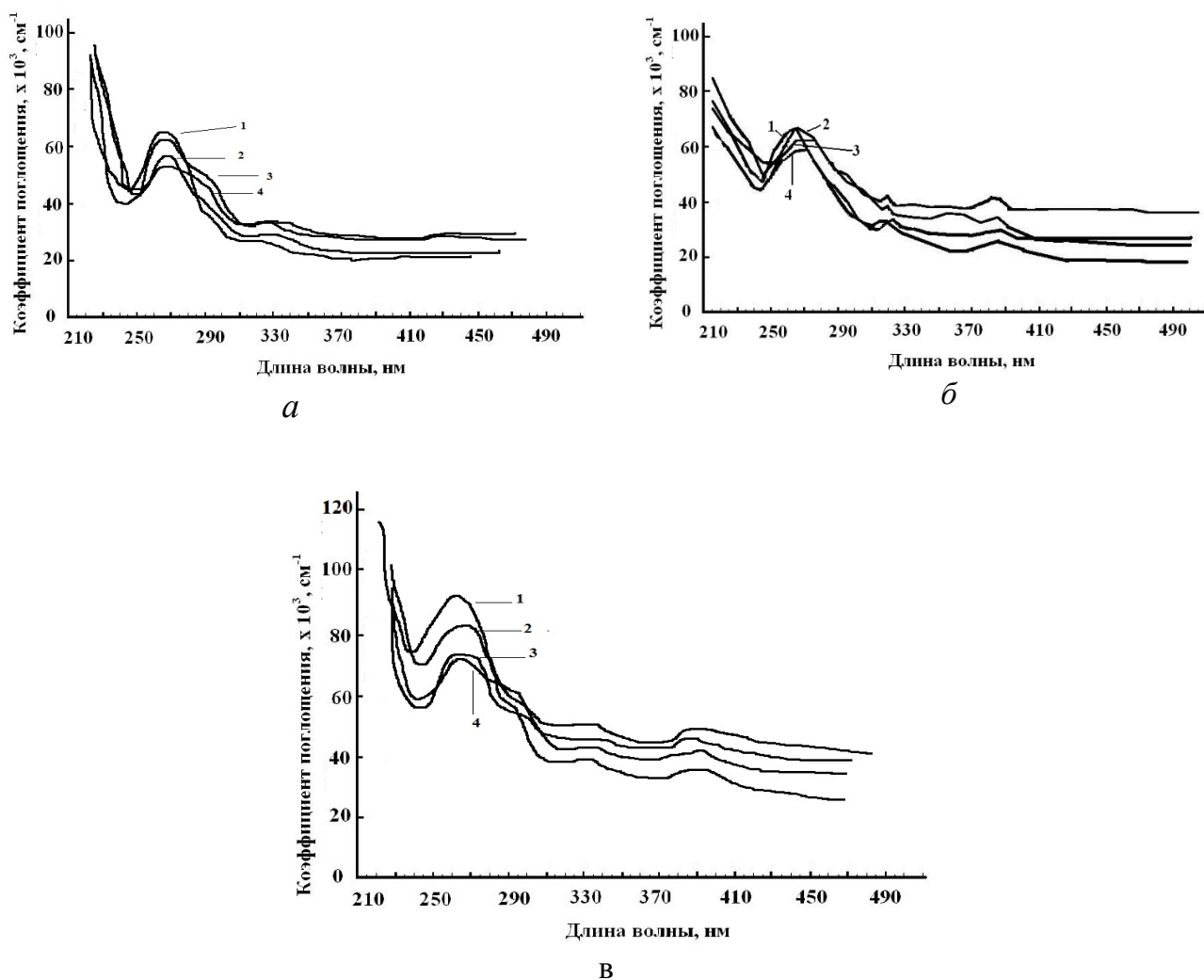


Рис 1. Спектры поглощения пленок:

а — мономеров, б — сополимеров, в — УФ полимеризованных пленок мономеров.
Здесь 1 — CPL0, 2 — CPL25, 3 — CPL50, 4 — CPL75

Электроннографические исследования пленок, полученных УФ полимеризацией мономерных пленок чистого бифенила и смеси бифенила и фенилбензоата в соотношении 75:25, показали, что структура пленок одинакова (одинаковы дифракционные картины и структурные параметры, таблица). Следовательно, сегнетоэлектрические свойства сохраняются и у полимеризованных пленок.

Таблица. Структурные параметры пленок

	N	CPL0		CPL75	
		Полимерная	Уф полимеризованная	Полимерная	Уф полимеризованная
d,	1	4,57	4,56	4,43	4,42
Å	2	3,31	3,34	3,33	3,33

Здесь $\Delta d = 0,03 \text{ Å}$

Заключение

Таким образом, в ходе проведенных исследований:

- показана возможность полимеризации пленок на основе смесей низкомолекулярных фенилбензоатов и бифенилов ультрафиолетовым излучением;
- установлено, что спектры УФ полимеризованных пленок и пленок, полученных осаждением сополимеров из раствора, практически одинаковы;
- структура пленок на основе сополимеров и УФ полимеризованных пленок одинакова;
- поскольку пленки сополимеров обладают сегнетоэлектрическими свойствами, подобные свойства следует ожидать и у полимеризованных ультрафиолетовыми лучами пленок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новик В.К., Гаврилова Н.Д., Фельдман Н. Б. Пироэлектрические преобразователи. – М.: Сов. радио, 1979. 176 с.
2. Лучейкин Г.А. Полимерные пьезоэлектрики. – М.: Химия, 1990. 176 с.
3. Chatigny J. Victor. Piezo film yields novel transducers. – Electronics week, 1984. – № 17. Рр. 89-98.
4. Косоротов В.Ф., Кременчугский Л.С., Самойлов В.Б. и др. Пироэлектрический эффект и его практическое применение. – Киев: Наукова думка, 1989. 223 с.
5. Гаврилов Н.Д., Новик В.К. Современные проблемы пироэлектрического материаловедения / Сегнето- и пьезоэлектрики в ускорении научно-технического прогресса: Материалы Всесоюзн. конф. – М.: МДНТП, 1987. С.22-29.
6. Ванеев Г.Г. Пироэлектрический преобразователь на полимерных сегнетоэлектриках. Вестник МГТУ им. Н.Э.Баумана. Сер. “Машиностроение”. 2006. №2 89-98.

7. Alexandrov A.I., Konstantinov I.I., Pashkova T.V. X-Ray Study of Some Liquid Crystal Homo- and Copolymers. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*. 1997. V.303. Pp. 137-143.

8. Александров А.И., Пашкова Т.В. Исследование структуры мезогенных гомо- и сополимеров на основе некоторых хиральных и ахиральных акрилатов. *Жидкие кристаллы и их практическое использование*. 2023 Т.23, №4, с.82-93.

9. Alexandrov A.I., Fulio A., Konstantinov I.I., Magagnini P.- l., Pashkova T.V., Paci M., Tassi E.V, Jablonsky S.V. Effect of the composition on the structure and ferroelectric properties of side chain liquid crystalline copolyacrylates *Ferroelectrics*, 1998, V.212, pp. 309-316.

10. Konstantinov I.I., Yablonsky S.V., Magagnini P.L., Zemtsov L.M., Tassi E.L., Paci M., Khodzaeva V.L., Andruzzi F., Alexandrov A. I., Pashkova T.V. A new chiral LC acrylate that exhibits pyroelectricity. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*. 1999. V.328. Pp. 139-150.

11. Блинов Л. М., Береснев Л. А. Сегнетоэлектрические жидкие кристаллы. *Успехи физических наук*. 1984. Том 13,4. Вып. 3, с.391-428.

12. Андреев А. Л., Компанец И. Н. Применения сегнетоэлектрических жидких кристаллов – реальные и возможные (обзор) *Жидкие кристаллы и их практическое использование*. 2015. Т. 15, № 3. С. 28–40.

13. Пашкова Т.В. Александров А.И. Спектральные исследования тонких пленок на основе некоторых хиральных жидкокристаллических сополимеров *Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции «Пожарная и аварийная безопасность», посвященной 370-й годовщине образования пожарной охраны России, Иваново, 12–13 сентября 2019 г. – Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2019. С. 241-244.*

14. Пашкова Т.В., Александров А.И., Баженов А.С. Спектральные исследования УФ- полимеризованных пленок красителя. //Актуальные вопросы современного естествознания. Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Иваново, 25 марта 2019 года. ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России. С. 107-111.

УДК 544.588

А. С. Поспелов, И. И. Сажин, Т. Г. Шикова, С. А. Смирнов

Ивановский государственный химико-технологический университет

МОДИФИЦИРОВАНИЕ ПЛЕНКИ ПОЛИВИНИЛИДЕНФТОРИДА В ТЛЕЮЩЕМ РАЗРЯДЕ ПОСТОЯННОГО ТОКА

В статье приведены результаты исследования влияния обработки в плазме кислорода и аргона на топологию, химический состав и смачиваемость пленки поливинилиденфторида (ПВДФ). Показано, что воздействие плазмы приводит к образованию кислородсодержащих функциональных групп, двойных связей, деструкции полимера и росту шероховатости поверхности.

Ключевые слова: поливинилиденфторид; ПВДФ; плазма; модифицирование полимеров; шероховатость; смачиваемость.

A. S. Pospelov, I. I. Sazhin, T. G. Shikova, S. A. Smirnov

MODIFICATION OF POLYVINYLIDENE FLUORIDE FILMS IN A DC GLOW DISCHARGE

The results of a study of the effect of oxygen and argon plasma treatment on the topology, chemical composition and wettability of polyvinylidene fluoride (PVDF) films are presented. It is shown that plasma exposure leads to the formation of oxygen-containing functional groups, double bonds, polymer degradation and an increase in surface roughness.

Keywords: polyvinylidene fluoride; PVDF; plasma; polymer modification; roughness; wettability.

Введение

Применение в промышленности современных материалов обеспечивает высокую пожарную и экологическую безопасность. Одним из самых перспективных с точки зрения областей применения классов современных полимерных материалов являются специальные фторполимеры. Они характеризуются высокой стойкостью к растворителям, кислотам и основаниям и имеют хорошую термостойкость. В последние годы наряду с широко применяемым политетрафторэтиленом (тефлоном) широкое применение находит поливинилиденфторид.

ПВДФ — фторполимер, обладающий уникальным сочетанием следующих свойств: хорошая химическая стойкость, высокая механическая прочность, пьезоэлектрические и пирозлектрические свойства, хорошая перерабатываемость. Это приводит к тому, что пленки ПВДФ применяются в самых различных областях: в радиотехнике и электронике — для изготовления печатных плат, конденсаторной пленки, пленочных защитных покрытий для электронных, электронагревательных приборов и инструментов, обмоточных кабелей, в качестве датчиков пьезо- и пирозэлементов, в сенсорных переключателях, микрофонах и т.д.; в химических и ядерных производствах пленка ПВДФ используется для изготовления пористых трековых фильтров для фильтрации агрессивных сред от частиц микропримесей; в медицине и фармацевтике — упаковка медицинских инструментов, пористые микрофильтры, искусственные мембраны с минимальными размерами пор для анализа белковых структур и др. Во многих случаях необходимо обеспечить хорошую смачиваемость поверхности полимера различными жидкостями или высокую адгезию к наносимым покрытиям, например, проводящим пленкам. Одним из ограничений, которое может усложнить или сузить сферы применения пленок

ПВДФ, является достаточно гидрофобная поверхность. Повысить гидрофильность полимера можно физическими и химическими способами. Традиционные химические методы активации поверхности требуют значительных объемов воды и имеют сбросы экологически опасных веществ, поэтому в последнее время все чаще для этих целей используют плазмохимическую обработку. Целью настоящей работы было исследование влияния обработки в плазме пониженного давления на поверхностные свойства пленки ПВДФ.

Методика эксперимента

В качестве объекта исследования использовали пленку ПВДФ толщиной 30 ± 1 мкм производства Solef® 11010 Solvay, Шанхай, Китай. Обработку образцов проводили в тлеющем разряде постоянного тока в аргоне и кислороде [1]. Пленки полимеров размером $1,5 \times 9,4$ см размещали в виде кольца по образующей на внутренней поверхности стеклянного реактора диаметром 3 см в зоне положительного столба разряда. Давление газа составляло 100 Па, линейная скорость потока газа — 30 см/с, ток разряда — 50, 80, 110 мА, время обработки — 5–10 мин.

Поверхность полимера исследовали методом Фурье–ИК-спектроскопии НПВО на спектрофотометре фирмы «Nicolet» типа «Avatar-360». Топологию поверхности исследовали методом атомно-силовой микроскопии на приборе SOLVER P47-PRO в полуконтактном режиме. Краевые углы смачивания поверхности образцов дистиллированной водой определяли по фотографиям капель сделанных цифровой HD-камерой. Измерения массы образца проводили на аналитических весах CAUW 120D (CAS, Южная Корея).

Экспериментальные результаты

ПВДФ является аморфно-кристаллическим полимером. Его молекулы представляют собой углеродные цепи, к каждому атому которых попеременно присоединены по два атома фтора и водорода $(-\text{CH}_2-\text{CF}_2-)_n$. Кристаллическая фаза характеризуется наличием четырех полиморфных модификаций, из которых основными являются α и β фазы [2]. Анализ исходных пленок методом атомно-силовой микроскопии показывает наличие кристаллических образований в форме сферолитов (рис. 2а), а на ИК спектрах НПВО наблюдаются полосы поглощения, которые могут быть отнесены к колебаниям в кристаллической фазе различных модификаций (α - и β -формы) (рис. 1а).

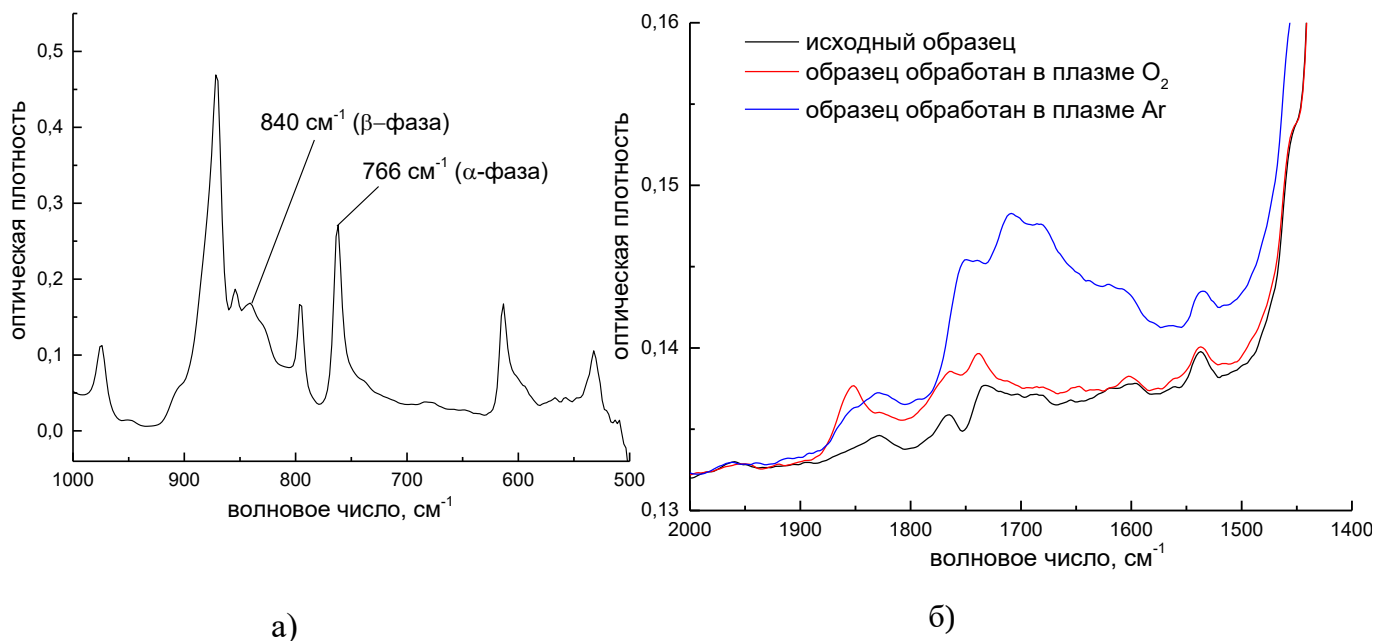


Рис. 1. ИК спектр НПВО пленки ПВДФ

а) спектр исходной пленки в области расположения полос упорядоченности,
б) спектры пленок, обработанных в плазме (давление газа 100 Па,
ток разряда 110 мА, время обработки 10 мин)

Плазмохимическая обработка приводит к изменению состава и структуры поверхностного слоя. Анализ образцов методом ИК спектроскопии НПВО показал, что наиболее значительные изменения в спектрах наблюдаются в области $1780\text{--}1550 \text{ cm}^{-1}$ (рис. 1, б). Рост поглощения в этой области спектра может быть связан с образованием связей $\text{C}=\text{O}$ в различном окружении и двойных связей $\text{C}=\text{C}$. Обработка образцов в плазме аргона приводит к более значительному росту поглощения в выделенном участке спектра, чем при воздействии на полимер плазмы кислорода. Это может быть связано с тем, что при обработке в аргоне преимущественно происходит разрыв связей $-\text{C}-\text{C}-$ в цепочке полимера, что приводит к более высокой концентрации двойных связей $\text{C}=\text{C}$ и значительному увеличению поглощения в области $1700\text{--}1600 \text{ cm}^{-1}$. Вместе с тем при наличии в инертном газе кислородсодержащих примесей или десорбции этих примесей со стенок разрядной трубки возможно присоединение кислорода по месту разрыва связей, и образование новых функциональных групп $\text{C}=\text{O}$ на поверхности полимера.

Воздействие плазмы приводит не только к изменению состава поверхностного слоя, но и к деструкции полимеров. В таблице приведены результаты гравиметрических измерений. Скорость убыли массы выше при обработке в плазме кислорода и увеличивается с ростом тока разряда.

Таблица. Скорость травления пленок ПВДФ

Условия обработки	Скорость травления, $\text{г}\cdot\text{см}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$
Плазма O_2 , 100 Па, 50 мА, $310\pm 5\text{K}$	$1,37\cdot 10^{-7}$
Плазма Ar, 100 Па, 50 мА, $306\pm 3\text{K}$	$2,44\cdot 10^{-8}$
Плазма O_2 , 100 Па, 80 мА, $315\pm 5\text{K}$	$3,73\cdot 10^{-7}$
Плазма Ar, 100 Па, 80 мА, $309\pm 3\text{K}$	$2,05\cdot 10^{-7}$

Исследование поверхности пленок методом атомно-силовой микроскопии показало, что обработка в плазме приводит к изменению структуры поверхностного слоя и росту шероховатости (рис.2). Воздействие плазмы кислорода приводит к разрушению сферолитов в поверхностном слое полимера, и на АСМ изображениях обработанной пленки мы их не наблюдаем. Шероховатость поверхности меняется от ~ 30 нм для исходного образца до ~ 38 нм у обработанного в плазме. Изменение химического состава и топологии поверхности образцов, наблюдаемые после обработки пленок в плазме, приводит к улучшению смачиваемости полимеров. Краевой угол смачивания уменьшается с 88 ± 1 градусов до 44 ± 2 и 58 ± 1 градусов после обработки в плазме кислорода и аргона соответственно.

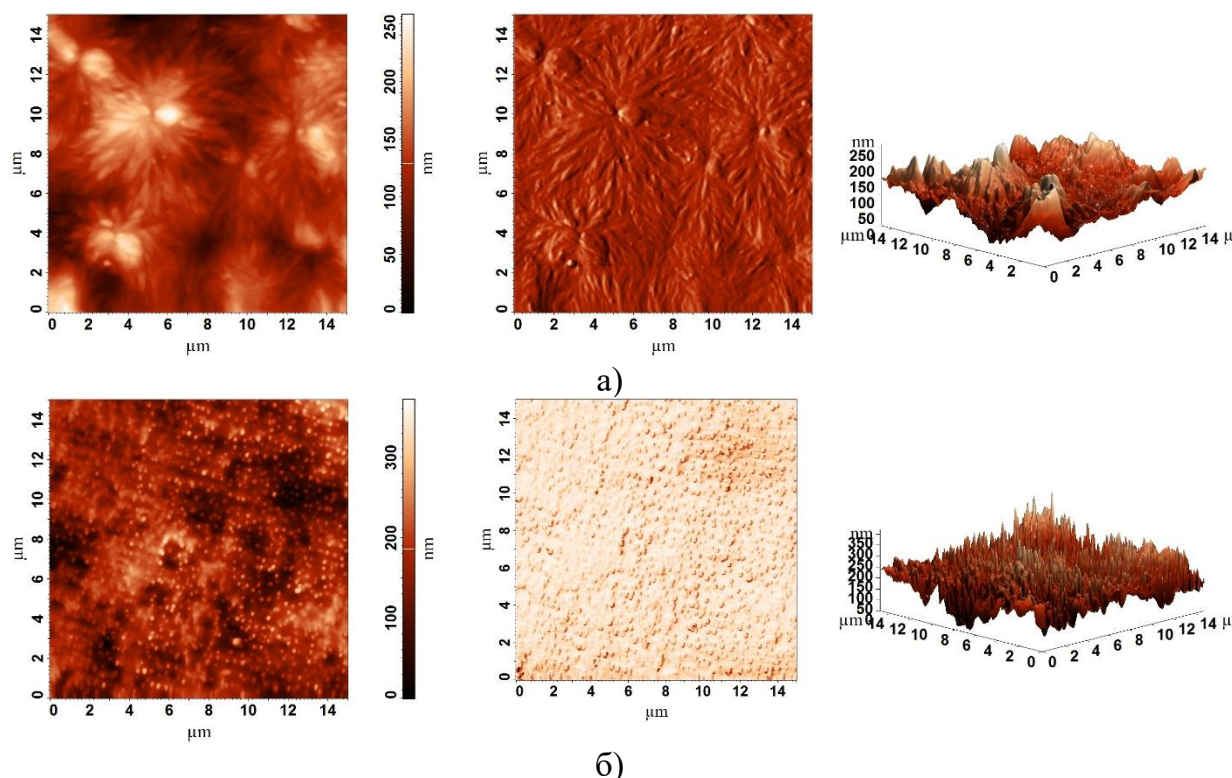


Рис. 2. АСМ изображения пленок ПВДФ (топография поверхности, изображение в фазовом контрасте, 3D изображение)
а) исходный образец; б) образец, обработанный в плазме кислорода, давление газа 100 Па, ток разряда 110 мА, время обработки 5 мин

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Таким образом, обработка пленок ПВДФ в плазме пониженного давления в кислороде и аргоне приводит к изменению топологии поверхности, образованию новых кислородсодержащих групп и ненасыщенных связей, что в итоге повышает свободную энергию поверхности полимера и увеличивает ее смачиваемость.

В дальнейшем на модифицированные пленки ПВДФ методом магнетронного напыления планируется нанести тонкие прозрачные проводящие пленки ИТО для создания различного рода датчиков.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (шифр научной темы FSFN-2022-0007).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kadnikov D.V., Ovtsyn A.A., Shibaev S.A., Smirnov S.A. Feedback in Non-equilibrium Oxidative Plasma Reacting with the Polyethylene// Plasma Physics and Technology. - 2017. V. 4, N 1. P. 104 – 107.
2. В.В. Кочервинский Структура и свойства блочного поливинилиденфторида и систем на его основе // Успехи химии, 1996, т.65, №10, с. 936 – 987.

УДК 66.021.3

А. А. Рябиков¹, С. В. Натареев^{1,2}

¹Ивановский государственный химико-технологический университет

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ИОНООБМЕННАЯ СОРБЦИЯ ИОНОВ МЕДИ ПРИ НЕСТАЦИОНАРНОМ РЕЖИМЕ РАБОТЫ АППАРАТА НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

В работе рассматриваются переходные режимы работы аппарата непрерывного действия при ионообменной сорбции ионов меди на сульфокислотном катионите КУ-2-8. Приведены описание лабораторной установки и принцип ее работы. В ходе проведения экспериментальных исследований выявлены закономерности ионного обмена при переходном режиме работы аппарата. Сняты выходные кривые ионного обмена. Полученные данные необходимы для разработки аналитической математической модели, позволяющей описать реальный ионообменный процесс.

Ключевые слова: ионный обмен; переходный процесс; емкостной аппарат с мешалкой.

A. A. Ryabikov, S. V. Natareev

ION EXCHANGE SORPTION OF COPPER IONS IN THE NON-STATIONARY MODE OF OPERATION OF THE CONTINUOUS-ACTING APPARATUS

The paper considers the transient modes of operation of a continuous-acting apparatus during ion exchange sorption of copper ions on sulfonic acid cationite KU-2-8. The description of the laboratory installation and the principle of its operation are given. During the experimental studies, the patterns of ion exchange in the transient mode of operation were revealed. The output curves have been removed. The data obtained are necessary for the development of an analytical mathematical model that allows us to describe the real ion exchange process.

Keywords: ion exchange; transient process; capacitive device with a stirrer.

Водоснабжение при чрезвычайных ситуациях — это совокупность мер (забор воды из природных источников, ее очистка, транспортирование и последующая подача), направленная на обеспечение водой население, промышленные предприятия, подразделения МЧС и других потребителей. Организация водоснабжения является одной из важнейших задач инженерного обеспечения в условиях чрезвычайной ситуации. Для решения этой задачи может быть использован метод ионного обмена, который позволяет очищать воду до заданных нормативных требований.

Ионный обмен — это гетерогенный химический процесс с участием электролитов и образуемых ими ионов. Одной из фаз гетерогенной системы является ионит [1]. В ходе процесса происходит эквивалентное перераспределение ионов между раствором электролита и ионита.

Одной из важных задач по достижению наивысшей эффективности процесса является использование современного высокопроизводительного ионообменного оборудования. Перспективным аппаратным оформлением процессов ионного обмена являются аппараты непрерывного действия, работающие в стационарном, неизменном во времени режиме. Однако, в ходе работы ионообменного оборудования могут возникнуть внешние возмущения связанные с изменением концентрации и расхода очищаемого раствора, изменением скорости реакции двойного обмена между ионитом и раствором и в других известных случаях [2], которые способствуют отклонению от стационарного режима работы и изменению выходных параметров процесса до новых установившихся значений.

Актуальность исследования переходных процессов работы ионообменного оборудования обусловлена необходимостью снижения затрат сырья, электрической и тепловой энергии для максимально быстрого получения воды заданного качества.

Целью данной работы является экспериментальное исследование процессов сорбции ионов меди в емкостном аппарате непрерывного действия на сульфокислотном катионите КУ-2-8. Схема лабораторного аппарата представлена на рис. 1.

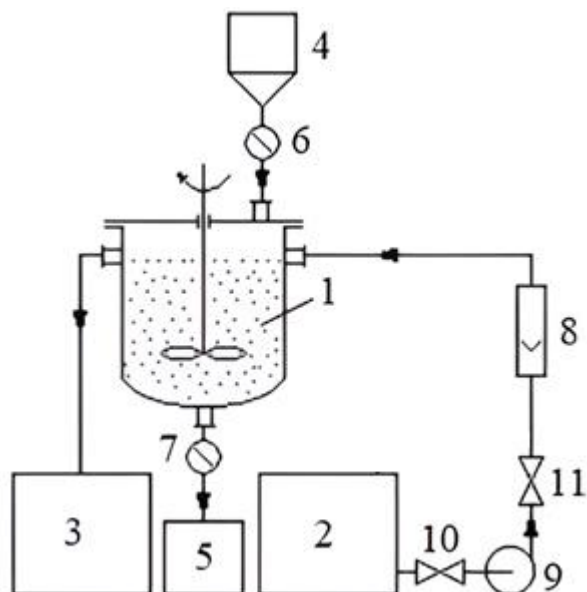


Рис. 1. Схема лабораторного аппарата:

- 1 — емкостной аппарат с мешалкой;
- 2 — емкость для исходного раствора;
- 3 — емкость для очищенного раствора;
- 4 — бункер для отрегенерированного катионита;
- 5 — емкость для отработанного катионита; 6, 7 — дозаторы;
- 8 — ротаметр; 9 — насос;
- 10, 11 — вентили

Для проведения опытов в емкостной аппарат 1 заливали дистиллированную воду, засыпали 100 мл отрегенерированного катионита и включали мешалку. Затем в аппарат подавали исходный раствор из емкости 2 с помощью насоса 9 и отрегенерированный катионит из бункера 4 с помощью дозатора 6. Необходимый расход раствора контролировали по ротаметру 8. В процессе сорбции катионит насыщался ионами меди и отводился с помощью дозатора 7 в емкость 5 для последующей регенерации. Очищенный от ионов меди раствор удалялся из аппарата 1 в емкость 3.

Для экспериментального исследования принимались следующие параметры ионообменного процесса: концентрация раствора в аппарате в начальный момент времени $C_0 = 0$ кг-экв/м³; концентрация очищаемого раствора сульфата меди $C_{\text{вх}} = 0,1, 0,05$ и $0,01$ кг-экв/м³; объем сорбента в аппарате $V_T = 1 \cdot 10^{-4}$ м³; объем дистиллированной воды в аппарате $V_{\text{ж}} = 9 \cdot 10^{-4}$ м³; расход раствора сульфата меди в аппарат $Q_{\text{ж}} = 1,3 \cdot 10^{-5}$ и $1 \cdot 10^{-5}$ м³/с; расход катионита в аппарат $Q_{\text{к}} = 1,4 \cdot 10^{-6}$ м³/с и время процесса $\tau = 2500$ с. В ходе проведения эксперимента на выходе из аппарата через определенные интервалы времени отбирались пробы раствора, в которых определялась концентрации целевого компонента путем измерения значений оптической плотности раствора на спектрофотометре U-2001 (Hitachi, Япония) при длине волны, равной 610 нм. Погрешность измерений не превышала 3 %. По полученным значениям строились выходные кривые ионного обмена, позволяющие оценить ход протекания ионообменного процесса.

Результаты экспериментальных исследований приведены на рис. 2 и 3, на которых по оси абсцисс указано время процесса τ , а по оси ординат — безразмерная концентрация раствора $N(\tau) = C(\tau)/C_{\text{вх}}$.

Как видно из представленных рисунков, на форму выходных кривых определенное влияние оказывают такие параметры процесса как расход жидкой фазы и концентрация исходного раствора. На начальных стадиях процесса наблюдается резкое повышение концентрации раствора, что связано с поступлением в аппарат исходного раствора. Затем происходит плавное выравнивание концентрации раствора внутри аппарата вследствие диффузии ионов сорбируемого вещества катионитом. Установлено, что при увеличении расхода очищаемого раствора на входе в аппарат наблюдается уменьшение времени переходного процесса и увеличение концентрации раствора на выходе из аппарата.

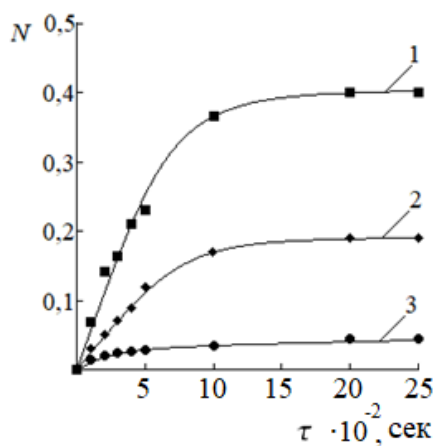


Рис. 2. Выходные кривые ионообменной сорбции ионов меди на катионите:
 $Q_p = 1 \cdot 10^{-5} \text{ М}^3/\text{с}$; $V_{\text{ж}} = 9 \cdot 10^{-4} \text{ М}^3$;
 $V_{\text{т}} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ М}^3$; $C_0 = 0$;
 $C_{\text{вх}}$, кг-экв/ М^3 : 1 – 0,1; 2 – 0,05; 3 – 0,01

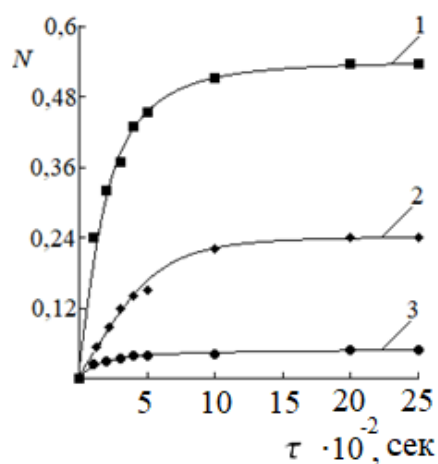


Рис. 3. Выходные кривые ионообменной сорбции ионов меди на катионите:
 $Q_p = 1,3 \cdot 10^{-5} \text{ М}^3/\text{с}$; $V_{\text{ж}} = 9 \cdot 10^{-4} \text{ М}^3$;
 $V_{\text{т}} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ М}^3$; $C_0 = 0$;
 $C_{\text{вх}}$, кг-экв/ М^3 : 1 – 0,1; 2 – 0,05; 3 – 0,01

Таким образом, в ходе экспериментальных исследований изучены переходные режимы работы при ионообменной сорбции ионов меди на сульфокислотном катионите КУ-2-8 в емкостном аппарате непрерывного действия. Из анализа полученных данных выяснено, что существенное влияние на выходные значения параметров процесса оказывает расход и концентрация исходного раствора, подаваемого на очистку. Для прогнозирования времени выхода аппарата непрерывного действия на стационарный режим работы планируется разработка математического описания процесса ионного обмена и последующая проверка сходимости экспериментальных данных с результатами расчетов.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кокотов Ю.А. Иониты и ионный обмен / Ю.А. Кокотов – Л.: Химия, 1980. – 152 с.
2. Матвейкин В.Г. Математическое моделирование и управление процессом короткоциклового безнагревной адсорбции / В.Г. Матвейкин, В.А. Погонин, С.А. Путин, С.А. Скворцов – М.: Изд-во Машиностроение – 1, 2007. – 140 с.

УДК 355.583

Д. А. Тарасова, А. Л. Никифоров, И. А. Легкова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПЛАЩ-НАКИДКА С ЛЮМИНОФОРНЫМ ПОКРЫТИЕМ КАК СИГНАЛЬНОЕ СРЕДСТВО ВИЗУАЛИЗАЦИИ: ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

В статье представлена разработка сигнального средства двойного назначения – плащ-накидки, которая защищает от плохих погодных условий, переохлаждения и позволяет визуализировать местонахождение человека, что помогает поисково-спасательным службам оперативнее осуществлять свою деятельность; проведена оценка эффективности излучения в зависимости от цвета отражающего металлизированного покрытия подложки.

Ключевые слова: сигнальное средство; визуализация; люминофоры; поисково-спасательные работы.

D. A. Tarasova, A. L. Nikiforov, I. A. Legkova

COAPE-CAPE WITH LUMINOPHOR COATING AS A SIGNAL VISUALIZATION MEANS: FIELD OF APPLICATION AND EVALUATION OF EFFECTIVENESS

The article presents the development of a dual-use signaling device - a raincoat, which protects from bad weather conditions, hypothermia and allows you to visualize the location of a person, which helps search and rescue services to carry out their activities more quickly; The radiation efficiency was assessed depending on the color of the reflective metallized coating of the substrate.

Keywords: signaling device; visualization; phosphors; search and rescue operations.

Ежегодно на поиски людей, попавших в затруднительную ситуацию, затрачивается большое количество сил и средств. К категориям лиц, которые могут попасть в подобные ситуации, можно отнести: охотники, рыболовы, грибники, туристы-походники, путешественники, любители экстремального туризма. Применение авиационных систем, включая беспилотные летательные аппараты, для поисково-спасательных работ обходится крайне дорого, поэтому их целесообразность находится под сомнением. Исходя из вышесказанного визуализация местонахождения пострадавшего человека является актуальной задачей, решение которой позволит не только сократить время поиска, а также снизить материальные затраты на его осуществление.

Зачастую люди пренебрегают использованием сигнальных средств визуализации своего местонахождения, так как их применение требует специальной подготовки, что является затруднительно для некоторой категории граждан. Также недостатком существующих сигнальных средств является дорогая стоимость продукции.

Существуют множество примеров, где отсутствие применения сигнальных средств привело к неблагоприятным последствиям для людей, попавших в затруднительную ситуацию [1], например, в июле 2023 года 62-летний житель деревни Ивановской области ушел в лес за грибами и не вернулся. Сотовая связь в данной местности отсутствовала. Поисково-спасательная работа осложнялась плохими погодными условиями, а именно: темное время суток, дождь, гроза. Спасатели нашли тело пострадавшего через несколько часов после пропажи.

Также в декабре 2023 года 18-летний житель Владимира ушел в лес погулять и не вернулся. Его поиски продолжались в течение 3 дней, что осложнялось осадками в виде снега. На поисково-спасательную операцию было привлечено более 100 спасателей. Пострадавший был найден с обморожением.

Применение сигнальных средств визуализации местонахождения человека позволяет поисково-спасательным службам оперативнее находить пострадавших людей и оказывать им помощь. Однако уже существующие способы подачи сигнала бедствия имеют ряд недостатков [2], поэтому авторами была разработана плащ-накидка в виде пончо с люминофорным покрытием. К ее основным функциям относится:

- защита от плохих погодных условий (дождь, снег, ветер и др.);
- предотвращение переохлаждения (позволяет сохранять тепло);
- визуализация местонахождения.

Косвенными аналогами плащ-накидки являются: сигнальный жилет, сигнальные ракеты и факелы, термоодеяло, плащ-палатка. Эффективность достигается за счет изделия двойного назначения. Плащ-накидка может использоваться в большой целевой аудитории, а именно: охотники, рыболовы, грибники, туристы-походники, путешественники, любители экстремального туризма. Также за счет люминофорного покрытия изделие обеспечивает

визуализацию местонахождения человека, что позволит поисково-спасательным службам эффективнее осуществлять свою деятельность.

В качестве материала-носителя плащ-накидки может использоваться стандартное термоодеяло, текстильные материалы, полимерные пленки [3, 4]. В зависимости от подложки необходимо подобрать полимерные составы, в которые будет вводиться люминофор [5].

На первом этапе работы была проведена оценка эффективности излучения в зависимости от цвета отражающего металлизированного покрытия подложки. В нашем случае термоодеяло представляло собой полиэфирную металлизированную пленку, одна сторона которой имела серебристый цвет, а другая – золотистый. Люминофорное покрытие наносилось на каждую из сторон. Оценивалась интенсивность отраженного света от каждого образца, которые предварительно подвергались «засветке» от лампы накаливания мощностью 200 Вт с расстояния 1 метр в течение 60 минут [6]. После этого производилась оценка интенсивности излучения с помощью специально созданного устройства, в котором в качестве регистрирующего прибора использовался фоторезистор [7, 8]. В соответствии с калибровкой показания прибора была проведена оценка интенсивности послесвечения люминофора с учетом цвета отражающего покрытия. На рисунке 1 показано изменение интенсивности излучения в зависимости от времени послесвечения. Интенсивность излучения измерялась в относительных единицах (в % от начального излучения, которое принималось за 100 %).

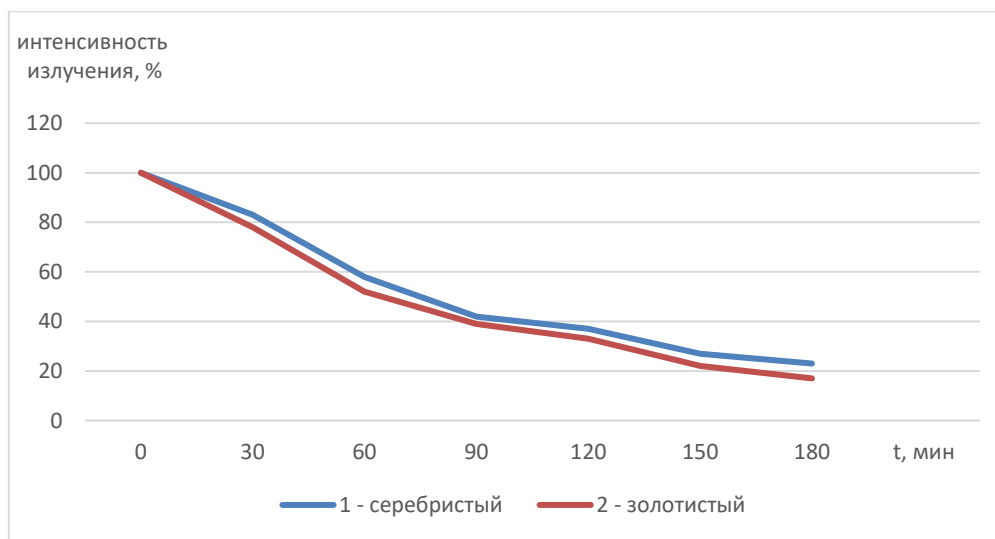


Рис. 1. График зависимости интенсивности излучения света от времени послесвечения материала-подложки

В ходе наблюдения установлено, что большую эффективность показывает покрытие, нанесенное на поверхность термоодеяла, имеющую серебристый цвет.

Таким образом, в качестве элемента, обеспечивающего визуализацию объекта поиска, предлагается использование веществ, не требующих традиционных источников энергии (батарей, аккумуляторов, горючих веществ), то есть люминофоров. Оценка эффективности излучения в зависимости от цвета отражающего металлизированного покрытия подложки показала, что наилучшим вариантом является серебристая сторона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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 КОНФЕРЕНЦИИ, Иваново, 20 апреля 2023 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. – С. 497-502. – EDN LHXOQ.
2. Тарасова, Д. А. Использование средств визуализации в случае бедствий: преимущества органического люминофора / Д. А. Тарасова, А. Л. Никифоров // Пожарная и аварийная безопасность : сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции, Иваново, 23 ноября 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. 285-290. – EDN HUMZYJ.
3. Fedosov, S. V. Study and Simulation of Heat Transfer Processes During Foam Glass High Temperature Processing / S. V. Fedosov, M. O. Bakanov, S. N. Nikishov // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2018. – Vol. 14, No. 3. – P. 153-160. – DOI 10.22337/2587-9618-2018-14-3-153-160. – EDN YLBEST.
4. Fedosov, S. V. Modelling of Temperature Field Distribution of the Foam Glass Batch in Terms of Thermal Treatment of Foam Glass / S. V. Fedosov, M. O. Bakanov // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2017. – Vol. 13, No. 3. – P. 112-118. – EDN ZRKJQR.
5. 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.
6. Fedosov, S. V. Application of «micro-processes» method for modeling heat conduction and diffusion processes in canonical bodies / S. V. Fedosov, M. O. Bakanov // ChemChemTech. – 2020. – Vol. 63, No. 10. – P. 90-95. – DOI 10.6060/ivkkt.20206310.6275. – EDN ZQOKFY.
7. Федосов, С. В. Пеностекло: особенности производства, моделирование процессов теплопереноса и газообразования / С. В. Федосов, М. О. Баканов // Academia. Архитектура и строительство. – 2015. – № 1. – С. 108-113. – EDN TLLYXB.

8. Баканов, М. О. Моделирование нелинейных процессов динамики теплопереноса на стадии изотермической выдержки пеностекла / М. О. Баканов, И. С. Грушко, И. А. Кузнецов // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2023. – № 3-4(92). – С. 103-115. – EDN HSXGPI.

УДК 355.588

А. А. Третьяков, В. В. Папырин, А. А. Цой

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
им. Героя Российской Федерации генерала армии Е.Н. Зиничева, НИИПИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ РАЗВИТИЯ И КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ В СТРУКТУРЕ МЧС РОССИИ

В статье рассмотрены подходы к оценке текущего состояния Арктической зоны и перспективы ее дальнейшего устойчивого и комплексного развития, способы и методы реализации задач, направленных на процесс ее становления с учетом стратегических интересов России в этом регионе. Проанализирована деятельность МЧС России в системе обеспечения национальной безопасности в Арктике, особенности его взаимодействия с иными ведомствами по совершенствованию системы мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Ключевые слова: Арктика; ресурсы; освоение; национальная безопасность; Арктическая зона Российской Федерации; МЧС России.

A. A. Tretyakov, V. V. Papyrin, A. A. Tsoi

RESEARCH ON THE DEVELOPMENT AND INTEGRATED SECURITY OF THE ARCTIC ZONE IN THE STRUCTURE OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA

The article considers approaches to assessing the current state of the Arctic zone and the prospects for its further sustainable and integrated development, ways and methods of implementing tasks aimed at the process of its formation, taking into account Russia's strategic interests in this region. The article analyzes the activities of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the system of ensuring national security in the Arctic, the specifics of its interaction with other agencies to improve the system of monitoring and forecasting of natural and man-made emergencies.

Keywords: Arctic; resources; development; national security; Arctic zone of the Russian Federation; Ministry of Emergency Situations of Russia.

В рамках обострения геополитической борьбы за использование ресурсов, вновь обостряется интерес к Арктике и арктическому региону как таковому. Интерес этот обоснован по многим причинам. Арктика чрезвычайно богата практически всеми видами природных ресурсов. Сжиженный природный газ, добыча полезных ископаемых, а также морские пути — все это привлекает внимание как российских, так и зарубежных компаний [1]. Полярные исследования давно перешли из сферы науки в сферу экономики, а это привело к ожесточенному политическому спору между арктическими государствами. Этому, в частности, способствует и то обстоятельство, что сохраняется неопределенность в очертаниях исключительных экономических зон стран региона.

Международное законодательство в этой сфере применительно к Арктике сформулировано таким образом, что вольно или невольно возникают спорные вопросы. А их цена исключительно высока: в Арктическом регионе находится до четверти потенциальных мировых ресурсов нефти и газа.

В отношении освоения на данный момент Россия лидирует с точки зрения опыта, технологий и их тестирования. В условиях изменения климата и таяния льдов в Арктике открываются новые возможности для разработки морских месторождений и создания новых транспортных маршрутов. Россия активно разрабатывает арктические месторождения, направляя существенные инвестиции в инфраструктуру и технологии для добычи природных ресурсов.

Но рост активности в этом хрупком регионе также повышает риск возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС) и несчастных случаев. В этом смысле ключевую роль играют спасательные службы, в числе которых и МЧС России [2]. Поэтому, в числе важных для России задач в Арктике — развитие сферы предупреждения и ликвидации ЧС. Россия активно работает над выявлением и анализом рисков возникновения ЧС природного и техногенного характера, выработкой способов их предупреждения, совершенствованием мер защиты населения и территорий от ЧС и пожаров. В частности, для безопасного освоения Арктики и эффективной реализации экономических проектов МЧС России формирует в регионе систему комплексной безопасности по ряду направлений, в том числе при проведении поисково-спасательных работ, поэтапно развивая группировку сил и совершенствуя систему управления рисками. Для Арктического региона характерны в основном техногенные ЧС: транспортные и технологические аварии, нарушения в системе коммунального хозяйства, повреждения на трубопроводах. Но в последние годы все чаще фиксируем происшествия с туристами экстремальных видов. Это лыжные и вездеходные переходы, полеты на воздушных шарах, парашютные прыжки на Северный полюс, плавания по Северному морскому пути (СМП) [3].

Следовательно, работа МЧС России в Арктике имеет свои особенности, связанные с особенностями физической географии и климатическими условиями региона. Во-первых, ведение операций в Арктике требует специфической подготовки и оборудования. Ледовые платформы, сильные

морозы, отсутствие светового дня — все это усложняет проведение спасательных операций и требует специализированной техники и снаряжения [4]. Кроме того, штатные средства связи и навигации могут не работать в условиях сильных полярных магнитных бурь и ледостава, поэтому спасателям необходимо быть готовыми к экстремальным условиям и иметь навыки ориентирования на местности.

Создаваемые МЧС России в системе комплексной безопасности силы и средства, оснащенные современными образцами спасательных средств, пожарно-спасательного оборудования и транспортными средствами в арктическом исполнении, способны снизить риски возникновения ЧС, защитить территории и критически важные объекты, уменьшить количество пострадавшего населения в Арктической зоне страны, в том числе при разработке и реализации проектов в области изучения и освоения арктического континентального шельфа и прибрежной зоны, иных крупных инфраструктурных проектов в Арктике [5].

Кроме того, МЧС России совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти проводит мероприятия по совершенствованию системы мониторинга и прогнозирования ЧС природного и техногенного характера в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ). Повышенное внимание уделяется технической оснащенности систем наблюдения и лабораторного контроля, обеспечению их устойчивого функционирования, созданию банка справочных данных, повышению эффективности системы сбора, обработки и обмена информацией. Использование новых технологий в рамках создания сети наблюдений с помощью дистанционного зондирования Земли, развертывания автоматизированной сети наземного наблюдения и контроля за гидрометеорологическим и экологическим состоянием в Арктике, а также использование систем космического мониторинга и связи, современных средств сбора и обработки данных значительно повысит оперативность принятия решений и реагирования на возможные ЧС в Арктике [6].

Для решения задач по совершенствованию системы государственного экологического мониторинга в АЗРФ МЧС России осуществляет тесное сотрудничество с крупнейшими компаниями, реализующими в Арктике ряд крупных инвестиционных проектов, связанных с освоением углеводородов на шельфе арктических морей, созданием новых промышленных объектов и новых транспортных коридоров.

В части обеспечения безопасности мореплавания в акваториях Арктических морей организации Росгидромета осуществляют регулярную подготовку и выпуск прогнозов и предупреждений о сильных ветрах, штормах и других опасных гидрометеорологических явлениях. Основой системы мониторинга состояния окружающей среды служит государственная наблюдательная сеть, состоящая из 240 станций. Авиация МЧС России ведёт патрулирование лесов и участвует в тушении пожаров [7].

Для оказания экстренной медицинской помощи Минздравом России в большинстве субъектов АЗРФ созданы территориальные центры медицины катастроф, которые обладают достаточными силами и средствами для выполнения задач по предназначению. В регионах Крайнего Севера в учебных центрах организована подготовка различных категорий населения приёмам оказания первой помощи с учётом климатических и клинических особенностей возникновения и течения заболеваний (травм) в условиях климата Арктики.

Арктические комплексные аварийно-спасательные центры (АКАСЦ) составляют систему комплексной безопасности для защиты населения, территорий и критически важных для национальной безопасности объектов АЗРФ от угроз ЧС природного и техногенного характера [8]. Два десятка новых арктических АКАСЦ будут построены вблизи крупных добычных углеводородных проектов, реализуемых в Заполярье. На сегодняшний день функционируют 6 АКАСЦ в Архангельске, Мурманске, Воркуте, Нарьян-Маре, Дудинке и Якутске. Сеть спасательных центров обеспечит прикрытие СМП, а также критически важных объектов инфраструктуры в АЗРФ профессиональными аварийно-спасательными формированиями (АСФ), усиленными звеньями арктической авиации МЧС России [9].

В настоящее время МЧС России проведена комплексная ревизия всех аварийно-спасательных сил и средств Единой государственной системы предупреждения и ликвидации ЧС (РСЧС), находящихся в АЗРФ [10]. Общая группировка РСЧС в Арктике превышает 35 тыс. человек, на их вооружении – около 5 тыс. единиц техники, включая плавсредства и беспилотные авиасистемы. Это в основном федеральные, субъектовые и ведомственные подразделения пожарной охраны, сосредоточенные в крупных городах и населенных пунктах. Спасательная составляющая, как правило, представлена частными АСФ.

В условиях отдаленности, суровых природно-климатических особенностей и ограниченности транспортной доступности значительно увеличиваются масштаб и последствия чрезвычайных ситуаций. Чтобы минимизировать риски и повысить оперативность реагирования на нештатные ситуации, требуется развивать комплексные аварийно-спасательные центры [11]. Так, МЧС России планирует создание специализированных комплексных объектов в узловых точках региона: Сабетта, Диксон, Тикси и Певек. В их состав предлагается включить подразделения центров управления в кризисных ситуациях территориальных органов ведомства, арктические поисково-спасательные подразделения и авиационные звенья МЧС России.

В рамках обеспечения безопасности в акватории СМП МЧС России совместно с Росатомом прорабатывает возможность использования вертолетных площадок, действующих и перспективных атомных ледоколов для посадки и дозаправки вертолетов, а также размещения аварийно-спасательного оборудования. Кроме того, МЧС России предлагает размещать договорные

пожарно-спасательные и аварийно-спасательные подразделения ведомства для прикрытия потенциально опасных объектов в АЗРФ.

Таким образом, МЧС России является крайне важным, востребованным звеном в системе обеспечения национальной безопасности Российской Федерации в Арктическом регионе. Это слаженная, мобильная, хорошо оснащенная структура, готовая выполнить любые задачи, вытекающие из ее функций и полномочий, имеющая огромный компетентный и ресурсный потенциал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брехунцов А.М., Петров Ю.В., Прыкова О.А. Экологические аспекты освоения природно-ресурсного потенциала российской Арктики // Арктика: экология и экономика. – 2020. – №3(39). – С. 34 – 47.

2. Третьяков А.А. и др. Реализация комплексного подхода к спасательным работам МЧС России в Арктике // Рефлексия. – 2023. – № 6/2023. – С. 25 – 28.

3. Белый О.В., Скороходов Д.А., Стариченков А.Л. Северный морской путь: проблемы и перспективы // Транспорт Российской Федерации, 2011. – Т. 32. – № 1/2011. – С. 8 – 12.

4. Третьяков А.А., Руднев Е.В. Инновационный подход к спасательным работам в Арктической зоне Российской Федерации // Фундаментальные и прикладные исследования в условиях геополитической нестабильности: материалы XXIII Всероссийской научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону, 2023. – С. 92 – 95.

5. Руднев Е.В. и др. Комплексный подход к организации системы обеспечения безопасности Арктической зоны Российской Федерации // Мировые научные исследования и разработки: современные достижения, риски, перспективы: Материалы XIV Международной научно-практической конференции. – Ставрополь, 2023. – С. 250 – 253.

6. Бесков М.С. и др. Развитие коммуникационных технологий и систем связи для обеспечения деятельности спасательных центров МЧС России в Арктическом регионе // Стратегии развития и совершенствования науки и образования в новой реальности: материалы XXVI Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар, 2023. – С. 172 – 173.

7. Коннова Л.А. и др. О проблемных вопросах природных пожаров в Арктической тундре // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России», 2020. – № 2/2020. – С. 1 – 5.

8. Цой А.А. и др. Направление деятельности арктических комплексных аварийно-спасательных центров МЧС России для обеспечения комплексной безопасности Арктической зоны // Инновационный потенциал развития мировой науки и техники: взгляд современных ученых: материалы XIII Международной научно-практической конференции. – Нижний Новгород, 2023. – С. 151 – 156.

9. Цой А.А. и др. Анализ применения воздушного транспорта для поисково-спасательных работ в Арктике // Приоритетные и перспективные направления

Российской науки в условиях геополитической нестабильности: материалы XXII Всероссийской научно-практической конференции. – Рязань, 2023. – С. 90 – 92.

10. Понятие и структура РСЧС как единой государственной системы предупреждения и ликвидации последствий ЧС. – Режим доступа: <https://stavto.ru/articles/ponyatie-i-struktura-rschs-kak-edinoy-gosudarstvennoysiste-mu-preduprezhdeniya-i-likvidatsii-posledstviy/> (дата обращения: 12.02.2024).

11. Иванов А.Н. и др. Анализ современного состояния обеспечения комплексной безопасности в структуре МЧС России на территории Арктической зоны // Актуальные проблемы и перспективы развития мировой науки и техники: состояние, проблемы и пути решения: материалы XV Международной научно-практической конференции. – Ставрополь, 2023. – С. 174 – 176.

УДК 621.3.082.73

И. В. Холодков, Н. В. Холодкова, А. Л. Анохин

Ивановский государственный химико-технологический университет

ПОЛИВИНИЛИДЕНФТОРИД КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ПИРОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕНСОРОВ

Рассмотрены структурные особенности строения поливинилиденфторида и их взаимосвязь с пирозлектрическими свойствами данного материала. Показаны преимущества пленочных полимерных материалов для создания пирозлектрических сенсоров. Продемонстрирована возможность использования атомно-силовой микроскопии для определения параметров поляризованности тонких пленок поливинилиденфторида.

Ключевые слова: пирозэффект; электреты; полимерные пленки; атомно-силовая микроскопия.

I. V. Kholodkov, N. V. Kholodkova, A. L. Anokhin

POLYVINYLIDENE FLUORIDE AS A PROMISING MATERIAL FOR THE DEVELOPMENT OF PYROELECTRIC SENSORS

The structural features of the structure of polyvinylidene fluoride and their relationship with the pyroelectric properties of this material are considered. The advantages of film polymer materials for constructing pyroelectric sensors are shown. The possibility of using atomic force microscopy to determine the polarization parameters of thin films of polyvinylidene fluoride has been demonstrated.

Keywords: pyroelectric effect; electretes; polymer films; atomic force microscopy.

Современные пироэлектрические сенсоры для контроля пламени должны обладать исключительно высокой чувствительностью, широким полем зрения и малым временем восстановления после тепловых и электрических нагрузок. Они используются в датчиках возникновения пламени для пожарной безопасности и системах мониторинга затухания пламени в печах и газовых горелках. Важной особенностью данных сенсоров является избирательность к характерному мерцанию пламени в диапазоне 8–10 Гц, обеспечивающая точное распознавание источников пламени в тройных инфракрасных системах обнаружения.

В основе принципа действия пироэлектрических сенсоров заложен пироэлектрический эффект – электрическая реакция материала на изменение температуры. Пироэлектричество обнаруживается в любом диэлектрическом материале, содержащем спонтанную или замороженную поляризацию, возникающую в результате наличия в структуре ориентированных диполей. Одним из наиболее перспективных пироэлектрических полимерных материалов является поливинилиденфторид (ПВДФ). Сегнетоэлектрические свойства и более низкая стоимость данного полимера позволяют рассматривать его в качестве альтернативы керамическим сегнетоэлектрикам, например РЗТ (цирконат-титанат свинца $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$). Малая диэлектрическая проницаемость полимеров приводит к тому, что их коэффициент полезного действия по напряжению достаточно велик, несмотря на их относительно небольшие пироэлектрические коэффициенты [1].

ПВДФ представляет собой полимер, состоящий одновременно из кристаллической и аморфной фаз [2]. Молекулярные единицы в структуре ПВДФ имеют суммарные дипольные моменты от электроотрицательного фтора до электроположительного водорода (рис. 1а). Если в процессе кристаллизации диполи всех макромолекул выстроить вдоль двойной кристаллической оси (рис. 1б) образец будет находиться в сегнетоэлектрическом состоянии и способен проявлять свойства макроскопической поляризованности.

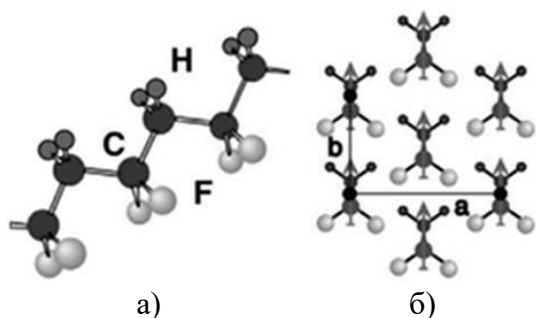


Рис. 1. Структура полимерной цепи ПВДФ (а) и ориентация молекулярных звеньев в поляризованном состоянии (б)

Изучение кристаллической структуры ПВДФ показывает наличие пяти различных полиморфов, т.е. α , β , γ , δ и ϵ фаз, сменяющих друг друга в зависимости от условий кристаллизации [3].

Многочисленные исследования различных кристаллических фаз ПВДФ (рис. 2) показали, что α - и β -фазы представляют большой интерес из-за их уникальных свойств: α -фаза имеет молекулярную конформацию типа транс-гош (TGTG), в которой атомы F и H расположены поочередно на каждой стороне цепи, и является наиболее термодинамически стабильной фазой, в то время как β -фаза демонстрирует самый высокий дипольный момент на элементарную ячейку с самым высоким пьезоэлектрическим коэффициентом.

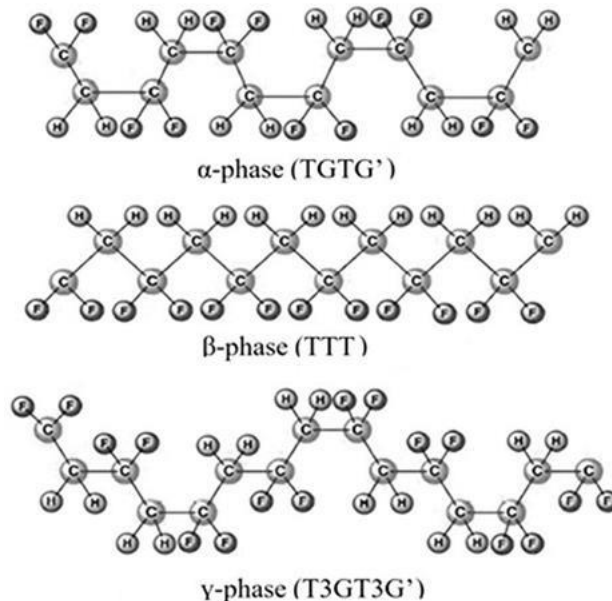


Рис. 2. Химическая структура трех основных фаз ПВДФ

Кристалличность промышленных образцов пленок ПВДФ может варьироваться в зависимости от метода получения от 35 % до 70 % [4]. Пленки ПВДФ в основном скручиваются в двухосном или одноосном направлении или растягиваются для улучшения их электрических и механических свойств или для преобразования из одной формы в другую. Например, при растяжении образцов с α -фазой образуется материал, содержащий преимущественно β -фазу, поскольку молекулярные цепи β формы более протяженные, чем у α формы.

Следует проводить различие между первичным и вторичным пирозлектричеством. Первичное пирозлектричество связано с изменением температуры поляризации при постоянном напряжении, тогда как вторичное пирозлектричество возникает из-за пьезоэлектрического эффекта, вызванного тепловым расширением образца. Первичное пирозлектричество в ПВДФ составляет порядка 70 % от общего пирозлектрического отклика. Пирозлектричество в ПВДФ остается стабильным в течение многих лет и полностью обратимо при изменении температуры [5].

Пирозлектрические свойства характеризуются величиной пирозлектрического коэффициента p , который связывает изменение поляризации P материала с изменением температуры

$$p = \left(\frac{\sigma P}{\sigma T} \right)_{E \cdot X}$$

Хотя дипольный момент ПВДФ не является исключительно большим, плотность диполей высока и достигает $1,9 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-3}$. Измеренная остаточная поляризация составляет примерно половину теоретически рассчитанного максимального значения. Это указывает на почти идеальное дипольное выравнивание кристаллитов, поскольку кристалличность ПВДФ составляет около 50 %. Таким образом, пьезоэлектрические коэффициенты ПВДФ ($25 \cdot 10^{-6} \text{ Кл/м}^2 \text{ К}$) являются самыми высокими значениями [6].

В свою очередь поляризуемость материалов данного вида можно описать тензорами пьезоэлектрических величин, величина которых для тонких полимерных пленок может быть определена методом силовой микроскопии пьезоотклика с помощью атомно-силового микроскопа [7].

Во многих случаях для экспериментального измерения пьезоотклика используется регистрация зависимостей деформации и поляризации от приложенного поля. Типичное поведение таких кривых, для которых характерно наличие гистерезиса, показано на рис. 3.

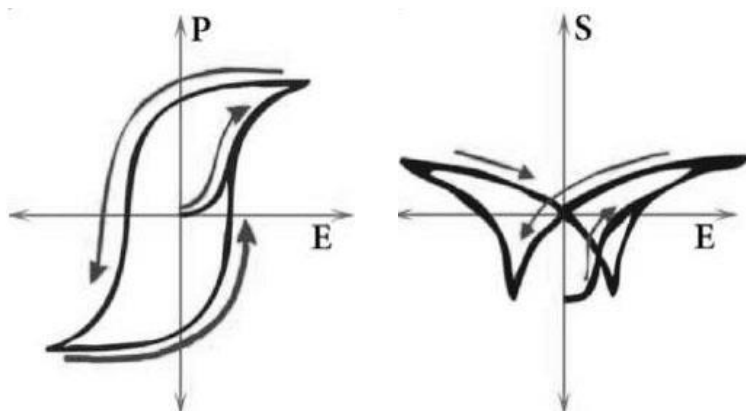


Рис. 3. Схематические графики, иллюстрирующие соотношение между поляризацией (P), деформацией (S) и напряженностью электрического поля (E)

В рамках проведенного исследования для исследования возможности определения пьезоэлектрических свойств поляризованных и неполяризованных пленок ПВДФ был применен атомно-силовой микроскоп Solver-47PRO (метод силовой микроскопии пьезоотклика (СМП)). Использовались проводящие зонды средней жесткости для полуконтактных измерений марки NSG01 с покрытием из карбида вольфрама. Коэффициент жесткости кантилевера данных зондов составляет от 1,45 Н/м до 15,1 Н/м при резонансной частоте собственных колебаний 150 кГц. Следует отметить, что резонансные частоты свободных колебаний для таких зондов при контакте с образцом сдвигаются в область больших значений.

Полученные результаты в виде кривых пьезоотклика приведены на рис. 4. Экспериментально было обнаружено, что при наличии постоянного напряжения смещения резонансный максимум на частотной зависимости для всех исследованных образцов ПВДФ находился в пределах от 600 до 640 кГц.

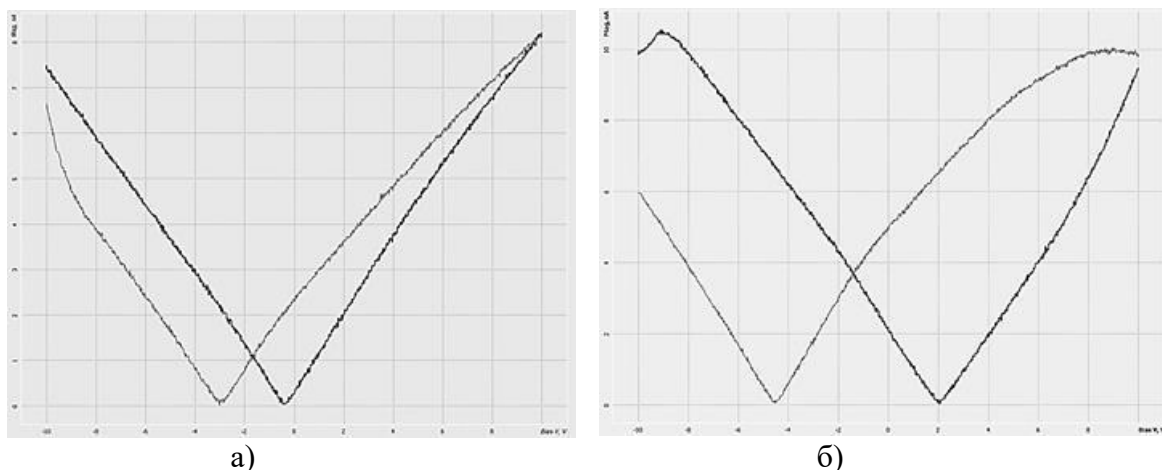


Рис. 4. Амплитудные кривые СМП спектроскопии:

а – неполяризованный исходный образец, б – поляризованная пленка ПВДФ

Кривые представляют собой зависимость амплитуды регистрируемого переменного сигнала от величины постоянной составляющей напряжения смещения. Развертка амплитуды напряжения начиналась с -10 В (левый край графика), измерялась первая кривая (расположенная левее), затем по достижении напряжения +10 В направление развертки изменялось, и измерялась вторая кривая (расположенная справа). Как и в макроскопических методах измерения кривых гистерезиса сегнетоэлектриков, по кривой зависимости амплитуды колебаний от приложенного напряжения смещения определяется уровень локальной деформации, а по кривой зависимости фазы от приложенного напряжения — поляризация. Анализ локальных кривых гистерезиса позволяет охарактеризовать пьезоэлектрические свойства небольших доменов сегнетоэлектриков (коэрцитивную силу, напряжение нуклеации, уровни насыщения при положительной и отрицательной поляризации, остаточную поляризацию), информация о которых позволяет охарактеризовать пьезоэлектрические свойства пленок ПВДФ.

Исследование проведено с использованием ресурсов Центра коллективного пользования научным оборудованием ИГХТУ (при поддержке Минобрнауки России, соглашение № 075-15-2021-671).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочервинский В. В. Свойства и применение фторсодержащих полимерных пленок с пьезо- и пироактивностью // Успехи химии, 1994. – Т. 63, № 4. – С. 383–388.
2. Sukumaran S., Chatbouri S., Rouxel D., Tisserand E., Thiebaud F., Ben Zineb T. Recent advances in flexible PVDF based piezoelectric polymer devices for energy harvesting applications. // Journal of Intelligent Material Systems and Structures, 2021. – V. 32(7). – P. 746-780.

3. He Z., Rault F., Lewandowski M., Mohsenzadeh E., Salaün F. Electrospun PVDF Nanofibers for Piezoelectric Applications: A Review of the Influence of Electrospinning Parameters on the β Phase and Crystallinity Enhancement. // *Polymers*, 2021. – V.13. – P.174 (1-23).
4. Martín J., Zhao D., Lenz T., Katsouras I., de Leeuw D. M., Stingelin N. Solid-state-processing of δ -PVDF. // *Materials Horizons*, 2017. – V.4(3). – P. 408-414.
5. Chung K. T., Newman B. A., Scheinbeim J. I. The pressure and temperature dependence of piezoelectric and pyroelectric response of poled unoriented phase I poly(vinylidene fluoride). // *J. Appl. Phys.*, 1982. – V. 53. – P. 6557-6562.
6. Bauer S., Lang S. B. Pyroelectric Polymer Electrets // *IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation*, 1996. – V. 3, N. 5. – P. 647-676.
7. Холодков И. В., Холодкова Н. В., Смирнова И. М., Кудрякова В. П. Методические аспекты измерений пьезоэлектрических параметров полимерных пленок // Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы естествознания», Иваново, 30 марта 2023 года / Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2023. – С. 161-165.

УДК 537.525+677.027.62

И. В. Холодков, В. П. Кудрякова, И. М. Смирнова, Н. В. Холодкова

Ивановский государственный химико-технологический университет

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЛЕЮЩЕГО РАЗРЯДА ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ГИДРОФОБНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В статье рассмотрены теоретические основы процессов паро- и водопроницаемости мембранных материалов, применяемых, в том числе при изготовлении защитной одежды. Проанализированы возможные методы улучшения гидрофобных свойств синтетических полимерных материалов. Исследовано влияние конструктивных особенностей плазмохимического реактора на величину краевого угла смачивания полипропиленовых пленок. Предложены наиболее оптимальные параметры обработки, обеспечивающие существенное увеличение гидрофобных характеристик поверхности.

Ключевые слова: гидрофобность; мембранный материал; поверхность; полипропилен; плазма; тлеющий разряд.

I. V. Kholodkov, V. P. Kudryakova, I. M. Smirnova, N. V. Kholodkova

THE USE OF A DC GLOW DISCHARGE TO IMPROVE THE HYDROPHOBIC CHARACTERISTICS OF THE SURFACE OF POLYMER MATERIALS

The article discusses the theoretical foundations of the processes of vapor and water permeability of membrane materials used, including in the manufacture of protective clothing. Possible methods for improving the hydrophobic properties of synthetic polymer materials are analyzed. The influence of the design features of a plasma-chemical reactor on the contact angle of polypropylene films has been studied. The most optimal processing parameters have been proposed to ensure a significant increase in the hydrophobic characteristics of the surface.

Keywords: hydrophobicity; membrane material; surface; polypropylene; plasma; glow discharge.

Защитная одежда пожарного предназначена для защиты пожарного от опасных и вредных факторов, возникающих при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ [1]. Костюм пожарного состоит из нескольких слоев, которые защищают тело пожарного от агрессивных жидкостей, воды, контакта с огнем и теплового воздействия. От проникновения под одежду агрессивных жидкостей, растворов огнетушащих веществ, воды защитный в состав костюма обязательно включен водонепроницаемый слой, представляющий собой микропористый мембранный материал. Такой материал не только предотвращает проникновение жидкости, но и позволяет выходить наружу водяному пару, формируя «микроклимат» между кожей и тканью.

Первые гидрофобные микропористые мембраны были разработаны в 1970-х годах на основе имеющихся технологических возможностей по изготовлению текстильных материалов. Основой большинства микропористых материалов являются волокнистые структуры из натуральных или синтетических волокон. По сравнению с натуральными волокнами синтетические волокна занимают основной рынок высококачественной функциональной одежды благодаря своей высокой прочности и отсутствию деформации [2].

Гидрофобные микропористые мембраны представляют собой разновидность мембран на основе гидрофобных полимеров. На рис. 1 проиллюстрированы механизмы водонепроницаемости и проникновения водяного пара гидрофобных микропористых мембран. В таких материалах внутренняя часть мембран представляет собой нерегулярную сетчатую/губчатую структуру с большим количеством соединенных пор микронного размера, которые обеспечивают каналы для переноса водяного пара и эффективно предотвращают проникновение молекул воды в конденсированном состоянии [3].

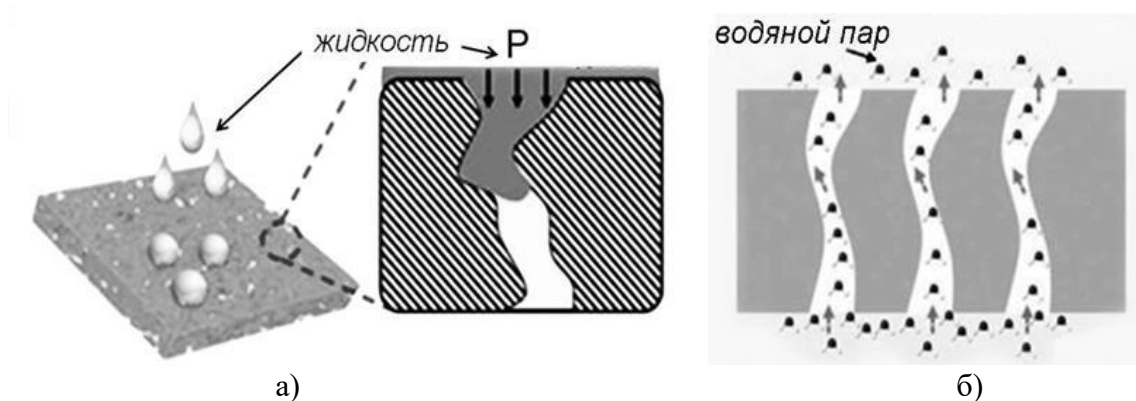


Рис. 1. Механизмы водонепроницаемости (а) и проникновения водяного пара (б) гидрофобных микропористых мембран

Отличительной особенностью гидрофобных полимеров является наличие в их структуре групп с низкой поверхностной энергией (такие как, $-\text{CF}_2$, $-\text{CF}_3$ и $-\text{CH}_3$). Например, один из наиболее известных гидрофобных материалов – политетрафторэтилен (ПТФЭ) [4] обладает поверхностной энергией всего $19,1 \times 10^3 \text{ Н/м}^2$, что делает его отличным водонепроницаемым материалом. Благодаря своей длинной углерод–водородной цепи и низкой поверхностной энергии в качестве гидрофобного материала для изготовления мембран может также использоваться полистирол, но, к сожалению, плохая барьерная способность по отношению к водяному пару ограничивает его применение. В связи с этим представляет интерес формирование микропористых структур на основе полимеров других типов, например полиолефиновых волокон, получаемых, главным образом, из полипропилена с последующей обработкой, направленной на улучшение их гидрофобных характеристик. Уникальные свойства полипропилена (легкость, прочность, устойчивость к воздействию химических реагентов, перепадов температуры) обеспечивают широкую область применения материалов на его основе.

Для придания гидрофобных свойств полимерным материалам, существует несколько способов. Прямое газовое фторирование [5] является одним из распространенных методов введения группы фтора на текстильных поверхностях в присутствии газообразного фтора. К сожалению, процесс синтеза мембран методом прямого газового фторирования, сложен и связан с возможным значительным загрязнением окружающей среды.

Другим распространенным методом создания мембран с гидрофобными свойствами является нанесение гидрофобного материала методом погружения в раствор или осаждения из паровой фазы [6]. Например, нанесение гидрофобных наночастиц диоксида кремния или кремнийорганических веществ оказывает положительное влияние на гидрофобность мембран также за счет увеличения шероховатость поверхности волокон. В тоже время данная методика приводит

к уменьшению сечения микропористой структуры и может привести к потере газопроницаемости материала.

Перспективным считается формирование гидрофобных покрытий с использованием плазмохимического осаждения при пониженном давлении [7]. В этом случае обеспечиваются более широкие возможности по оптимизации процесса фторирования и уменьшаются риски техногенного воздействия на персонал и окружающую среду, так как процесс проводится при малых концентрациях фторсодержащих газов. Следует отметить, что использование высокочастотных плазмохимических систем для формирования плазмы не позволяет осуществлять обработку образцов большой площади и является достаточно энергозатратным процессом. В случае использования разряда постоянного тока возможно достаточно простое масштабирование процесса, обеспечивающее возможность обработки рулонных материалов.

Целью настоящей работы являлось исследование влияния конструктивных параметров плазмохимического реактора на гидрофобные свойства фторсодержащего покрытия на поверхности полипропиленовой пленки, формируемого воздействием на нее низкотемпературной плазмы тлеющего разряда в потоке CF_4 .

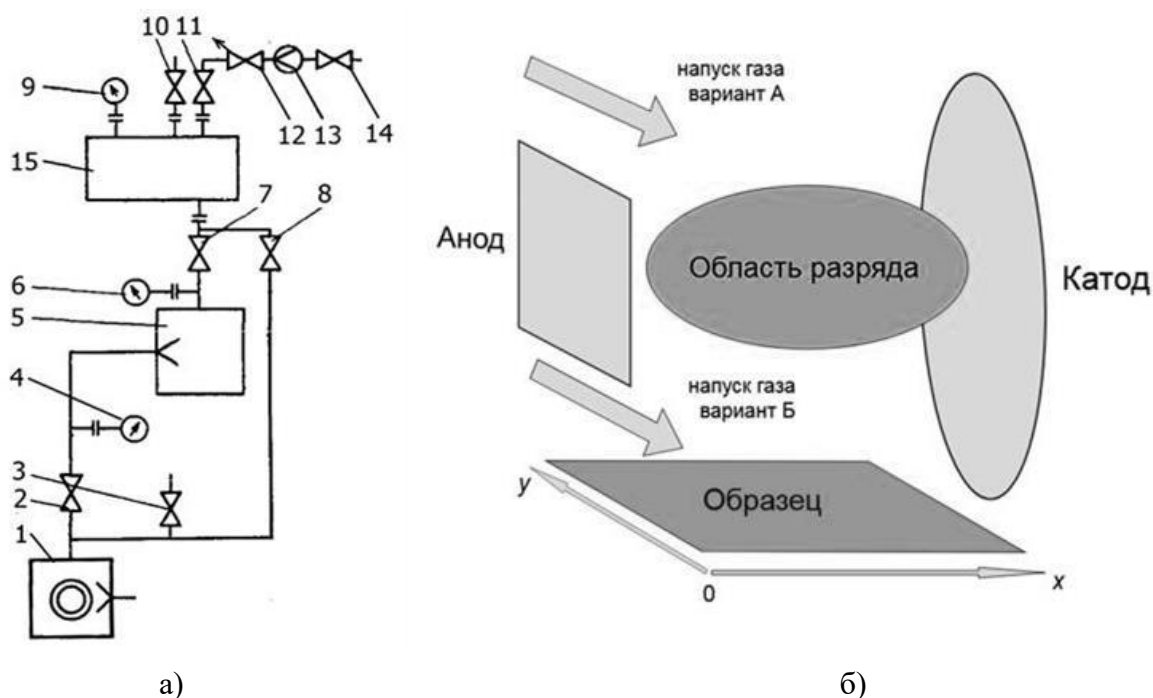


Рис. 2. Схема вакуумной установки (а) и расположения образца в рабочей камере (б):

- 1 — форвакуумный насос, 5 — диффузионный насос,
- 2, 3, 7, 8, 10, 11 — запорная арматура, 4, 6 — датчики термопарных вакуумметров,
- 9 — гидростатический U-образный вакуумметр,
- 12 — натекатель для регулирования потока CF_4 , 13 — капиллярный расходомер,
- 14 — кран напуска плазмообразующего газа, 15 — плазмохимический реактор

Фторирование проводилось в плазмохимическом реакторе с планарным расположением электродов в течение 10 минут при токе разряда 20 мА и давлении 60 Па. Давление в разряде устанавливалось путем дросселирования потока газа на входе высоковакуумного диффузионного насоса. Расстояние между катодом и анодом составляло 8 см. Расход плазмообразующего газа (чистый CF_4) изменялся от 10 до 15 $\text{см}^3/\text{с}$. Образцы пленок полипропилена размером 1×8 см толщиной 20 мкм располагались на столике в непосредственной близости от зоны разряда. Система ввода газа была сконструирована таким образом, чтобы обеспечить возможность изменять направление потока плазмообразующего газа относительно зоны разряда и поверхности образца. В варианте А между местом ввода газа и образцами располагалась зона разряда. В варианте Б газ поступал непосредственно между образцом и областью тлеющего разряда ассиметрично относительно его оси.

Гидрофобные свойства полученных образцов исследовались методом измерения краевого угла смачивания (рис. 3). Наибольшая гидрофобность была достигнута на образцах, расположенных вблизи анода. В этом случае величина краевого угла смачивания увеличивается на 45 % по сравнению с исходным значением для необработанного образца.

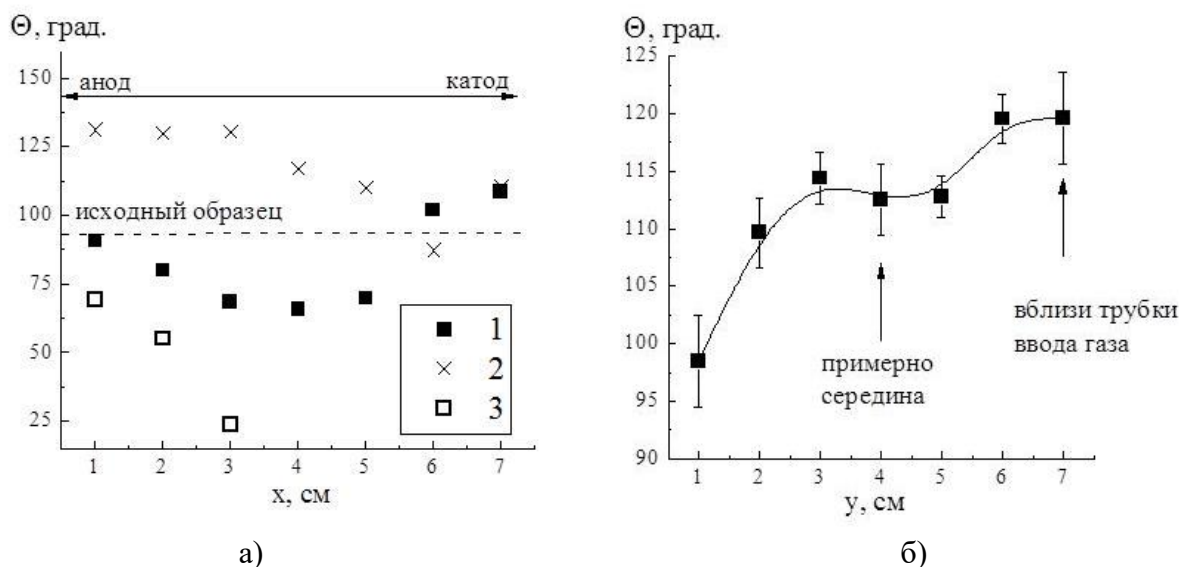


Рис. 3. Зависимость краевого угла смачивания от расстояния между анодом и катодом (а) и расстояния относительно точки ввода газа вдоль анода (б): вариант ввода газ Б (1, 2), вариант ввода газа А (3), поток CF_4 10 $\text{см}^3/\text{с}$ (1, 3) и 15 $\text{см}^3/\text{с}$ (2)

Анализ полученных данных показал, что в процессе плазмохимического фторирования необходимо исключить непосредственное воздействие высокоэнергетических частиц, образующихся в зоне разряда, на поверхность образца. При выборе конфигурации плазмохимического реактора следует располагать образец вне зоны катодных областей разряда (рис. 3а), а также обеспечить возможность ввода газа в нескольких точках вблизи анода (рис. 3б),

что позволит эффективно нейтрализовать высокоэнергетическую составляющую потока частиц из области разряда и увеличить интенсивность процесса образования радикалов, способствующих росту гидрофобного фторсодержащего покрытия на поверхности.

Использование тлеющего разряда в CF_4 позволяет значительно улучшить гидрофобные свойства полипропилена. Наилучшими гидрофобными свойствами обладают покрытия, полученные при подаче плазмообразующего газа между зоной разряда и образцом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 53264-2019 Техника пожарная. Одежда пожарного специальная защитная. Общие технические требования. Методы испытаний. : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 сентября 2019 г. № 807-ст : введен взамен ГОСТ Р 53264-2009 / разработан ФГБУ ВНИИПО МЧС России. – Москва : Стандартинформ, 2019. 45 с.
2. Ferreira A., Novoa P.R.O., Marques A.T. Multifunctional Material Systems: A state-of-the-art review // Composite structures, 2016. – V.151. – P. 3-35.
3. Gong X., Yin X., Wang F., Liu X., Yu J., Zhang S., Ding B. Electrospun Nanofibrous Membranes: A Versatile Medium for Waterproof and Breathable Application // Small, 2023. – V.19. – P. 2205067 (1-22).
4. Alkhudhiri A., Darwish N., Hilal N. Membrane distillation: A comprehensive review // Desalination, 2012. – V.287. – P. 2-18.
5. Харитонов А.П., Логинов Б.А. Прямое фторирование полимерных изделий – от фундаментальных исследований к практическому использованию // Российский химический журнал, 2008. – Т. 52, № 3. – С. 106-111.
6. Бойнович Л.Б., Емельяненко А.М. Гибридные материалы и покрытия: принципы создания, свойства и применение // Успехи химии, 2008. – Т.7. – С.619-638.
7. Холодков И. В., Холодкова Н. В., Мурын Д. Б., Кумеева Т. Ю., Кузнецова Д. Гидрофобизация поверхности полиэфирной ткани в ВЧ плазме фторсодержащих газов // Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы естествознания», Иваново, 24 марта 2020 года / Иваново: ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС России, 2020. – С. 106-112.

УДК 628.147.22

А. Ф. Чудакова, А. С. Митрофанов, С. А. Сырбу

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

**ИССЛЕДОВАНИЕ АДсорбЦИОННО-ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ
СПОСОБНОСТИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ ЗАЩИТЫ РЕЗЕРВУАРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ НЕФТИ
ОТ ОБРАЗОВАНИЯ ПИРОФОРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
МЕТОДОМ СКАНИРУЮЩЕЙ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ**

В статье рассмотрено влияние разработанных композиционных покрытий для защиты резервуаров для хранения нефти от образования пиррофорных отложений на снижение скорости сероводородной коррозии стали. Методом сканирующей электронной микроскопии установлено, что покрытия, содержащие в качестве наполнителя обработанную ультразвуком смесь диоксида титана и активированного угля, выполняют не только функцию барьера, но и обеспечивают адсорбционно-окислительную сероочистку паров нефти.

Ключевые слова: резервуары для хранения нефтепродуктов; сероводородная коррозия; пиррофорные отложения; композитные материалы.

A. F. Chudakova, A. S. Mitrofanov, S. A. Syrbu

**STUDY OF THE ADSORPTION-OXIDATING ABILITY
OF COMPOSITE MATERIALS FOR THE PROTECTION
OF OIL STORAGE TANKS FROM THE FORMATION
OF PYROPHORIC DEPOSITS USING THE METHOD
OF SCANNING ELECTRON MICROSCOPY**

The article examines the effect of the developed composite coatings to protect oil storage tanks from the formation of pyrophoric deposits on reducing the rate of hydrogen sulfide corrosion of steel. Using scanning electron microscopy, it has been established that coatings containing an ultrasonic-treated mixture of titanium dioxide and activated carbon as a filler not only perform the function of a barrier, but also provide adsorption-oxidative desulfurization of oil vapors.

Keywords: petroleum product storage tanks; hydrogen sulfide corrosion; pyrophoric deposits; composite materials.

Высокая сернистость и обводненность добываемой нефти усиливает агрессивность сред, в которых работает технологическое оборудование, что приводит к его серьезной коррозии. Коррозионные повреждения резервуаров, в свою очередь, становятся преобладающей причиной отказов технологического оборудования, что может приводить не только к остановке технологического процесса и экономическому ущербу, но и к авариям, с экологическими и иными

последствиями. Коррозия металла резервуаров с сернистой нефтью опасна во взрывопожарном отношении. Так образующиеся на внутренних поверхностях емкостей пиррофорные соединения железа и серы в присутствии кислорода воздуха способны самонагреваться и самовоспламеняться с последующим воспламенением паровоздушной смеси паров нефтепродуктов и атмосферного кислорода [1].

В настоящее время существует ряд сложностей, связанных со сбором и обобщением статистических данных о пожарах на объектах нефтяной промышленности и причинах их возникновения. Однако анализ ряда научных публикаций показал, что около 13 % всех пожаров на объектах хранения нефти происходит по причине самовозгорания пиррофорных отложений. Актуальность темы исследования подтверждается и ростом количества научных публикаций на тему борьбы с сероводородной коррозией и пиррофорными отложениями.

Международный рынок нефти является самым крупным рынком на экономической арене. В последние годы замечена тенденция к использованию более дешевой нефти с высоким содержанием серосодержащих соединений ввиду более низкой цены на нее.

Коррозия приводит к большим потерям в результате выхода из строя строительных конструкций, узлов и агрегатов, а также прочих изделий. Экономические потери от коррозии металлов огромны. В некоторых странах ущерб от коррозии, включая антикоррозионную обработку, экологические и иные затраты составляет около 3 % внутреннего валового продукта.

Кроме экологических и финансово-экономических проблем не стоит забывать и о пожарной опасности нефтедобывающей отрасли. Коррозия металла резервуаров с сернистой нефтью опасна во взрывопожарном отношении.

Способы защиты стали от негативного воздействия сероводородной коррозии и образования пиррофорных отложений имеются и успешно применяются. Однако их использование ограничено либо высокой стоимостью, либо низкой эффективностью. Поэтому разработка методов для защиты оборудования для хранения нефти от образования пиррофорных отложений сохраняет свою актуальность.

Для исследования скорости коррозии стали СтЗсп использовался гравиметрический метод [2]. Скорость равномерной коррозии определяли, как отношение изменения массы образцов к единице площади и времени экспонирования:

$$K_m^{\pm} = \frac{m_0 - m_1}{S \cdot t} \quad (1)$$

Для определения скорости коррозии, подготовленные образцы стали предварительно подвергались обезжириванию и механической обработке с использованием абразивной бумаги. После чего пластины взвешивались, размещались внутри лабораторной установки (рис. 1) и экспонировались в

течение 100 суток. В установке были симитированы условия паровоздушного пространства резервуара для хранения нефти. Пары нефти образовывались естественным путем в результате испарения нефти из емкости, размещенной в установке. Концентрация сероводорода доводилась до 2 % об. путем наполнения установки газом из внешнего источника.

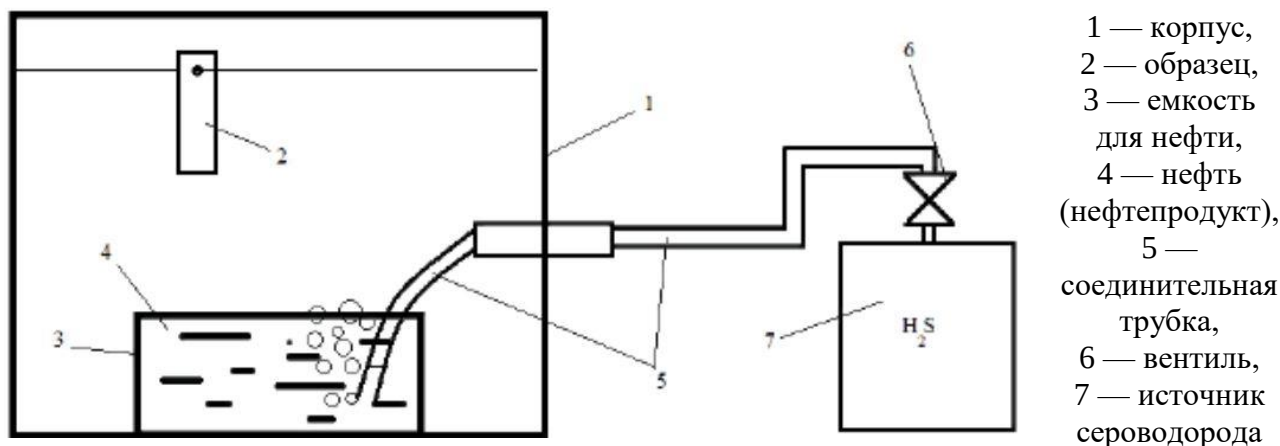


Рис. 1. Принципиальная схема лабораторной установки, имитирующей условия паровоздушного пространства в резервуаре для хранения нефти и нефтепродуктов

После каждого периода экспонирования образцы извлекались из установки и взвешивались, после чего была проведена корреляция между положительным и отрицательным показателем коррозии.

Изменение массы образцов (рис. 2) определяли после удаления продуктов коррозии по стандартным методикам [3].

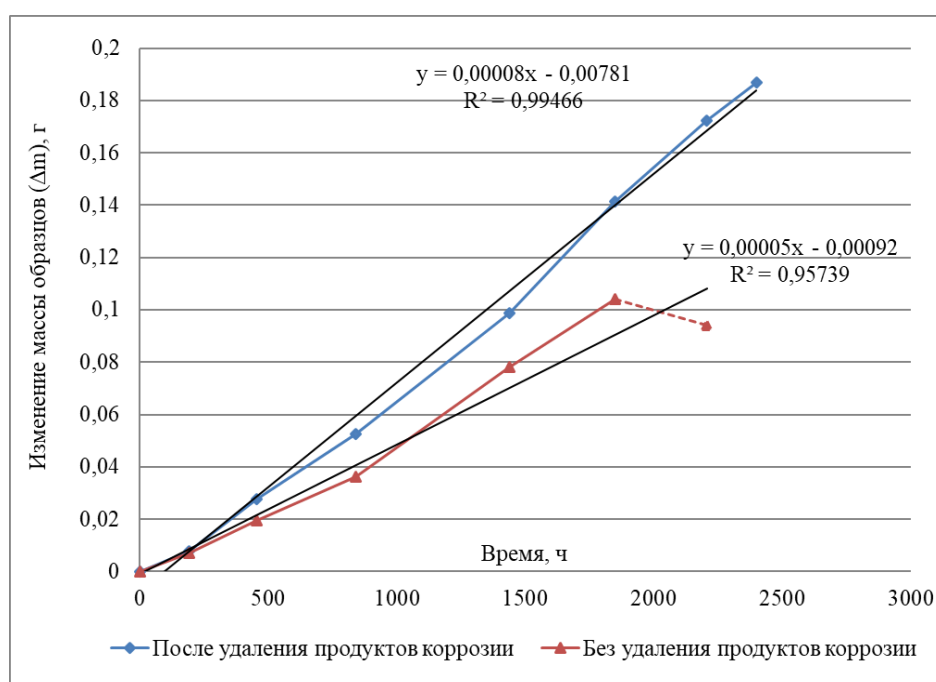


Рис. 2. Зависимость усредненного изменения массы образцов от времени экспонирования в лабораторной установке

Основываясь на полученных результатах изменения массы образцов, определили скорости коррозии стали на каждом этапе экспонирования (рис. 3) [4].

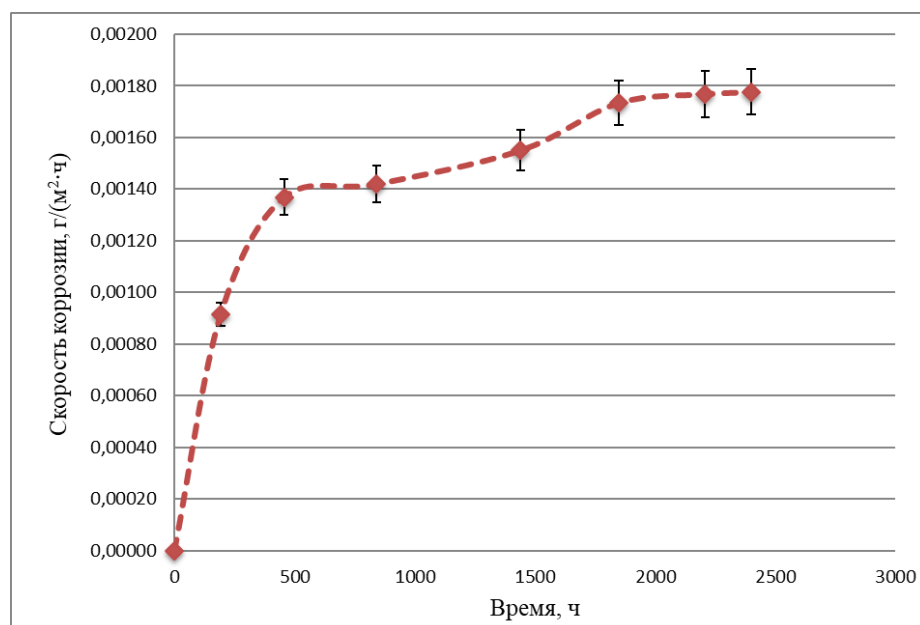


Рис. 3. Зависимость скорости равномерной коррозии от времени экспонирования

Анализ полученных данных позволил сделать вывод о сопоставимости результатов со справочными источниками и исследованиями других авторов [5]. Таким образом, условия, симитированные в лабораторной установке, позволяют произвести оценку защитных свойств разработанных композиционных покрытий, состав которых приведен в табл. 1.

Таблица 1. Рецептуры составов композитных покрытий

Наименование компонента	Содержание компонента в составе, масс. ч.:							
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
Полимочевина «Maxi Gum»	100	100	100	100	100	100	100	100
Диоксид титана	-	1	-	-	-	-	-	-
Активированный уголь	-	-	1	-	-	-	-	-
Смесь 3 масс. ч. активированного угля и 1 масс. ч. диоксида титана	-	-	-	1	1*	-	-	-
Шунгит	-	-	-	-	-	1	-	-
Смесь 3 масс. ч. шунгита и 1 масс. ч. диоксида титана	-	-	-	-	-	-	1	1*
Отвердитель	26	26	26	26	26	26	26	26
Растворитель Р-4	50	50	50	50	50	50	50	50

**Примечание: в композитах K5 и K8 в отличие от K4 и K7 соответственно наполнители подвергались ультразвуковой обработке.*

Во всех случаях в качестве матрицы композитных составов использовали полимочевину. В качестве действующих агентов применяли по 1 массовой части диоксида титана, активированного угля и шунгита как отдельно, так и в различных массовых соотношениях. В составах К5 и К8 смеси получены путем ультразвуковой обработки, которая применялась с целью внедрить максимальное количество диоксида титана в поры адсорбента (активированного угля и диоксида титана).

На рис. 4 приведено изображение наполнителя композиции К5, полученное с использованием сканирующей электронной микроскопии.

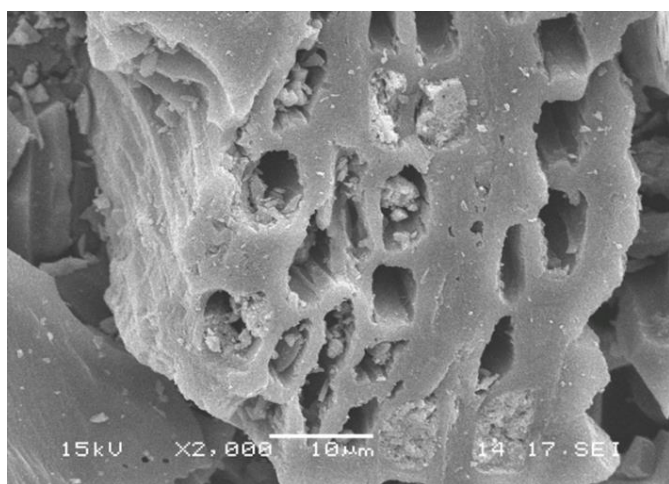


Рис. 4. Микрофотография смеси диоксида титана и активированного угля (БАУ-А) после ультразвуковой обработки

Для оценки скорости коррозии стальные образцы, покрытые разработанными покрытиями по предлагаемой технологии, экспонировались в лабораторной установке при описанных выше условиях. При проведении визуальной экспресс-оценки стойкости покрытий к воздействию агрессивной среды было установлено наличие явного положительного эффекта для всех композиций. Так при снятии покрытий после экспонирования было обнаружено отсутствие на поверхности стальных пластин, каких-либо визуальных признаков протекания коррозии.

Результаты гравиметрических исследований коррозии образцов стали, покрытых композитными составами, приведены на рис. 5.

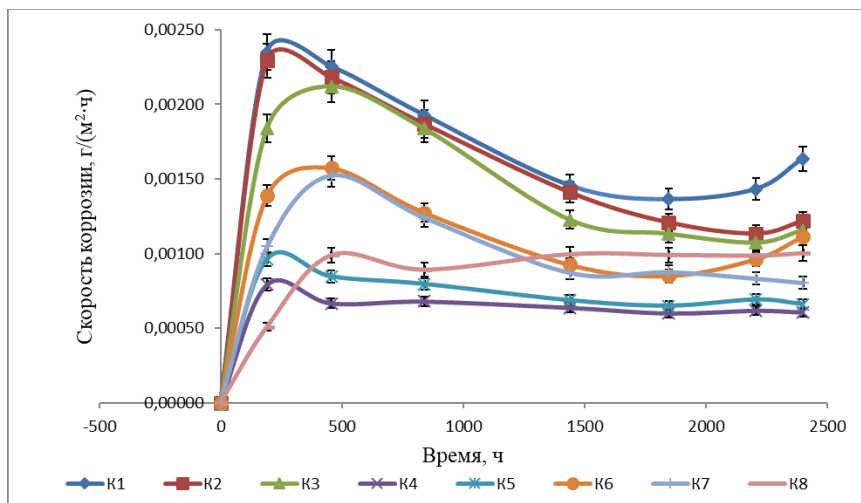


Рис. 5. Зависимость скорости коррозии образцов стали, покрытых разработанными композиционными материалами, от времени экспонирования

Зависимости скорости коррозии от времени экспонирования для всех исследованных образцов имеют симбатный характер до 60 дня проведения эксперимента. Во всех случаях скорость коррозии достигает максимальных значений на 8–19 сутки экспонирования. После чего снижается у всех образцов до 60 суток экспонирования. Однако, несмотря на визуально установленную стойкость всех покрытий к агрессивной среде на протяжении 100 суток, характер кривых, описывающих полученные экспериментальные данные после 60 суток различен. Так скорость коррозии образцов, обработанных составами К1, К2, К3, К6 и К8 увеличивается, составами К4, К5 и К7 выходит на плато. Наибольшей эффективностью обладают составы К4 и К5. Максимальная скорость коррозии незащищенных образцов стали СтЗсп в паровоздушной среде нефти при содержании сероводорода 2 об. % была зафиксирована в 100 сутки экспонирования. Использование в качестве защитных покрытий разработанных составов позволило существенно снизить скорость коррозии от 26 до 70 раз.

Анализируя представленные данные, можно сделать вывод о том, что наибольшей эффективностью обладает композиция К4, имеющая в качестве наполнителя механическую смесь диоксида титана и активированного угля.

Продуктами окисления сероводорода могут быть элементарная сера или ее диоксид. Для определения элементного состава продуктов, образующихся в пленках после экспонирования, был использован метод сканирующей электронной микроскопии. Исследование проводили сразу после извлечения из установки и повторно, через 3 месяца, в течении которых пленки исследуемых образцов выдерживались в вакуумном посту. Содержание серы в исследуемых пленках представлено в табл. 2.

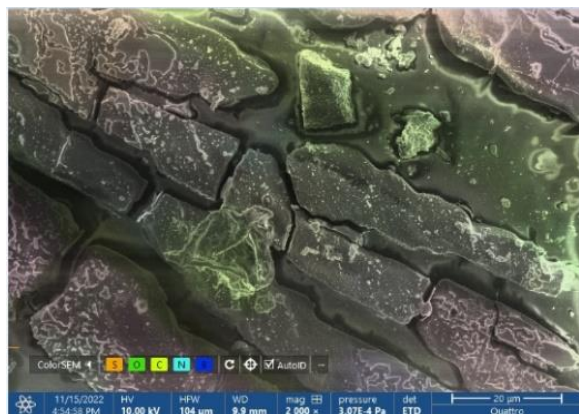
Таблица 2. Содержание серы в пленках

Композиция	Содержание S после экспонирования, масс. %	Содержание S после экспонирования и выдержки в вакууме, масс. %
К1	24,9	26,1
К2	30,0	23,2
К3	20,6	24,2
К4	10,4	15,9
К5	42,4	10,0
К6	17,4	25,1
К7	27,9	22,5
К8	12,2	26,6

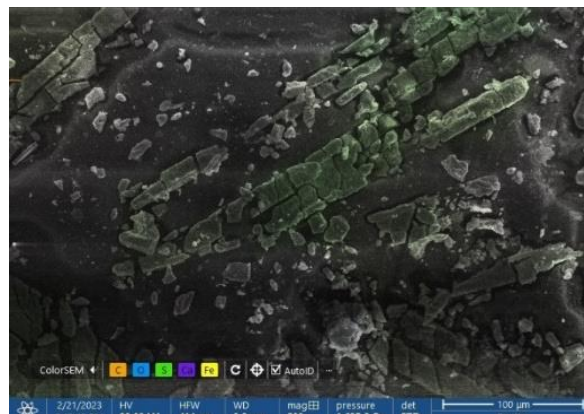
Перед проведением эксперимента исследуемые пленки не содержали серы.

Сера, содержащаяся в пленках после эксперимента, являлась продуктом окисления сероводорода. Минимальное содержание наблюдается в составах К4 и К8, а максимальное в составе К5.

Наибольшее изменение содержания серы претерпел образец, покрытый составом К5 (рис. 6). В нем содержание серы уменьшилось с 42,4 масс. % до 10,4 масс. %. Объяснить обнаруженный экспериментальный факт можно окислением серы, находящейся в порах активированного угля диоксидом титана с образованием газообразного SO_2 , который при хранении в вакуумном посту откачивался насосом в окружающую среду.



А)



Б)

Рис. 6. Микрофотографии плёнки из композитного материала К5, полученная методом СЭМ после экспонирования в лабораторной установке (А) и последующей выдержке в вакуумном посту (Б)

Увеличение содержания серы наблюдалось для композиций К3, К4, К6 и К8, его можно связать с процессом окисления сероводорода, попавшего в поры пленок указанных составов, до элементарной серы.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что покрытия с механической смесью диоксида титана и активированного угля выполняют защитную барьерную функцию, разделяя защищаемую поверхность и содержащее сероводород паровоздушное пространство резервуара. В свою очередь покрытия, содержащие обработанную ультразвуком смесь диоксида титана и активированного угля, выполняют не только функцию барьера, но и обеспечивают адсорбционно-окислительную сероочистку паров нефти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бояров, Антон Николаевич Механизм формирования и защита от самовозгорания пирофорных отложений в вертикальных резервуарах: на примере ОАО «Самаранефтегаз» : автореферат дис. ... кандидата технических наук :05.26.03 Уфа 2010.
2. ГОСТ 9.908-85. Методы определения показателей коррозии и коррозионной стойкости. Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Металлы и сплавы (с Изменением №1). Межгосударственный стандарт. М.: ИПК Издательство стандартов, 1999. 19 с.

3. ГОСТ Р 9.907-2007 (ИСО 8407:1991). Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Металлы, сплавы, покрытия металлические. Методы удаления продуктов коррозии после коррозионных испытаний. Межгосударственный стандарт. М.: Стандартинформ, 2020. 20 с.

4. Митрофанов А.С., Сырбу С.А. Исследование скорости коррозии стали марки СтЗсп в паровоздушной среде высокосернистой нефти // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций: сборник материалов V Всероссийской научно-практической конференции, 21 апреля 2023 г. Красноярск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. С. 58–61.

5. Воробьева Г.Я. Коррозионная стойкость материалов в агрессивных средах химических производств. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Химия, 1975. 816 с.

УДК 628.147.22

А. Ф. Чудакова, С. А. Сырбу, А. С. Митрофанов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОВРЕМЕННЫЕ КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ СЕРОВОДОРОДНОЙ КОРРОЗИИ

Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов являются неотъемлемой частью производственного процесса и необходимы для сохранения качества и количества хранимых материалов или сырья в течение длительного срока. Однако, одним из самых опасных факторов, которым подвержены резервуары, является коррозия. Несмотря на имеющийся опыт эксплуатации нефтяного оборудования в условиях агрессивной среды вопросы сероводородной коррозии и борьбы с ней еще не нашли удовлетворительного решения и требуют дальнейшего изучения. Это объясняется сложностью коррозионных явлений, происходящих в среде, содержащей сероводород, и трудностью разработки эффективных способов антикоррозионной защиты в этих условиях.

Ключевые слова: сероводородная коррозия; лакокрасочные материалы; полимерные покрытия; пиррофорные отложения; резервуары для хранения нефтепродуктов.

A. F. Chudakova, S. A. Syrbu, A. S. Mitrofanov

MODERN COMPOSITE MATERIALS USED IN THE OIL INDUSTRY FOR PROTECTION AGAINST HYDROGEN SULFIDE CORROSION

Oil and petroleum product storage tanks are an integral part of the production process and are necessary to preserve the quality and quantity of stored materials or raw materials over a long period of time. However, one of the most dangerous factors to which tanks are exposed is corrosion.

Despite the available experience of operation of oil equipment under conditions of aggressive environment, the issues of hydrogen sulfide corrosion and its control have not yet found a satisfactory solution. and need further study. This is explained by the complexity of corrosion phenomena occurring in the environment containing hydrogen sulfide, and the difficulty of developing effective methods of anticorrosion protection in these conditions.

Keywords: hydrogen sulfide corrosion; paintwork materials; polymer coatings; pyrophoric deposits; petroleum product storage tanks.

Для нефтяной промышленности коррозия является огромной проблемой, как и для любой другой области. Типовые объекты в нефтегазовом комплексе (нефтегазопроводы, нефтехимические заводы) несут серьезные убытки из-за воздействия коррозии. Объекты нефтедобывающей отрасли требуют ответственного подхода к обеспечению их долговременной и бесперебойной работы. Своевременная защита от коррозии объектов нефтегазового комплекса позволяет не только значительно снизить экономические потери, но и продлить срок службы объектов нефтяной промышленности.

При добыче, сборе, подготовке и транспортировке высокосернистых нефтей и попутных газов, когда в добываемой продукции содержится сероводород или другие соединения химически активной серы, возникают специфические проблемы, связанные с эксплуатацией нефтедобывающего оборудования. Сероводород — уникальный коррозионно-агрессивный, высокотоксичный и пожароопасный агент с широким спектром воздействия на металлическое оборудование и трубопроводы в процессе добычи нефти и газа. Сероводород вызывает сильную коррозию железа и стали, а также легированных сталей. В процессе коррозии сероводород (точнее, продукты его диссоциации в воде - ионы водорода и гидросульфида) способствуют процессу проникновения атомов водорода в металл и делают его хрупким, что является следствием так называемого водородно-индуцированного растрескивания металла или сульфидно-коррозионного растрескивания металла под напряжением [1].

Для образования на металлической поверхности активных сульфидов железа достаточно очень небольшого периода времени воздействия сероводорода на железо или его оксиды в ходе коррозионно-химического процесса. Считают, что толщина продуктов коррозии, их пористость и теплопроводность играют определяющую роль в кинетике реакции самовозгорания. Если пирофорные отложения расположены на поверхности нефтегазодобывающего оборудования слоем небольшой толщины, их горение благодаря высокой пористости осадков и низкой теплопроводности наблюдается в виде тления, выделения дыма, без видимых признаков воспламенения. Однако, при изменении условий теплообмена с металлической подложкой происходит точечное воспламенение серы. Поэтому пирофорные отложения, являясь трудно контролируемыми источниками зажигания,

представляют наибольшую пожаровзрывоопасность для процессов добычи нефти и газа [1].

Одним из перспективных способов повышения эксплуатационных возможностей стального оборудования в сероводородсодержащих средах является создание на поверхности металла полимерного покрытия с высокими защитными свойствами.

Качество покрытий во многом зависит от состава материалов, используемых при их нанесении. На предприятиях РФ используются как импортные, так и российские материалы. При этом покрытия для защиты резервуаров от коррозии должны отвечать следующим основным требованиям: необходимая химическая стойкость, высокие физико-механические свойства, экономичность процесса нанесения, легкость ремонта покрытия с учетом транспортировки и монтажа.

На основании анализа действующего нормативного документа в области применения защитных покрытий [2] для защиты внутренней поверхности резервуаров от коррозии применяются эпоксидные покрытия, а также покрытия из полиуретана. В Великобритании, Канаде, Германии, Финляндии практически все стальные резервуары изолируются по технологии эпоксидных покрытий, в России основной системой изоляции являются многослойные покрытия из полиуретана.

Полиуретановые эмали (двухкомпонентные), в основном, применяются в качестве покрывных (финишных слоев) в системах антикоррозионной защиты внутренней поверхности резервуаров. Образуют покрытия с высокой абразивостойкостью, хорошими декоративными свойствами, атмосферо- и влагостойкостью, стойкостью к действию растворителей и различных химических реагентов. Полиуретановые покрытия обладают хорошей адгезией к металлам, характеризуются высокими диэлектрическими показателями [3].

К недостаткам полиуретанов можно отнести невысокую стойкость при повышенных температурах к действию щелочей, накопление остаточных деформаций под действием длительных нагрузок, резкую зависимость физико-механических свойств от перепадов температуры.

Несмотря на то, что в документе [2] по большей части отмечено, что РФ в качестве покрытия для защиты внутренней поверхности резервуаров использует покрытия из полиуретана, анализ же патентных источников показывает обратное. Наиболее популярным видом лакокрасочных материалов для антикоррозионной защиты резервуаров, предназначенных для хранения нефтепродуктов (керосина, бензина и дизельного топлива), являются эпоксидные лакокрасочные материалы (ЛКМ) [4].

Эпоксидные ЛКМ обладают химической стойкостью, универсальностью применения, высокими показателями адгезии, хорошей прочностью, малой усадкой, низкой вязкостью, легкостью отверждения и неплохими диэлектрическими показателями.

В патентных источниках указано, что в большинстве случаев антикоррозионные эпоксидные ЛКМ являются двухкомпонентными, базовый компонент — это непосредственно полимеры эпоксидных групп, которые являются связующими, и отвердители [4].

Отвердители, входящие в состав, необходимы, чтобы эпоксидные смолы переходили из жидкого состояния в более прочное и эластичное. Данный процесс проходит за счет того, что эпоксидные смолы представляют собой молекулы в виде цепочек из числа одинаковых составных звеньев, содержащих одну или более глицидиловых или эпоксидных групп. Именно они под действием отвердителей превращаются в прочные макромолекулы полимеров [5].

Долговечность эпоксидных покрытий может достигать от 10 лет и более. Такой срок антикоррозионной защиты достигается не только благодаря двум основным компонентам, но также и введению в состав ЛКМ различных добавок, и наполнителей, которые улучшают свойства покрытия. Двухкомпонентные покрытия довольно хрупкие по своей природе и слабо сопротивляются механическим воздействиям, поэтому добавки нивелируют эти недостатки, повышают их механическую прочность, а также снижают вредное воздействие перепада температур [5].

Обладая рядом ценных свойств, эпоксидные лакокрасочные материалы имеют и недостатки, к которым, в частности, относят недостаточно высокую эластичность, способствующую снижению долговечности покрытия. Это связано с тем, что при эксплуатации покрытий происходит их старение, возникают высокие внутренние напряжения, нередко приводящие к охрупчиванию и отслаиванию ЛКП [6].

В последние годы в индустрии антикоррозионной защиты наблюдается некоторая смена приоритетов, которая происходит под влиянием новых разработок и исследований, проводимых производителями лакокрасочных материалов.

Двухкомпонентные системы антикоррозионной защиты на базе эпоксидных, полиуретановых и других смол гарантируют надежную долгосрочную защиту окрашенных конструкций и объектов. Можно говорить об успешной, надежной антикоррозионной защите на срок более чем 15 лет. Однако такие системы требуют тщательной дорогостоящей подготовки поверхности, высококвалифицированного малярного персонала и дорогого оборудования [7].

Сегодня требуются системы антикоррозионной защиты, которые, по-прежнему гарантируя надежную долгосрочную защиту и высокие декоративные свойства на протяжении всего срока службы, соответствуют следующим условиям:

1. Уменьшение стоимости нанесения в ходе нового строительства.
2. Уменьшение стоимости и трудоемкости при проведении ремонтных работ.

3. Сокращение и уменьшение стоимости мероприятий по охране труда и окружающей среды в ходе нанесения.

Таким образом, развитие современных систем защиты от коррозии включает в себя сохранение существующих антикоррозионных свойств, с одной стороны, и оптимизацию, направленную на уменьшение стоимости и рост производительности процессов нанесения и обслуживания, с другой. Эти цели могут быть достигнуты как за счет создания новых материалов, так и за счет оптимального комбинирования и применения уже имеющихся.

Работы по модификации ЛКМ имеют высокий практический интерес, поскольку данные ЛКМ широко применяются в различных областях промышленности и характеризуются высокими эксплуатационными свойствами и показателями технологичности производства. К актуальным проблемам настоящего времени относится разработка технологий получения новых материалов путем допирования существующих разнообразными компонентами. Полученные материалы проявляют принципиально новые свойства и имеют огромный потенциал для получения более перспективных материалов с заданными свойствами [8].

Несмотря на огромный выбор ЛКМ в качестве антикоррозионной защиты эпоксидные покрытия востребованы в России. Учитывая то, что в России производится несколько сотен видов данных покрытий, их объемов все равно недостаточно, и на некоторых объектах используются зарубежные аналоги. ЛКМ зарекомендовали себя в качестве отличного антикоррозионного покрытия. Они постоянно модернизируются, вводятся новые составляющие, благодаря которым появляются гибридные эпоксидные покрытия. На данный момент около 40 % ЛКМ приходится на долю эпоксидных, а также гибридов на их основе [5].

Количество российских производителей лакокрасочных покрытий с продукцией мирового уровня незначительно, поэтому на рынке широко представлен спектр дорогостоящих зарубежных защитных покрытий. Развитие российских производств лакокрасочных материалов может существенно повлиять на сложившуюся ситуацию в позитивном направлении.

В заключение следует отметить, что антикоррозионные полимерные покрытия являются экономически эффективным и долговечным решением для защиты металлических поверхностей от коррозионных процессов. Эти покрытия обладают рядом преимуществ, включая повышенную прочность и долговечность, улучшенную устойчивость к коррозии, снижение эксплуатационных расходов, а также улучшенный внешний вид и эстетическую привлекательность. Хотя существуют проблемы и ограничения, связанные с этими покрытиями, такие как стоимость и подготовка поверхности, преимущества, которые они обеспечивают в процессах защиты от сероводородной коррозии, преобладают. Создание новых функциональных композиционных материалов является актуальным направлением для научных

исследований в области обеспечения пожарной безопасности объектов защиты в нефтегазовой области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пирофорные отложения в процессе сероводородной коррозии металлов - причина пожаров и взрывов нефтегазового оборудования [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: https://files4you.do.am/publ/zashhita_neftjanykh_rezervuarov_ot_korrozii_pirofornye_otlozhenija_v_processe_serovodorodnoj_korrozii_metallov_prichina_pozharov_i_v_zrygov_neftegazovogo_oborudovaniya/21-1-0-107/ (дата посещения 16.03.2024).

2. РД 05.00-45.21.30-KTH-005-1-05 «Правила антикоррозионной защиты резервуаров».

3. Краткая теория антикоррозионной защиты [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://www.novax.ru/articles/kratkaya-teoriya-antikorrozionnoy-zashchity/?ysclid=ltvwnxged60545827/> (дата посещения 16.03.2024).

4. Патент 2738711 Рос. Федерация. Эпоксидный лакокрасочный материал, предназначенный для антикоррозионной защиты внутренней поверхности резервуаров со светлыми нефтепродуктами [Электронный ресурс]: МПК C09D 5/10 C09D 163/00 C08L 63/00 C08K 3/04 C08K 3/08, заявитель и патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью «Химиндустрия-Инвест» (RU), авторы: Малюта Д.А., (RU). Заявка: 2020118615, 05.06.2020, опубл. 15.12.2020. Режим доступа: URL: <https://www.fips.ru> (дата посещения 10.03.2024).

5. Безгодков, А. А. Особенности эпоксидных антикоррозионных покрытий применяемых на мостовых сооружениях / А. А. Безгодков // Молодежь и научно-технический прогресс в дорожной отрасли юга России: Материалы XIII Международной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 100-летию профессора Рима Яковлевича Цыганова, основателя высшего дорожного образования в Волгоградской области, Волгоград, 21–24 мая 2019 года. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2019. – С. 107-111. – EDN CXUDTO.

6. Применение модификаторов для повышения эксплуатационных свойств лакокрасочных покрытий на основе эпоксидных пленкообразующих (обзор) / В. А. Кузнецова, В. В. Емельянов, Г. Г. Шаповалов, Н. А. Коврижкина // Труды ВИАМ. – 2021. – № 12(106). – С. 63-72. – DOI 10.18577/2307-6046-2021-0-12-63-72. – EDN HPDGMF.

7. Современная антикоррозионная защита [Электронный ресурс] // Режим доступа: URL: <https://stapol.tech/press/prensa-o-nas/sovremennye-sistemy-promyshlennoy-antikorrozionnoy-zashchity/?ysclid=ltvwns69oz614535832/> (дата посещения 17.03.2024).

8. Патент 2661226 Рос. Федерация. Суспензия для модификации лакокрасочных материалов на эпоксидной основе для усиления антикоррозионных свойств [Электронный ресурс]: МПК C09D 5/08 C09D 163/00 C09D 175/04 C08K 3/04, заявитель и патентообладатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ВГУ») (RU), авторы: Бутырская Е. В., Нечаева Л. С., Запрыгаев С. А., (RU). Заявка: 2016149409, 15.12.2016, опубл. 13.07.2018. Режим доступа: URL: <https://www.fips.ru> (дата посещения 10.03.2024).

УДК 614.842

И. Г. Якушкина

Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

ПОЖАРНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕРЕВЯННОГО ДОМОСТРОЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИП-ПАНЕЛЕЙ И CLT-ПАНЕЛЕЙ

В статье проведена сравнительная характеристика современных технологий деревянного строительства с применением СИП-панелей и CLT-панелей в части пожарной и экологической безопасности. Обязательным условием пожарной безопасности является обработка огнезащитой и защита негорючими материалами. Для соблюдения экологической безопасности необходимо применять экологически чистые материалы.

Ключевые слова: СИП-панели; CLT-панели; пожарная безопасность деревянного домостроения.

I. G. Yakushkina

FIRE AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF WOODEN HOUSE CONSTRUCTION USING SIP PANELS AND CLT PANELS

The article provides a comparative description of modern technologies of wooden construction using SIP panels and CLT panels in terms of fire and environmental safety. A prerequisite for fire safety is fire protection treatment and protection with non-flammable materials. To comply with environmental safety, it is necessary to use environmentally friendly materials.

Keywords: SIP panels; CLT panels; fire safety of wooden house construction.

Минстрой и МЧС России 7 июля 2023 года утвердили план (дорожную карту) по развитию деревянного домостроения в России до конца 2024 года [1].

Дорожная карта включает комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по обеспечению пожарной, экологической, механической и сейсмической безопасности объектов из деревянных конструкций. Кроме того, планируется подготовить пилотные проекты объектов — общественных и жилых зданий, построенных, в т.ч. с помощью СИП-панелей и CLT-панелей.

Учитывая актуальность развития безопасного деревянного домостроения целью данного исследования является сравнение двух технологий строительства — СИП-панелей и CLT-панелей, акцентировать внимание на их

достоинствах и недостатках, особенно в части экологической и пожарной безопасности.

СИП-панели или SIP (Structural Insulated Panel — это конструкционные теплоизолированные панели, они являются одним из лидеров по эксплуатационным показателям материалов и срокам их монтажа.



Рис. 1. СИП-панели (А) и CLT-панели (Б)

Благодаря современной технологии производства и грамотному комбинированию нескольких строительных материалов, они позволяют создавать прочную конструкцию для создания стен и перекрытий с высокими показателями теплоизоляции.

Материал представляет собой структурно изолированную панель, имеющую вид кирпича (рис. 1А). В состав панели входят два основных компонента. Это внешняя защита, изготовленная из ОСП (ориентированно-стружечная плита) и внутренний наполнитель в виде пенополистирола.

ОСП – это инновационный строительный материал, который получают путём горячего прессования древесных стружек, смешанных с синтетическими смолами и другими добавками. Этот материал стал популярным в последние десятилетия благодаря своей высокой прочности, устойчивости к влаге и легкости в обработке. При обработке ОСП-плиты антипиреном - химическим веществом, препятствующим возгоранию, существенно снижается воспламеняемость и распространяемость пламени. Такая пропитка совершенно безопасна для людей и домашних животных.

Пенополистирол, применяемый при изготовлении строительной конструкции имеет повышенные показатели жесткости, что позволяет выполнять панели с высокой прочностью. Он относится к самозатухающим и трудновоспламеняемым материалам. Обычно время самостоятельного горения пенополистирола за счет применения антипиренов не превышает 4 секунды.

СИП-панели склеиваются под прессом с помощью органических смол. Стандартно толщина всей панели варьируется от 60 до 224 миллиметров [5].

Увеличить противопожарные свойства дома из СИП-панелей на этапе проектирования и строительства можно за счет:

- 1) двухслойной обшивки стен, состоящей из гипсокартона и гипсоволоконных плит;
- 2) герметичности пространства, достигнутого благодаря созданию плотных стыков панелей;
- 3) использования негорючих отделочных материалов;
- 4) нанесения слоя фактурной штукатурки;
- 5) проведения инженерных коммуникаций в нишах пола и перекрытий, чтобы избежать лишнего притока кислорода и др.

Стоимость возведения СИП-панельного здания в 1,5–2 раза дешевле применения CLT-панелей при том же объеме.

CLT-панели изготавливаются из обрезной древесины хвойных пород (рис. 1Б), которую высушивают в камерах до 12 % влажности. Древесина укладывается слоями под углом 90 % относительно друг друга (перекрестно-склеенных слоев) и под давлением склеивается в единый массив с помощью экологически чистого полиуретанового клея.

CLT обладает хорошими теплоизоляционными свойствами, выносит большие нагрузки, отличается высокой огнестойкостью, сейсмостойкостью, высокой прочностью и положительным углеродным балансом. При применении CLT-панелей не требуется внутренняя отделка помещений.

Поскольку CLT-панели производятся только из дерева, то они «дышат», создают комфортные условия обитания (зимой тепло, летом прохладно).

В этом CLT-панели существенно отличаются от СИП-панелей, в которых за счет применения пенополистирола практически нет проницаемости для воздуха и водяного пара вовнутрь помещения из окружающей среды. По сути, дома из СИП-панелей представляют собой термос, в котором не только тепло, но и душно, поэтому необходима принудительная вентиляция.



Рис. 2. А — здание из СИП-панелей, Б — здание из CLT-панелей

В отличие от СИП-панелей, из которых строят пока только 1–2 этажные дома (рис. 2А), с помощью CLT-панелей сегодня уже возводят многоэтажные здания (рис. 2Б), офисы, стадионы как в России, так и за рубежом.

Одним из самых высоких деревянных зданий в мире из CLT-панелей считается здание, построенное в Норвежском городе Брумунддал. Высота здания 85 м, количество этажей — 18, общая площадь 11,3 тыс. м². Здание полностью сделано из клееного бруса (колонны, перекрытия, лестницы и т.д.). В здании есть офисы, апартаменты, бассейн на крыше и др.

В нашей стране также появились многоэтажные дома, целиком и полностью состоящие из CLT-панелей, то есть из хвойного дерева [4]. Так в конце 2022 года в Вологодском г. Соколе официально представили готовые четырехэтажные, полностью деревянные дома из CLT-панелей. Жилой комплекс получил название «Соколики».

При проектировании и строительстве зданий из CLT-панелей обязательным условием является выполнение общего и обязательного требования – выполнения защиты древесины огнезащитными средствами [3]. Тем более, что сегодня достаточное количество таковых без содержания вредных веществ, т.е. экологически чистых.

Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности зданий деревянного домостроения должны устанавливаться в зависимости от функционального назначения, этажности, площади этажа по СП 2.13130 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты» [3] и СП 4.13130 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям» (табл.) [2].

Таблица. Сравнительная характеристика строительных материалов

Показатели	СИП-панели	CLT-панели	Дерево
1) Группа горючести	Г3 – нормально-горючие	Г2 – умеренно-горючие	Г4 - сильногорючие
2) Воспламеняемость	В2 – умеренно-воспламеняемые	В2 – умеренно-воспламеняемые	В3 – легко-воспламеняемые
3) Образование дыма	Д3 – с высокой дымообразующей способностью	Д2 – с умеренной дымообразующей способностью	Д2 – с умеренной дымообразующей способностью
4) Токсичность	Т2 – умеренно-опасные	Т1 – мало-опасные	Т3 – высоко-опасные

CLT-панели имеют класс пожарной опасности конструкции K1 (малопожароопасные), СИП-панели и дерево — класс K3 (пожароопасные).

Однако следует учитывать, что на стадии производства в ОСП-плиты добавляют антипирены — вещества, которые повышают устойчивость к возгоранию. В результате показатели пожаробезопасности СИП-панелей значительно превосходят деревянные конструкции, панели не могут стать источником пожара.

Вывод. Новые современные технологии деревянного домостроительства с помощью СИП-панелей и CLT-панелей имеют свои достоинства и недостатки. Обязательным условием пожарной безопасности является обработка огнезащитой и защита негорючими материалами. Для соблюдения экологической безопасности необходимо применять экологически чистые материалы не только для склеивания панелей и огнеобработки, но и для внутренней отделки помещений, если таковая применяется.

В целом, данные технологии могут достигать показателей, которые необходимы при строительстве жилых домов и общественных зданий при условии соблюдения всех обязательных требований пожарной безопасности, установленных на законодательном уровне в РФ.

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, проводимые Минстроем и МЧС России, безусловно будут способствовать дальнейшему совершенствованию деревянного домостроения в России, его пожарной и экологической безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Минстрой и МЧС утвердили план по развитию деревянного домостроения в России до 2024 года [Электронный ресурс]: Москва. ТАСС. 07.07.2022. URL: <https://tass.ru/ekonomika/15148913>.
2. СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям. [Электронный ресурс]: URL: <https://www.admhimki.ru/media/eds/elements/f9f927cb-9929-43ae-be40-fe241849adf0.pdf>.
3. СП 2.13130.2020. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. [Электронный ресурс]. URL: https://specpromspb.ru/wp-content/uploads/2022/10/sp_2_13130_2020_sistemy_protivopozharnoy_zaschity_obespechenie_ognestoykosti_obektov_zaschity.pdf
4. CLT-конструкции [Электронный ресурс]: Официальный сайт компании «Segezha-group». URL: file:///C:/Users/Damn%20Bullshit/Downloads/CLT_РУС.pdf.
5. Характеристики SIP-Панелей [Электронный ресурс]: Официальный канал InterCity: URL: <https://enter-city.ru/products/sip-paneli/tekhnicheskie-kharakteristiki.html>.

РАЗДЕЛ 2
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

SECTION 2
SCIENTIFIC METHODS FOR DETERMINING THE FIRE HAZARD
OF SUBSTANCES AND MATERIALS PROPERTIES

УДК 614.841.415:621.31

И. А. Богданов, С. А. Шабунин, А. С. Митрофанов, А. Л. Никифоров
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО СТАРЕНИЯ
ПОЛИВИНИЛХЛОРИДНОЙ ИЗОЛЯЦИИ ЭЛЕКТРОКАБЕЛЬНЫХ
ИЗДЕЛИЙ НА ВЕРОЯТНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ
КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

В статье проведено исследование влияния скорости нагрева провода общепромышленного назначения с поливинилхлоридной изоляцией при проведении ускоренного термического состаривания на возможность возникновения короткого замыкания при работе в режиме двукратной перегрузки.

Ключевые слова: электрокабельные изделия; ускоренное состаривание; пожарная опасность; поливинилхлоридная изоляция.

I. A. Bogdanov, S. A. Shabunin, A. S. Mitrofanov, A. L. Nikiforov

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF THERMAL AGING
OF POLYVINYL CHLORIDE INSULATION OF ELECTRICAL CABLE
PRODUCTS ON THE LIKELIHOOD OF A SHORT CIRCUIT

The article investigates the effect of the heating rate of a general industrial purpose wire with polyvinyl chloride insulation during accelerated thermal aging on the possibility of a short circuit when operating in double overload mode.

Keywords: electrical cable products; accelerated aging; fire hazard; polyvinyl chloride insulation.

На пожарах, произошедших по причине неисправной электропроводки, каждый год погибает около 2000 человек, что позволяет выйти вышеуказанной причине пожаров на второе место по количеству погибших [1]. Пожарная

опасность электропроводок является серьезной проблемой, которая может привести к разрушительным последствиям. Электрические проводки могут стать источником пожара из-за различных причин, включая перегрузку сети, короткое замыкание, неправильное соединение проводов, повреждение изоляции и т.д.

Одной из основных причин пожаров, связанных с электропроводками, является перегрузка сети. Перегрузка происходит, когда в цепи происходит превышение допустимых значений токов. Это может привести к перегреву проводов и, в конечном итоге, к возгоранию изоляции. Кроме того, короткое замыкание - еще одна распространенная причина пожаров. Оно возникает при случайном контакте между фазами или между фазой и заземлением, что приводит к высоким значениям тока, нагреванию и воспламенению проводов, а также может сопровождаться разлетом раскаленных частей жилы на довольно большие расстояния [2, 3].

Неправильное соединение проводов также может стать причиной пожара. Некачественные или неисправные соединения могут вызвать искрение, что может привести к возгоранию изоляции. Повреждение изоляции также является серьезной угрозой. Провода могут быть повреждены в результате механического воздействия, эксплуатационного износа или других негативных факторов, что может привести к короткому замыканию и пожару.

Если проблему неправильной проектировки или механического повреждения электропроводок можно решить путем следования законодательно утвержденным нормам, то проблему старения изоляции предотвратить таким образом не всегда возможно.

Старение изоляции проводов — это серьезная проблема, которая может привести к различным опасным последствиям, включая пожары, короткое замыкание и электрические удары [4]. Изоляция проводов служит для предотвращения контакта проводов с внешней средой и другими проводами, а также для обеспечения безопасности электрической системы в целом. Однако, со временем изоляция проводов подвержена старению, что может привести к ухудшению ее свойств и возникновению потенциальных угроз [5, 6].

Основные причины старения изоляции проводов включают воздействие окружающей среды (температура, влажность, ультрафиолетовое излучение), механическое воздействие (изгибы, натяжения), химические воздействия (агрессивные среды, химические реакции) и электрические факторы (перегрузка сети, короткое замыкание). В результате старения изоляции проводов она может потерять свои изначальные свойства, стать хрупкой, треснуть, или даже обуглиться [7, 8].

Одним из основных признаков старения изоляции проводов является изменение цвета и текстуры материала. Изоляция может стать жесткой, твердой или ломкой, что свидетельствует о ее ухудшении. Также наличие трещин, выделение запаха гари или плавленого пластика, повышенное тепловыделение

при работе электроприборов могут указывать на проблемы с изоляцией проводов.

Цель исследования — анализ влияния скорости нагрева кабельного изделия с поливинилхлоридной изоляцией при проведении ускоренного термического состаривания на возможность возникновения короткого замыкания.

В качестве объекта исследования был выбран провод общепромышленного назначения ШВВП 2х0,75 мм² (производства ООО «Калужский кабельный завод»). В процессе исследования было проведено ускоренное термическое состаривание образцов при температуре 200 °С в течении 8 часов с различной скоростью нагрева: 5 °С/мин (далее образец № 1) и 20 °С/мин (далее образец № 2).

Для исследования влияния скорости нагрева на изоляцию провода после состаривания изоляции было смоделировано воздействие двукратной токовой перегрузки. На рис. 1 и 2 приведен внешний вид образцов № 1 и № 2 соответственно после состаривания и воздействия токовой перегрузки.



Рис. 1. Внешний вид образца № 1 после состаривания и воздействия токовой перегрузки



Рис. 2. Внешний вид образца № 2 после состаривания и воздействия токовой перегрузки

В результате воздействия токовой перегрузки на образец № 1 произошло короткое замыкание на 3 секунде после включения его в электрическую цепь. После включения в цепь проводника № 2 короткого замыкания не произошло, несмотря на более выраженные дефекты изоляционного покрытия в результате ускоренного состаривания. Данная закономерность была подтверждена

повторением эксперимента на 5 образцах с сохранением условий проведения исследования.

Объяснить такую закономерность можно исследовав внешний вид образцов органолептическим методом. Изоляция образца № 2 более хрупкая, имеет большое количество трещин. Вместе с тем, не произошло сближения токоведущих жил в результате плавления изоляции и остались промежутки воздуха между жилой и изоляцией (либо другой жилой). Воздух с низкой влажностью обладает достаточно хорошими диэлектрическими свойствами, в результате чего система состаренная изоляция-воздух имеет низкую диэлектрическую проницаемость. Изоляция образца № 1 обладала меньшим количеством трещин. Вместе с тем, на данном образце наблюдается сближение токоведущих жил без образования воздушных зазоров, что и привело к возникновению короткого замыкания.

Таким образом, по результатам исследования можно говорить о необходимости соблюдения низкого темпа нагрева (около 5 °С/мин) изоляции в процессе ускоренного состаривания кабельного изделия в целях определения влияния термического старения кабельного изделия на диэлектрические свойства поливинилхлоридной изоляции. Именно такой темп нагрева является наиболее приближенным к условиям термического старения в условиях эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2021 году: статист. сб. – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2022. – 114 с.
2. Смелков, Г. И. Пожарная безопасность электропроводок / Г. И. Смелков; Г. И. Смелков. – Москва : Кабель, 2009. – 327 с. – ISBN 978-5-9901554-2-8.
3. Мокряк, А. Ю. Установление природы оплавлений медных проводников и латунных токоведущих изделий при экспертизе пожаров на объектах энергетики : специальность 05.26.03 «Пожарная и промышленная безопасность (по отраслям)» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Мокряк Андрей Юрьевич, 2018. – 145 с.
4. Бояршинов, Б. С. Процессы старения и разрушения электрической изоляции / Б. С. Бояршинов, Г. И. Хожайнова // Экономика и практический менеджмент в России и за рубежом : материалы Международной научно-практической конференции, Коломна, 15 апреля 2014 года. – Коломна: Коломенский институт (филиал) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», 2014. – С. 225-227.
5. Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности изоляции и оболочек электрокабельной продукции, изготовленной из ПВХ / И. А. Богданов, С. А. Шабунин, А. Л. Никифоров, С. Н. Ульева // Пожарная и аварийная безопасность : Сборник материалов XVII Международной научно-практической конференции, посвященной 90- й годовщине образования гражданской обороны, Иваново,

24 ноября 2022 года. – Иваново: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановская пожарно-спасательная академия Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий», 2022. – С. 31-35.

6. Оценка влияния температурных воздействий на пожарную опасность изоляции на основе ПВХ-диэлектриков / И. А. Богданов, С. А. Шабунин, С. Н. Ульява [и др.] // Современные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 4(45). – С. 64-70.

7. Исследование влияния термической деструкции на срок службы изоляции кабелей / В. Н. Пугач, Д. А. Поляков, К. И. Никитин [и др.] // Омский научный вестник. – 2019. – № 6(168). – С. 70-74. – DOI 10.25206.

8. Никитин, К. И. Определение срока службы изоляции / К. И. Никитин, Д. А. Поляков // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 3. – С. 129-132.

УДК 614.841 (075)

Д. В. Бондарь С. А. Онищенко

Донецкий институт ГПС МЧС России

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЖАРООПАСНЫХ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

Статья посвящена естественнонаучным методам определения пожароопасных свойств веществ и материалов. Подробно рассматриваются физические и химические характеристики веществ. Важность анализа температуры воспламенения, теплоты сгорания, скорости распространения огня и других параметров для оценки риска возникновения пожара. Также описываются различные критерии классификации веществ по степени пожарной опасности, включая способность воспламенения и распространения огня. Естественнонаучные методы определения пожароопасности играют важную роль в обеспечении пожарной безопасности, классификации веществ и материалов, предотвращении пожаров и разработке безопасных материалов и технологий. Главная идея заключается в том, что использование естественнонаучных методов для оценки пожароопасности существенно повышает эффективность классификации и предотвращения пожаров.

Ключевые слова: фотосъемка; горение; классификация; искра; тепло.

D. V. Bondar S. A. Onishchenko

NATURAL SCIENCE METHODS FOR DETERMINING FIRE HAZARD PROPERTIES OF SUBSTANCES AND MATERIALS

The article is devoted to natural science methods for determining the fire-hazardous properties of substances and materials. We consider in detail the physical and chemical characteristics of substances. The importance of analyzing the ignition temperature, heat of combustion, fire propagation velocity and other parameters to assess the risk of fire. We also describe various criteria for classifying substances according to the degree of fire danger, including the ability to ignite and spread fire. The use of natural scientific methods for determining fire hazard plays an important role in ensuring fire safety, classifying substances and materials, preventing fires and developing safe materials and technologies. The main idea is that the use of natural science methods to assess fire hazard significantly increases the effectiveness of fire classification and prevention.

Keywords: photography; gorenje; classification; spark; heat.

Методы естественных наук для определения пожароопасных свойств веществ и материалов основаны на изучении и анализе их физических и химических характеристик, взаимодействия с окружающей средой и поведения в условиях пожара. Это включает в себя определение температуры воспламенения, температуры горения, теплоты сгорания, скорости распространения паров и других параметров, влияющих на вероятность возникновения и распространения пожара. Например, вещества с более низкой температурой воспламенения и более высокой теплотой сгорания имеют более высокий риск возникновения пожара [1].

Понятие пожарной опасности вещества или материала складывается не только из фактической склонности вещества к горению, но и зависит от состояния внешней среды, в которой находятся эти вещества и материалы.

Пожарная опасность вещества определяется рядом параметров таких как: способность к воспламенению, интенсивность горения, дымообразование, токсичность продуктов горения и вероятность прекращения горения. Для оценки степени пожарной опасности вещества необходимы также количественные параметры этих процессов.

Количественные параметры процесса горения не являются постоянными, так как сильно зависят от природы горючего вещества, его агрегатного состояния, от концентрации окислителя и горючего вещества, температуры окружающей среды и температуры источника зажигания, от условий тепловыделений и теплоотвода [2].

Пожарную опасность веществ нельзя охарактеризовать каким-то одним показателем. Только определенный набор параметров, отражающий взрывопожароопасность веществ на разных стадиях процесса горения, учитывающей агрегатное состояние горючего вещества, может позволить с определенной степенью точности дать оценку их пожарной опасности.

Для того чтобы определить опасность вещества или материала, выделили отдельный пункт, классификацию.

Классификация химических веществ по степени пожарной опасности играет важную роль в обеспечении безопасности в различных сферах, связанных с производством, транспортировкой, хранением и использованием

веществ и материалов. Эта классификация помогает определить вероятность возникновения и распространения пожара, а также принять соответствующие меры для его предотвращения и тушения [3].

Одним из основных критериев определения пожароопасности вещества является его способность воспламеняться. Вещества могут быть легковоспламеняющимися, огнестойкими или негорючими. Легковоспламеняющиеся вещества имеют низкую температуру вспышки и могут воспламениться при контакте с источником огня или искрами. Примерами таких веществ являются бензин, спирт, лаки и растворители. Огнестойкие вещества имеют высокую температуру вспышки и требуют высокой энергии для воспламенения. Негорючие вещества не воспламеняются при обычных условиях и не вызывают пожаров.

Еще одним важным критерием классификации является способность вещества распространять огонь. Вещества могут быть легковоспламеняющимися, воспламеняющимися с выделением горючих, токсичных газов или негорючими. Легковоспламеняющиеся вещества могут поддерживать горение и распространять огонь на другие материалы. Легковоспламеняющиеся вещества, выделяющие токсичные газы, не только горят, но и выделяют токсичные вещества при нагревании. Негорючие вещества не поддерживают горение и не вызывают пожаров.

При классификации веществ по пожарной опасности также учитывается их реакция на воду. Вещества могут быть растворимыми в воде, нерастворимыми или нерастворимыми. Водорастворимые вещества растворяются в воде, образуя горючие растворы. Нерастворимые в воде вещества растворяются в воде, но не образуют горючих растворов. Нерастворимые в воде вещества не растворяются в воде и не образуют горючих растворов.

Классификация веществ по пожарной опасности имеет практическое значение для разработки и реализации мер безопасности. На основе этой классификации можно определить меры предосторожности, необходимые при хранении, транспортировке и использовании различных химических веществ.

Для определения воспламеняемости веществ и материалов, мы можем применить научные методы, это испытание искрой и испытанием пламенем.

Испытание пламенем — один из наиболее распространенных методов определения горючести. Оно основано на наблюдении за поведением вещества при воздействии открытого пламени. При этом вещество подвергается воздействию пламени определенной интенсивности и продолжительности, после чего наблюдают, происходит ли горение или остается негорючим. Если вещество поддерживает горение, оно считается воспламеняющимся.

Для определения горючести также используются испытания на воспламеняемость с помощью искусственной искры. При этом методе используется специальное устройство, вырабатывающее искры определенной энергии и продолжительности. Искры подают на поверхность материала и

наблюдают, происходит ли горение или материал остается негорючим. Если материал вызывает горение, он считается воспламеняющимся.

Оба метода имеют свои преимущества и ограничения. Испытание пламенем — простой и экономичный метод, который можно использовать для широкого спектра веществ и материалов, но не всегда точен и не учитывает некоторые факторы. Методы искусственного искрового возбуждения могут обеспечить более точные измерения воспламеняемости, но требуют специального оборудования и опыта.

Важно отметить, что определение воспламеняемости — это лишь один из аспектов безопасности и регулирования вещества или материала. Другие факторы, такие как токсичность, взрывоопасность и экологическая безопасность, также должны учитываться при оценке рисков и разработке соответствующих мер безопасности [4].

Для оценки пожарной опасности можно рассматривать не только научные подходы, но и естественные.

Несомненно, пожар является одним из наиболее опасных и разрушительных природных явлений, которое может привести к гибели людей, уничтожению имущества и серьезному ущербу для окружающей среды. Поэтому, чтобы предотвратить это бедствие, используются естественные подходы.

Один из способов оценки пожарной опасности заключается в учете природных факторов, которые влияют на вероятность возникновения или развития пожара. Этот подход основан на изучении климатических условий, географического рельефа, состава растительности и других природных факторов, способствующих распространению огня.

Климатические условия, такие как высокие температуры, низкая влажность и сильные ветры, создают благоприятные условия для развития пожаров. Поэтому при оценке пожарной опасности важно учитывать среднегодовую температуру, количество осадков и скорость ветра.

Географические особенности, такие как горные хребты и водоемы, также играют важную роль в распространении пожаров. Оценка пожарной опасности должна учитывать наличие естественных барьеров, способствующих ограничению распространения огня.

Состав растительности также влияет на пожарную опасность. Некоторые виды растений более склонны к возгоранию, а сухая растительность является потенциальным источником горючих материалов. Поэтому при оценке пожарной опасности важно учитывать состав и горючесть растительности.

Оценка пожарной опасности на основе природных факторов позволяет получить более точное представление о вероятности возникновения пожаров и принять соответствующие превентивные меры для их предотвращения.

В изучении естественнонаучных методов определения пожарной опасности может использоваться фото или видео съемка.

Фото и видеосъемка являются эффективными инструментами для визуализации процесса горения. Они позволяют наблюдать и анализировать

различные аспекты горения, такие как скорость горения, формирование пламени, распространение огня и изменения в окружающей среде. Фотографии и видеозаписи позволяют исследователям получить детальную информацию о динамике горения и его характеристиках. Это особенно полезно при изучении различных видов горючих материалов, их поведения в разных условиях и разработке новых методов тушения пожаров.

Однако фото и видеосъемка имеют свои ограничения. Например, они не могут предоставить количественных данных о процессе горения, таких как температура, концентрация газов и продуктов сгорания. Кроме того, они не могут измерить токсичность продуктов горения, что является важным аспектом при оценке безопасности и воздействия пожаров на окружающую среду.

Измерение токсичности продуктов горения является вторым важным методом изучения процесса горения. Этот метод позволяет определить концентрацию опасных веществ, таких как угарный газ, оксиды азота и другие токсичные газы, которые могут образовываться в результате горения. Измерение токсичности продуктов горения особенно важно для оценки рисков и разработки мер безопасности при пожарах. Оно позволяет исследователям и инженерам разрабатывать более эффективные системы вентиляции и дымоудаления, а также определять оптимальные условия для тушения пожаров.

Однако измерение токсичности продуктов горения также имеет свои ограничения. Некоторые токсичные газы могут быть очень сложными для измерения, требуя специализированного оборудования и методов. Кроме того, измерение токсичности продуктов горения может быть опасным для исследователей, поскольку они могут подвергаться воздействию опасных веществ.

Развитие естественно-научных методов определения пожароопасных свойств веществ и материалов играет важную роль в области пожарной безопасности. Необходимы точные и надежные инструменты для определения опасных свойств различных веществ и материалов, так как огонь представляет серьезную угрозу жизни и имуществу.

Естественно-научные методы обеспечивают более точную и объективную оценку пожарной опасности, в отличие от традиционных методов, основанных на эмпирических данных и опыте. Химический анализ и физические испытания позволяют получить более точные данные о свойствах веществ и материалов, влияющих на пожарную опасность.

Развитие естественно-научных методов также способствует более эффективной классификации веществ и материалов по степени их пожарной опасности, что важно для принятия обоснованных решений относительно хранения, транспортировки и использования различных веществ и материалов.

Эти методы также помогают предотвращать пожары, выявляя заранее потенциально опасные вещества и материалы и принимая меры по их предотвращению. Развитие естественно-научных методов также способствует разработке новых материалов и технологий с меньшим риском возгорания, что

особенно важно в отраслях, где пожар может привести к разрушительным последствиям, например в нефтегазовой и аэрокосмической промышленности.

Таким образом, разработка естественно-научных методов определения пожароопасных свойств материалов и веществ имеет большое значение для обеспечения пожарной безопасности, позволяя более эффективно классифицировать вещества и материалы, предотвращать пожары и разрабатывать новые материалы с меньшей пожарной опасностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калач А.В., Сорокина Ю.Н., Карташова Т.В. Оценка пожароопасных свойств органических соединений с применением дескрипторов // Пожаровзрывобезопасность. 2013. С. 18-22.
2. Д.С. Королев Прогнозирование пожароопасных свойств веществ и материалов с использованием дескрипторов и нейронных сетей // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2015. № 4. С. 100-103.
3. Дербишер Е.В. Веденина Н.В., Александрина А.Ю., Радченко А.В., Дербишер В.Е. Методология прогнозирования класса опасности малоизученных соединений // Современные наукоемкие технологии. 2007. С. 121-124.
4. Королев Д.С., Калач А.В., Рудаков О.Б. Современные методы определения пожароопасных свойств веществ (обзор) // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. № 6 С. 71-72.

УДК 614.841

А. С. Горбунов

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ЦВЕТОИЗМЕРЕНИЯ

Различные химические и физические процессы сопровождаются изменением цвета. Фиксация изменения цвета позволяет оценить пожарную опасность, а также свойства веществ и материалов. В статье представлены результаты применения данного метода при экспертизе пожаров. Также рассмотрено применение в системах защиты от больших переходных сопротивлений в электросети. Предложены перспективные направления использования метода в области контроля качества огнезащитной обработки деревянных конструкций.

Ключевые слова: цвет; пожарная безопасность; RGB; колориметрия.

A. S. Gorbunov

DETERMINATION OF MATERIAL PROPERTIES USING COLOR MEASUREMENT

Various chemical and physical processes are accompanied by color changes. Fixing the color change allows you to assess the fire hazard, as well as the properties of substances and materials. The article presents the results of the application of this method in the examination of fires. The application in protection systems against high transient resistances in the power grid is also considered. Promising directions of using the method in the field of quality control of flame retardant treatment of wooden structures are proposed.

Keywords: color; fire safety; RGB; colorimetry.

В результате химических и физических процессов часто изменяется цвет поверхности объекта. Однако фиксация изменения цвета с помощью органов чувств является субъективным методом оценки.

Под колориметрическим методом исследования в данной статье понимается метод измерения изменений цветовых характеристик объекта. Суть метода заключается в фиксации отраженного от поверхности объекта света с помощью трех групп фотодиодов со светофильтрами. Любой цвет можно представить комбинацией характеристик трех основных цветов (красный, синий и зеленый). Данная система обозначения цвета называется *RGB*.

Существует множество приборов измерения цвета. Также существуют модульные датчики цвета. Таким образом можно создать систему измерения и контроля.

Многие физические и химические процессы сопровождаются изменением цвета. Так, к примеру, в работе [1] представлены результаты изменений цветовых характеристик поверхности различных материалов при термическом воздействии.

Также в данной работе представлен прибор для контроля степени термических повреждений (рис. 1) и разработан метод оценки степени термических повреждений материалов (рис. 2).



Рис. 1. Прибор для контроля степени термических повреждений в работе [1]

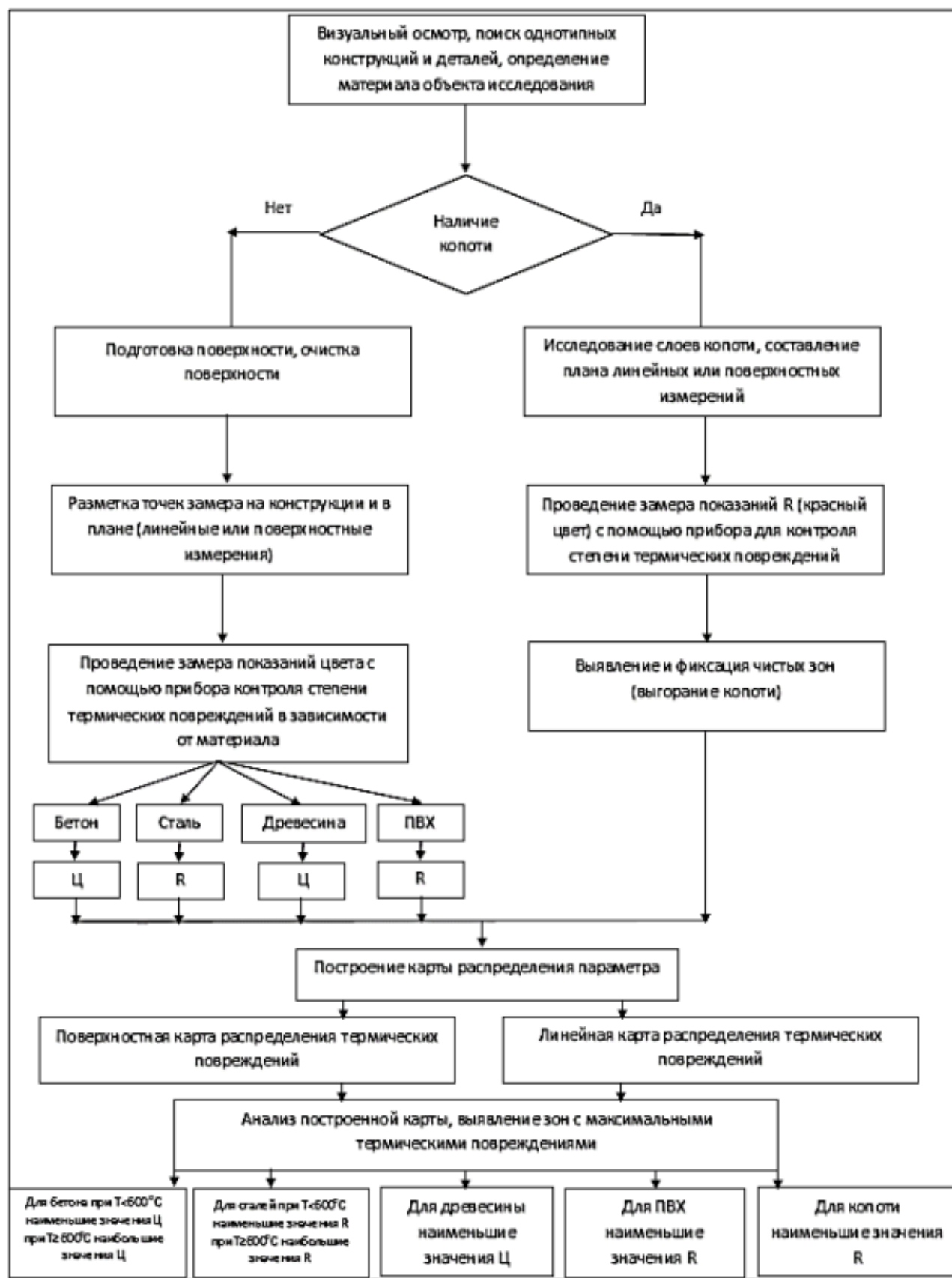


Рис. 2. Разработанный метод оценки степени термических повреждений материалов в работе [1]

Данный метод и прибор был успешно апробирован при экспертизе пожаров при установлении очага пожара. Также имеется возможность исследования перегретых деталей (цвета побежалости) для установления причин возникновения пожара. Прибор и метод может применяться в различных технологических процессах для контроля термической обработки или других процессах, связанных с изменениями цвета и свойств материалов при воздействии температур.

В работе [2] представлен вариант использования датчика цвета в системе предотвращения пожара по причине аварийного пожароопасного режима работы – большого переходного сопротивления. Разработан метод и его техническое исполнение для защиты электрических розеток от больших переходных сопротивлений (рис. 3).



Рис. 3. Техническое исполнение метода защиты электрических розеток в работе [2]

Данный метод и прибор возможно использовать как в портативных системах защиты конкретных розеток, так и в целом для защиты элементов электросети. Данный метод можно использовать в различных системах автоматики, связанных с изменением температур.

На данный момент проводятся исследования в области разработки метода и прибора контроля качества огнезащитной обработки деревянных конструкций путем измерения изменений цветовых характеристик поверхности. Во-первых, цвет меняется в зависимости от количества нанесенного огнезащитного состава. Во-вторых, при термическом воздействии зафиксированы изменения цвета поверхности обработанной древесины от поверхности необработанной при таком же температурном режиме (рис. 4 и 5). Изменение цветовых характеристик древесины необработанной огнезащитным составом подробно изложены в работе [1]. Таким образом, имеется возможность дифференциации и определения качества огнезащитной обработки на основе изменения цветовых характеристик поверхности.

Температура, °C	Время, мин						
	0	20	40	60	80	100	120
180							
200							
220							
240							
260							
280							

Рис. 4. Изменение цвета древесины

Температура, °C	Время, мин						
	0	20	40	60	80	100	120
180							
200							
220							
240							
260							
280							

Рис. 5. Изменение цвета древесины после обработки огнезащитным составом

Также с помощью метода колориметрии возможно фиксировать химический состав как воздушной, так и жидкой среды. В работе [3] показана возможность фиксации изменения цвета при использовании линейно-колористического способа для обнаружения паров интенсификаторов горения. На рис. 6 представлена схема прибора, позволяющего автоматизировать процесс определения класса вещества по изменению цвета индикаторных трубок при покачивании газа через прибор.

Использование датчиков цвета позволяет зафиксировать малейшие изменения цвета на индикаторных трубках. Подобное применение в комбинации с химическими методами позволяет фиксировать качественные реакции. Тем самым использование датчиков цвета позволит более точно фиксировать реакцию.

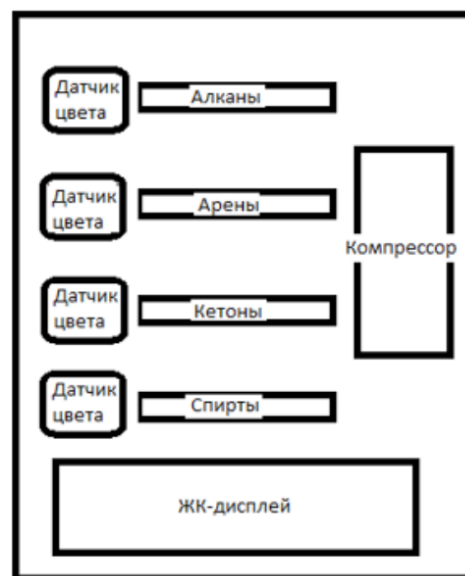


Рис. 6. Схема прибора определения класса интенсификаторов горения линейно-колористическим методом в работе [3]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбунов, А. С. Разработка метода и прибора контроля степени термических повреждений материалов на месте пожара : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Горбунов Александр Сергеевич, 2023. – 187 с.
2. Горбунов, А. С. Разработка способа предупреждения возникновения пожаров от больших переходных сопротивлений в электрических розетках / А. С. Горбунов, А. И. Анфиногенов // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. – 2023. – № 3(11). – С. 29-34.
3. Горбунов, А. С. Возможность применения оптического прибора для определения цвета в экспертизе пожаров / А. С. Горбунов, А. Н. Слепов, И. Н. Пожаркова // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и защиты от чрезвычайных ситуаций – 2021. – С. 616-619.

УДК 614.849

А. Н. Гордиенко, А. Ю. Репкин, С. Г. Жесткова

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

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ОПРАВДЫВАЕМОСТИ ПРОГНОЗА ЧС В ВИДЕ ПОЖАРОВ

В статье сформулированы прогнозирование и расчет оправдываемости прогноза чрезвычайных ситуаций в виде пожаров. Градация природных пожаров. Оценка оправдываемости лесных пожаров.

Ключевые слова: оправдываемость чрезвычайных ситуаций; оценка оправдываемости прогнозов пожаров; ландшафтные пожары.

A. N. Gordienko, A. Y. Repkin, S. G. Zhestkova

FEATURES OF CALCULATING THE JUSTIFICATION OF THE FORECAST OF EMERGENCIES IN THE FORM OF FIRES

The article formulates the forecasting and calculation of the justification of emergency situations in the form of fires. Gradation of wildfires. Assessment of the justification of forest fires.

Keywords: justification of emergency situations; assessment of the justification of fire forecasts; landscape fires.

Представляется необходимым отдельно обсудить прогнозирование и расчёт оправдываемости прогноза ЧС в виде пожаров.

Как показывает опыт, реальное прогнозирование возникновения и развития пожарной обстановки на конкретном участке возможно только с заблаговременностью не более 5 дней, но и при этом достоверность таких краткосрочных прогнозов не превышает 50 %.

При этом необходимо отметить два момента.

Во-первых: несмотря на то, что 90 % возникающих в пожароопасный сезон ландшафтных пожаров возникает в связи с деятельностью человека или из-за его беспечности (непотушенная сигарета, оставленный без присмотра костёр, неправильное применение пиротехники, детские шалости и прочие антропогенные факторы), такие пожары, как правило, влекут прогнозируемую пирогенную гибель лесов и относятся к стихийным бедствиям.

Пунктом 2.6.1. Критерии информации о ЧС, утверждённые приказом МЧС России от 05.07.2021 № 429 «Об установлении критериев информации о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера» (далее приказ № 429), лесные и другие ландшафтные (природные) пожары отнесены к ЧС природного характера.

Природные лесные и другие ландшафтные пожары имеют градацию (природные: низовые, верховые, тундровые и т.д.). В случае, когда пожар спрогнозирован на площади 25 га и более в зоне наземной охраны лесов и 200 га в зоне авиационной охраны лесов, с действием в течение 3 и более суток с момента обнаружения, когда решение о приостановлении тушения пожара не принималось в течение 5 и более суток, в пределах 5-километровой зоны вокруг населённого пункта или объекта инфраструктуры, или к тушению пожара привлечено более половины личного состава лесопожарных формирований техники и оборудования, такой лесной или ландшафтный (пожар) может быть учтён при расчёте оправдываемости [1].

В этом случае не имеет значения разновидность природного (ландшафтного) пожара, а также причина возгорания или площадь пирогенной гибели, выгораемого лесного массива: если такой пожар возник как пригородный, впоследствии перекинулся на другой по виду участок ландшафта (например, с тундры на лесотундру или от горящего лесного массива на строения или сооружения) и такие события, как сам по себе пожар, прогнозировались, необходимо считать это событие как одной ЧС.

Оценка оправдываемости прогнозов в целях оценки пирогенной гибели лесов выполняется с использованием исторических мониторинговых данных о динамике развития пожаров в этой местности, то есть в установленных территориальных границах в соответствии с административным делением или природно-ландшафтным зонированием.

Такая оценка оправдываемости прогноза, включающая имитационное и статистическое моделирование пирогенной гибели лесов, применяется с целью оценки эффективности прогностической оценки перспективы развития пожара и рекомендаций о привлечении необходимых для его локализации сил и средств пожаротушения.

Во-вторых: не являющиеся природными (ландшафтными) пожары являются следствием иных чрезвычайных обстоятельств (взрывы, химические реакции, разрушение газопроводов или бытовых газовых баллонов, человеческий фактор и т.д.) и не предусмотрены критериями, установленными приказом № 429.

Поскольку оправдываемость прогноза рассчитывается только в отношении случившихся ЧС, которые определяются в соответствии с приказом № 429, хоть бы и спрогнозированный пожар, но не имеющий ландшафтного (природного) происхождения, не учитывается формирование данных при расчете оправдываемости прогноза.

Несмотря на то, что пожары в зданиях и сооружениях наносят огромный материальный ущерб и всегда нарушают условия жизнедеятельности людей, приказ № 429 не содержит таких критериев информации, как «пожары в зданиях и сооружениях».

Соответственно, пожары в зданиях и сооружениях юридически не отнесены к источникам чрезвычайной ситуации, события, связанные с пожарами в зданиях и сооружениях (даже при условии наличия пострадавших граждан, материальных потерь и нарушения условий жизнедеятельности людей), не могут быть отнесены к чрезвычайным ситуациям и, соответственно учитываться при расчёте оправдываемости прогноза.

Очевидно, что такое положение отсутствия значения оправдываемости прогноза ЧС в виде пожара от техногенного (а равно, социального) источника ЧС (либо в составе комплексной ЧС) не может считаться объективным, хотя на сегодня необходимо руководствоваться таким подходом, действующим, исходя из нормативного правового акта МЧС России.

Правовое определение пожару дано в абз. 3 ст. 1 Федерального закона от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности» как событию, причиняющему материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства. В соответствии с абз. 1 ст. 1 Федерального закона от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» определение чрезвычайной ситуации также содержит характеризующие индикаторы, такие как: человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Очевидно, что, следуя нормам законодательства, в этой части между чрезвычайной ситуацией и пожаром можно поставить знак равенства, что и может быть положено в основу расчёта оправдываемости прогноза пожаров, как ЧС. И для этого совсем не обязательно учитывать «адрес» горящего здания и сооружения – достаточно оценивать ареал, где риск техногенного пожара прогнозируется.

При этом необходимо отметить, что прогнозирование увеличения количества бытовых и техногенных пожаров в пожароопасный сезон, распространение и протекание пожара на объекте, являются самостоятельными объектами научно-методического обеспечения.

Представление о том, как быстро и каким образом пожар будет распространяться в здании, сооружении или на территории, формируется при прогнозировании динамики развития пожара на основании данных об объекте, материалах, находящихся в здании, условиях окружающей среды и других параметров. Расчёт пожарного риска и прогнозирование динамики развития пожара являются важными инструментами для обеспечения безопасности на объектах и в случае возникновения пожара позволяют быстро и эффективно принимать меры по его тушению и эвакуации людей. В этих целях приказом МЧС России от 14.11.2022 № 1140 утверждена методика «Определение расчётных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности», в которой в значительной степени актуализирован подход к проведению расчёта всей информации от возникновения до локализации пожара [2].

Если бытовой (техногенный) пожар (критерии (индикаторы которого не предусмотрены приказом № 429) привёл к возникновению ЧС, критерии (индикаторы) которой отражены в приказе № 429 (например, взрыв и (или) обрушение в зданиях и сооружениях, в том числе предназначенных для постоянного (круглосуточного) проживания людей; взрыв находящихся в горящем жилом помещении взрывчатых материалов промышленного назначения и т.д.), и такая ЧС была спрогнозирована (например: прогноз статистического увеличения случаев взрывов бытового газа и обрушения зданий с увеличением нагрузки в отопительный сезон, в зимний период), то учёту при расчёте оправданности прогноза подлежит ЧС, имеющая причинно-следственную связь с пожаром, но критерии которой предусмотрены приказом № 429.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов В.А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах»// В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радаев // учеб. пособие в системе образования МЧС России и РСЧС / МЧС России. Москва: «Деловой экспресс», 2004 (ГУП ИПК «Ульяновский Дом печати») – 346 с. ISBN 5-89644-062-6.
2. Барталев С.А. Методология мониторинга и прогнозирования пирогенной гибели лесов на основе данных спутниковых наблюдений // С.А. Барталев. Ф.В. Стыщенко, С.А. Хвостиков, Е.А. Лупян // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 6, с. 185.

УДК 614.84

А. С. Ишмеева, И. Р. Курбанова

Уфимский Университет Науки и Технологий

ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В статье рассматриваются аспекты применения газоаналитического оборудования в обеспечении пожарной безопасности нефтеперерабатывающих предприятий. В частности, описываются наиболее распространенные модели данных приборов, а также рассматриваются основные положения «Технического регламента о требованиях пожарной безопасности». Помимо этого, рассматриваются основные виды газоаналитического оборудования.

Ключевые слова: пожарная безопасность; нефтяная промышленность; газоаналитическое оборудование; стационарное устройство; нефтеперерабатывающий завод.

A. S. Ishmееva, I. R. Kurbanova

THE USE OF GAS ANALYTICAL EQUIPMENT IN ENSURING FIRE SAFETY OF OIL REFINERIES

This article discusses aspects of the use of gas analytical equipment in ensuring fire safety of oil refineries. In particular, the most common models of these devices are described, as well as the main provisions of the «Technical Regulations on fire safety requirements» are considered. In addition, the main types of gas analysis equipment are considered.

Keywords: fire safety; oil industry; gas analytical equipment; stationary device; oil refinery.

За последние десятилетия нефтяная промышленность стала одной из наиболее крупных составляющих российской экономики. Согласно данным Росстата, доля нефтегазового сектора в структуре ВВП России в I квартале 2023 года составила 17 %, в то время как во II квартале доля снизилась до 16,0 %. На сегодняшний день в России насчитывается около 30 крупных нефтеперерабатывающих заводов и еще 80 мини-НПЗ. Главную опасность для исправной работы НПЗ представляет возможность возникновения различных аварийных ситуаций, в том числе и пожаров. По этой причине, крайне актуальным вопросом является обеспечение данных объектов пожарной безопасностью. В особенности, необходимо обратить пристальное внимание на объекты добычи, хранения и переработки нефтепродуктов.

Основным документом, в котором закреплены главные требования и положения, касающиеся пожарной безопасности объектов нефтегазовой промышленности, является «Технический регламент о требованиях пожарной

безопасности». Положения данного документа охватывают такие области, как проектирование, ремонта и эксплуатации нефтегазовых объектов. К примеру:

1) каждый объект должен быть оснащен приборами газоанализа, а также принудительной вентиляцией, выполненной из негорючих материалов, которая должна заменяться на естественную в нерабочее время;

2) взрывоопасные места на НПЗ должны быть обозначены пожарным знаком, так же, как и места, отведенные для курения на территории;

3) предметы, находящиеся на путях эвакуации должны быть изготовлены из не пожароопасных материалов;

4) к работе на НПЗ допускаются только сотрудники, прошедшие обучение пожарно-техническому минимуму;

5) объект должен быть подразделен на зоны, за каждой из которых закрепляется ответственное лицо, которое отвечает за соблюдение ПБ [1].

Для минимизации последствий аварийной ситуации, при ее возникновении необходимо быстро оповестить сотрудников НПЗ. Для этого необходимо наличие следующих условий:

1) наличие технических устройств и пожарных оповещателей, а также автоматических систем сигнализации на всей территории предприятия;

2) эффективный прием сигналов от ручных оповещающих приборов;

3) исправная работа системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре;

4) эффективного отключения оборудования по наливу нефти при вспышке пожара.

Нефтедобывающая промышленность неразрывно связана с выработкой различных химических соединений, взрывоопасных газов и токсичных паров. По этой причине, для обеспечения безопасности на НПЗ широко применяются профессиональные газоанализаторы, обеспечивающие контроль среды и своевременно оповещающие о критичных изменениях концентрации токсичных веществ в воздухе [4]. Как и любое оборудование на объекте, газоаналитические приборы должны подвергаться проверкам на работоспособность, а также своевременному ремонту.

Согласно определению, газоанализатор – это контрольно-измерительное устройство, которое предназначено для измерения состава и количества концентраций одного измеряемого газа или группы измеряемых газов и паров в газовой воздушной области. По конструктивному исполнению выделяют три вида приборов: стационарные; портативные; переносные [6].

Основная функция газоаналитического прибора – это определение химического состава агрегатных веществ. При помощи данных устройств возможно определить, какие именно газы присутствуют в исследуемой смеси и их процентное соотношение. Помимо этого, газоаналитические приборы используются для:

1) измерения дифференциального давления газа;

2) выявления утечек в оборудовании;

- 3) расчет выброса токсических веществ;
- 4) измерение скорости газового потока;
- 5) расчет расхода топлива [2].

Рассмотрим наиболее распространенные модели газоаналитических приборов, использующихся на объектах НК. К примеру, одной из наиболее популярных фирм по производству подобного оборудования является американская фирма MSA Safety Incorporated, которая была основана в 1914 году [5]. Данная фирма является мировым лидером на рынке продуктов безопасности, которые используются для защиты инфраструктуры объектов. Рассмотрим три вида оборудования от данного производителя:

ALTAIR 4XR — это аппарат, который одновременно осуществляет замеры четырех веществ (O_2 , H_2S , CO , Ex). Одним из преимуществ данного устройства является то, что оно удобно располагается в руке пользователя, в то время как прорезиненный корпус исключает вероятность его выскальзывания. Интерфейс крайне простой в использовании, а также работает крайне быстро. Результаты исследования отображаются на большом подсвечиваемом дисплее, а навигация осуществляется с помощью крупных кнопок. Масса данного устройства составляет 228 г [3].

ALTAIR — это оборудование, используемое для измерения концентрации токсичных примесей или кислорода в области рабочей зоны. Малый размер и вес (125 г) способствуют удобству эксплуатации, к примеру закрепить его на поясе, с помощью зажима вида «крокодил». Данное устройство способно работать без подзарядки и дополнительного обслуживания в течение двух лет. По истечении двух лет прибор способен работать до полного разряда элемента питания.

ALTAIR 5X — это устройство, осуществляющее замеры концентрации горючих, токсичных смесей, а также кислорода и углекислого газа. Данный прибор способен одновременно измерять до пяти выбранных оператором компонентов. Его вес составляет 453 г.

Помимо американского производителя MSA Safety Incorporated существует также отечественный производитель подобных приборов, а именно ФГУП СПО «Аналитприбор» [7]. Данный завод был основан в 1960 году в Смоленске. Данный завод также выпускает газоанализаторы, а именно:

АНКАТ-64МЗ — это индивидуальный анализатор, защищающий работников от воздействия высоких концентраций горючих и токсичных веществ. Оповещение производится посредством выдачи светозвуковой сигнализации, которая сопровождается виброоткликом. Одно из преимуществ данного устройства это то, что оно обладает защитой от проникновения пыли и влаги. Помимо этого, устройство предоставляет возможность просмотра ежемесячной статистики по каждому веществу за месяц, а также отображает средний показатель. Вес данного прибора — 250 г.

АНКАТ-7664Микро — это многоканальный прибор индивидуального пользования, который оснащен различными видами взрывозащиты, например искробезопасной электрической цепью и взрывонепроницаемой оболочкой. Масса устройства — 500 г.

ДАК — это стационарное устройство, которое выполнено в одном блоке. Его установка выполняется вертикально, а именно датчиком вниз. Данный прибор может применяться совместно с блоком питания БПС-21М. Масса корпуса может варьироваться от 4000 до 6000 г. В зависимости от исполнения может быть оснащен протоколами RS-485 или HART для осуществления передачи данных. Одно из главных преимуществ данного прибора — это возможность его использования при низких и высоких температурах (от -60 до +90 С°) [8].

Помимо вышеперечисленных моделей, следует отметить такие модели, как СТМ-10, СТМ-30М, Мультигазсенс, Лидер 04, ИГМ-10, ИГМ-12 и ИГМ-13. Все вышеперечисленные приборы отличаются важными свойствами, например, взрывозащищенностью корпуса, высокой чувствительностью датчиков, работоспособностью, большим объемом памяти и высоким энергопотреблением.

Таким образом, мы можем сделать вывод, что обеспечение пожарной безопасности является одним из важнейших мероприятий, проводимых на предприятии. Сфера нефтегазовой промышленности включает в себя работу со взрывоопасными, горючими и токсическими веществами, превышение концентрации которых может привести к серьезным последствиям, влекущим за собой взрывы, возгорания и отравление сотрудников предприятия. Именно по этой причине необходимо обязательное обеспечение газоаналитическим оборудованием не только всего предприятия, но и его работников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов С.Г., Ишмеева А.С. Экологическая безопасность как фактор устойчивого развития страны. Форум. 2023. № 3 (29). С. 95-98.
2. Губайдуллина И.Н. Содержание энергетической безопасности и ее место в системе экономической безопасности государства // Социально-экономические явления и процессы. 2018. Т. 13. № 103. С. 188-192.
3. Казакова Т.Е., Ишмеева А.С. Экономика города: управленческий аспект. Уфа, 2011.
4. Губайдуллина И.Н., Ишмеева А.С. Экономико-правовые проблемы экономической безопасности государства // сб.: Проблемы обеспечения безопасности // IV Междун. Науч. Конф. Уфа, 2022. С. 429-433.
5. Губайдуллина И.Н., Ишмеева А.С. Влияние цифровизации на безопасность инфраструктуры // сб.: Обеспечение экономической безопасности России в современных условиях // сб. науч. Трудов Всеросс. Науч. Конф. Москва, 2022. С. 41-44.

6. Ишмеева А.С., Губайдуллина И.Н. Сущность глобализации и ее влияние на мировую экономику // Социально-экономические и правовые основы развития экономики. Коллект. Моногр. Уфа, 2016. С. 4-23.

7. Харисова З.И., Аксенов С.Г., Хабибрахманов Э.И., Рафикова А.И., Рафиков А.И. О применении технических средств при расследовании пожаров // Закон и право. 2022. № 8. С. 221-225.

8. Харисова З.И., Дорошенко Д.И. Взаимодействие информационных потоков с наукой, бизнесом и технологиями как основной фактор анагенеза // сб.: Социальные технологии работы с молодежью в условиях становления цифрового общества // IV Междун. науч.-практ. конф. Уфа, 2019. С. 305-308.

9. Харисова З.И., Аксенов С.Г., Сулейманова А.И. Об особенностях применения современных технических возможностей при расследовании пожаров // Государственная служба и кадры. 2022. № 2. С. 231-234.

УДК: 614.842.61

А. М. Капизова, А. Г. Ратьева, Г. Е. Никифоров

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет

РАЗРАБОТКА ИМПУЛЬСНОГО ПОЖАРОТУШАЩЕГО УСТРОЙСТВА, КАК ПЕРВИЧНОГО СРЕДСТВА ПОЖАРОТУШЕНИЯ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

В статье рассмотрен один из развивающихся методов тушения малых возгораний импульсная техника многоцелевой защиты. Представлен анализ наиболее известных средств импульсного действия с ингибирующим веществом — порошком, а также внедрения в устройства нового вещества — пены высокой кратности. Проанализировав их, мы получили сравнительную характеристику используемых веществ и их конструкции.

Ключевые слова: возгорание; тушение; защита; импульсная техника; ингибирующее вещество; порошок; пена.

A. M. Kapizova, A. G. Ratyeva, G. E. Nikiforov

INVESTIGATION OF A PULSED FIRE EXTINGUISHING DEVICE AS THE PRIMARY MEANS OF FIRE EXTINGUISHING IN PUBLIC SPACES

The article considers one of the developing methods of extinguishing small fires, the pulse technique of multi-purpose protection. The analysis of the most well-known means of pulse action with an inhibitory substance, powder, as well as the introduction of a new substance into devices, high-multiplicity foam, is presented. After analyzing them, we obtained a comparative characteristic of the substances used and their design.

Keywords: ignition; extinguishing; protection; pulse technique; inhibitory substance; powder; foam.

Известны порошковые мини-огнетушители «Малыш» и «Гном» [1, 2], предназначенные для тушения возгораний порошком. Недостатки этих мини-огнетушителей: малые объем, дальность распыла порошка и площадь тушения происходят из-за наличия поршня между ускоряющей волной пороховых газов и ускоряемой массой порошка приводит к большей потере энергии, малой начальной скорости порошка и высокой энергии отдачи. Масса вышибного заряда в мини-огнетушителе «Малыш» составляет $3 \pm 0,5$ г, а в «Гноме» $1,25 \pm 0,03$ г. «Малыш» распыляет массу огнетушащего порошка $M_{оп} = 280 \pm 10$ г до 5 м, а «Гном» массу порошка $M_{оп} = 150 \pm 1$ г до 3,5 м. Их площадь тушения не превышает $0,41 \text{ м}^2$ модельного очага пожара класса В.

Известные мини-огнетушители импульсного распыления [3, 4]. Существенным недостатком данной модели является применение в качестве огнетушащего вещества инертного порошка, который со временем имеет свойства слеживаться при хранении огнетушителя, что также резко снижает эффективность тушения.

Имеющиеся в настоящее время огнетушители не решают и в перспективе не способны решить задачи индивидуальной защиты [5], в качестве мобильного и малогабаритного огнетушителя, находящего применение в быту или в автомобиле. Эффективные огнетушители тяжелы, громоздки и дороги.

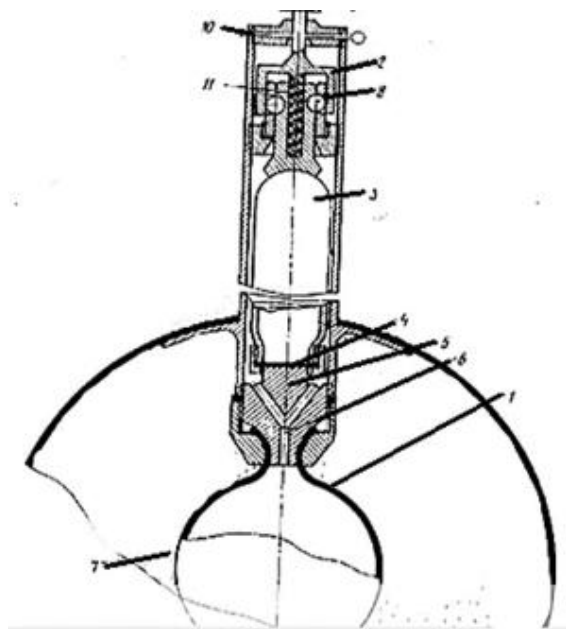


Рисунок. Схема устройства импульсного действия с пенообразующим веществом
1 — разрывной баллон с составной сухой смесью; 2 — рукоятка; 3 — сосуд, для сжатого газа, прикрытый эластичной мембраной — 4; 5 — дроссель, поджимающий перекрытие; 6 — тонкое калибровальное отверстие; 7 — разрядный баллон с жидким составным веществом; 8 — шариковый замок, для поджатия сосуда к мембране; 9 — ударник; 10 — вздёргивающая чека; 11 — пружина, поджатая к чеке ударник. Оболочка корпуса выполнена из смеси металлов

Разработанное изобретение представляет собой мини-огнетушитель без поршня и рассекателя, с уменьшенным вышибным зарядом из стандартного газогенерирующего состава или пороха, повышенными объемом и площадью тушения, а также удерживающей ручкой с амортизирующей оболочкой,

исключающей травмы руки. Техническим результатом заявляемой полезной модели, является изменение основного пенообразующего состава вещества для достижения наибольшей эффективности при тушении пожаров, а также для наиболее безопасного тушения для человека при разрыве баллона. Подробная схема представлена на рисунке.

Новое устройство найдет широкое применение при тушении отдельных очагов пожара в жилых помещениях, офисах, муниципальных учреждениях. Предлагаемый огнетушитель позволяет эффективно подавлять очаги загорания за счет образования при разрыве объемного пенообразующего слоя. Также он будет безопаснее и экологичнее по сравнению с порошковым огнетушителем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент № 2 401 683 С1 Огнетушащее устройство импульсного действия: № 2009102206/12 : заявл. 01.23.2009: опубл. 27.07.2010 / А.М. Пыжов, В.А. Рекшинский К.М. Иоганов; заявитель, патентобладатель ГОУ ВПО Самарский государственный технический университет. – 3 с.
2. Волоков Ю.А., Емельянов С.В. Эффективность применения импульсной технологии в системах пожаротушения. Москва: Издательство «Пожарный Дом», 2018. 154 с. ISBN: 978-5-00-272758-5.
3. Огарев А.В. Оценка возможности применения импульсного пожаротушения в общественных зданиях. Журнал «Пожарная безопасность». 2019. № 6. С. 42-46.
4. Смирнов П.И., Кузнецов В.С. Моделирование процесса пожаротушения импульсным устройством в программной среде CFD. Сборник научных трудов конференции «Безопасность и защита от пожаров». Москва, Издательство МГУ, 2017. С. 123-136.
5. Кротов Д.С. Импульсные методы пожаротушения: история и перспективы применения. Журнал «Пожарная техника». 2016. № 3. С. 12-18.

УДК 614.84

Е. В. Карасев, А. Л. Никифоров, Н. А. Таратанов, Е. Ю. Курочкина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

БОЛЬШИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ В ЗАЖИМЕ СЧЕТЧИКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ КАК ПРИЧИНА ПОЖАРА В ДОМЕ

В статье приводятся основные результаты судебной пожарно-технической экспертизы, в процессе производства которой установлена причина пожара в квартире жилого дома из-за «плохого контакта» в контактном зажиме «фаза-нагрузка» электросчетчика вследствие нарушения правил его монтажа.

Ключевые слова: плохой контакт; большие переходные сопротивления; контактный зажим «фаза-нагрузка»; однотарифный счетчик активной электрической энергии.

E. V. Karasev, A. L. Nikiforof, N. A. Taratanov, E. Yu. Kurochkina

LARGE TRANSIENT RESISTANCES IN THE CLAMP ELECTRICITY METER AS THE CAUSE OF A HOUSE FIRE

The article presents the main results of the forensic fire and technical expertise, during the production of which the cause of the fire in the apartment of a residential building was established due to «bad contact» in the contact clamp «phase-load» of the electric meter due to violation of the rules of its installation.

Keywords: poor contact; large transient resistances; phase-load contact clamp; single-tariff active electric energy meter.

Определением судебной коллегии по гражданским делам Ивановского областного суда в Ивановскую пожарно-спасательную академию ГПС МЧС России была назначена судебная экспертиза по установлению обстоятельств пожара в одноэтажном жилом доме.

В процессе осмотра места происшествия были обнаружены признаки очага пожара на стене, справа от входа на кухню, под потолком, в месте расположения прибора учета электроэнергии и средств защиты электрической сети квартиры.

Признаки очага пожара проявились обрушением штукатурки и гипсокартонного листа (ГКЛ) с локальным обугливанием деревянных конструкций потолка и стены, оштукатуренной по дранке в виде треугольника, направленного одной из вершин вниз, а также локальным обугливанием потолка в ореоле почерневшей древесины в месте прохождения электропроводов с чердака.

При этом на чердаке следов какого-либо воздействия пожара в виде почернения, закопчения, обугливания, прогаров и обрушений обнаружено не было. Следы развития горения по строительным конструкциям и отделочным материалам стен и потолка, а также предметам домашнего обихода позволили классифицировать их по Б. В. Мегорскому [1] как признаки направленности горения в виде последовательно затухающих поражений и следов, а именно сплошных поражений (разрушений) и следов на материалах и в объеме помещения.

Особенности обстановки, предшествовавшей пожару и сложившейся на момент его возникновения были установлены из материалов дела и связаны с заменой прибора учета электроэнергии (счетчика) специалистом из ООО «Энергосбыт» и сообщением о пожаре через два дня после его установки. Установлено, что с момента установки прибора учета до возникновения пожара в квартире никого не находилось, электроэнергия была отключена.

При детальном осмотре очаговой зоны в пожарном мусоре под местом крепления счетчика к стене были обнаружены остатки монтажной печатной платы счетчика. Монтажная печатная плата имела локальные следы разрушения в форме конуса основание которого обращено к клеммным зажимам. Максимальные разрушения были сосредоточены над контактным зажимом «фаза-нагрузка» (рис. 1).



Рис. 1. Остатки монтажной печатной платы, обнаруженной в пожарном мусоре

При этом характер и состояние монтажной печатной платы, а также клеммные зажимы (со следами теплового воздействия) отражали следы локального теплового воздействия на монтажную плату прибора учета электроэнергии. Такие внешние признаки как размер, форма, технологические отверстия позволили ее идентифицировать как плату однофазного, однотарифного счетчика активной электрической энергии СЕ 101 «Энергомера» с типом корпуса R5.1 (рис. 2). Инструментальными методами установлено, что на контактном зажиме счетчика «фаза-нагрузка» присутствовали следы оплавления алюминиевого провода при сохранении остатков в клеммном соединении вблизи расположенных проводов.



Рис. 2. Монтажная печатная плата однофазного, однотарифного счетчика активной электрической энергии СЕ 101 «Энергомера» с типом корпуса R5.1

Характер термических поражений позволяет утверждать, что происходил длительный период возникновения и развития горения при недостаточном газообмене, присущий небольшим замкнутым помещениям, к которым относится сгоревшая квартира. Длительность развития горения характерна для источников с невысокой энергией зажигания (например, тлеющие табачные изделия, искры, раскаленные капли металла, разогретые «плохие контакты» вследствие больших переходных сопротивлений (БПС).

Характер и состояние монтажной печатной платы и клеммные зажимы со следами теплового воздействия отражают следы локального теплового воздействия на монтажную плату прибора учета электроэнергии. На контактах счетчика фаза и ноль от генератора, а также фаза и ноль к нагрузке имеются следы оплавления одного из алюминиевых проводов при сохранении остатков в клеммном соединении вблизи расположенных проводов.

Данное утверждение нашло подтверждение при морфологическом исследовании с помощью стереоскопического панкратического микроскопа (МСП-2), где отчетливо виден кончик алюминиевого провода в контактном зажиме «генератор-фаза», тогда как в соседнем контактном зажиме «фаза-нагрузка», расположенном на расстоянии ≈ 1 см зажатый провод отсутствует (рис. 3). Более того, в этом контактном зажиме с отсутствующим проводом различимы следы расплавления провода (рис. 4).

Расплавление провода в одном из контактных зажимов при их сохранении в других контактных зажимах свидетельствуют о «плохом контакте» вследствие БПС. При воздействии тепла пожара учитывая близкое расположение контактных зажимов избирательное воздействие температуры горящих материалов просто невозможно.

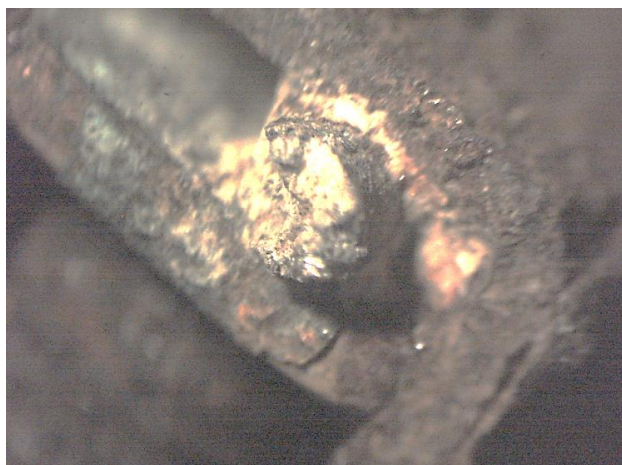


Рис. 3. Остатки алюминиевого провода в контактном зажиме



Рис. 4. Следы локального расплавления алюминиевого провода в контактном зажиме

Важно отметить, что техническое состояние внутридомовой электрической сети, каким бы оно не было (удовлетворительным или неудовлетворительным), не могло повлиять на образование «плохого контакта» и возникновение БПС в клеммном зажиме счетчика. При возникновении БПС параметры функционирования электрической сети (напряжение и сила тока) не меняются и не могут повлиять на срабатывание систем защиты электросети.

Проведенное исследование доказывает, что причиной возникновения горения в квартире явился «плохой контакт» в контактном зажиме «фаза-нагрузка» из-за нарушения правил монтажа прибора учета или деформации проводов после их подсоединения к контактным зажимам и закрытия пластмассовой крышкой, повлекший возникновение больших переходных сопротивлений. Следовательно, техническое состояние электрического ввода в квартиру могло послужить причиной образования БПС, так как алюминиевые провода в процессе старения и долгого эксплуатационного срока становятся хрупкими и ломкими.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мегорский Б.В. Методика установления причин пожаров (общие положения методики и основы пожарно-технической экспертизы). - М.: Стройиздат, 1966.
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. – EDN ZPEJUB.
3. 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 EOQONU.

УДК 614.84

Е. В. Карасев, Т. В. Фролова, С. Д. Толстикова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОЦЕССА ВОЗНИКНОВЕНИЯ И РАЗВИТИЯ ПОЖАРА НА ПРИМЕРЕ КОНКРЕТНОГО ПРОИСШЕСТВИЯ

В статье приводятся основные результаты судебной пожарно-технической экспертизы, в процессе производства которой установлено нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования как причина пожара в квартире жилого дома.

Ключевые слова: реконструкция процесса возникновения и развития пожара; нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования; недостаток конструкции и изготовления электрооборудования; нарушение правил монтажа электрооборудования; нарушение правил технической эксплуатации электрооборудования; нарушение правил пожарной безопасности при эксплуатации бытовых электроприборов; нарушение правил технической эксплуатации и выбора аппаратов защиты электрических сетей.

E. V. Karasev, T. V. Frolova, S. D. Tolstikova

RECONSTRUCTION OF THE PROCESS OF OCCURRENCE AND DEVELOPMENT OF A FIRE ON THE EXAMPLE OF A SPECIFIC INCIDENT

The article presents the main results of a forensic fire-technical examination, in the course of which a violation of the rules of installation and operation of electrical equipment was established as the cause of a fire in an apartment building apartment.

Keywords: reconstruction of the process of the emergence and development of heat; violation of the rules of the device and operation of electrical equipment; defects in the design and manufacture of electrical equipment; violation of the rules of installation of electrical equipment; violation of the rules of technical operation of electrical equipment; violation of fire safety rules during the operation of household electrical appliances; violation of the rules of technical operation and selection of devices for protecting electrical networks.

Определением Ленинского районного суда г. Иваново в Ивановскую пожарно-спасательную академию ГПС МЧС России была назначена судебная экспертиза, на разрешение которой поставлены следующие вопросы: определить, где располагался очаг пожара, имевшего место 03 декабря 2022 года в жилом доме и определить причину возникновения пожара.

18.09.2023 и 23.10.2023 экспертом от академии, вместе с обучаемыми по специальности 40.05.03 «Судебная экспертиза» был проведен осмотр сгоревшего дома.

При осмотре места происшествия, связанного с пожаром, были обнаружены следы максимальных разрушений от воздействия огня в части дома ответчика. На чердаке над помещениями истца наблюдались признаки направленности горения в виде обугливания стропильных ног, потолочных балок, подкоса и обрешетки уменьшающегося по мере удаления от помещений части дома ответчика и образующих последовательно затухающие поражения и следы, периодически повторяющиеся на однородных конструкциях, элементах, деталях, предметах по Б. В. Мегорскому [1].

Выявленные признаки направленности горения свидетельствуют о развитии пожара от помещений ответчика во все стороны, в т.ч. к истцу. Таким образом, область расположения очага пожара ограничена помещениями 20, 14, 15, 16 и 17 (рис. 1).

почернение поверхности с незначительным обугливанием сверху. Точно такой же характер повреждений от огня пожара сохранили на себе доски перекрытия.

Выявленные признаки направленности горения свидетельствует о возникновении пожара на кухне, а не над ней, с дальнейшим распространением в соседние помещения с выходом на чердак, не разделенным какими-либо перегородками, и охватом пламенем всего чердачного помещения над частью дома ответчика. Высокая пожарная нагрузка в помещении 15 и, как следствие, интенсивное горение в совокупности с действиями пожарных подразделений по вскрытию, разборке и проливке конструкций, привели к обрушению потолочного перекрытия, элементов стропильной системы и кровли.

На кухне, при входе в нее через тамбур в наибольшей степени пострадала верхняя часть правой стены по всей длине. Максимальные повреждения сосредоточены в верхней части дверного проема. Верхняя часть дверной коробки полностью уничтожена огнем.

При входе на кухню из помещения 15 справа был обнаружен небольшой однокамерный холодильник, установленный на столике. Металлический корпус холодильника пострадал от огня равномерно и не нес явных признаков направленности горения, либо признаков аварийной работы. Более того, при извлечении холодильника из пожарного мусора был раскопан его питающий шнур без изоляции, но сохранивший свою целостность с вилкой без каких-либо локальных оплавлений и повреждений.

Однако, при осмотре холодильника на задней его стенке была обнаружена приставшая капля расплавленного металла со следами стекания вниз (рис. 2). Рассчитанная плотность капли металла через измерение массы и объема позволили идентифицировать ее как алюминиевую. Предположительно алюминиевой в верхней части стены могла быть только электропроводка. Характер оплавления металла и приставания при падении к задней части стального корпуса холодильника позволяет утверждать короткое замыкание как средство энергетического воздействия, расплавившее металл, а не тепло пожара. Определить момент короткого замыкания: до или во время пожара не представляется возможным.



Рис. 2. Капля расплавленного металла со следами стекания вниз на задней стенке холодильника

Выявленные признаки направленности горения от правой стены кухни вверх и в стороны, особенно выделяющиеся вверх дверного проема, образовавшаяся вследствие короткого замыкания капля металла на задней стенке холодильника справа от дверного проема коррелируют с объяснениями ответчика первой обнаружившей пожар.

В частности, ответчик поясняет: «...Приблизительно в 00:30 я услышала хлопок в кухне, после чего я отправилась туда, придя на кухню я обнаружила пожар, увидя пожар я принялась к собственноручному тушению пожара...появ, что сама не смогу потушить пожар, я побежала в комнату, где находилась моя дочь и разбудила ее...» (из материалов проверки по факту пожара).

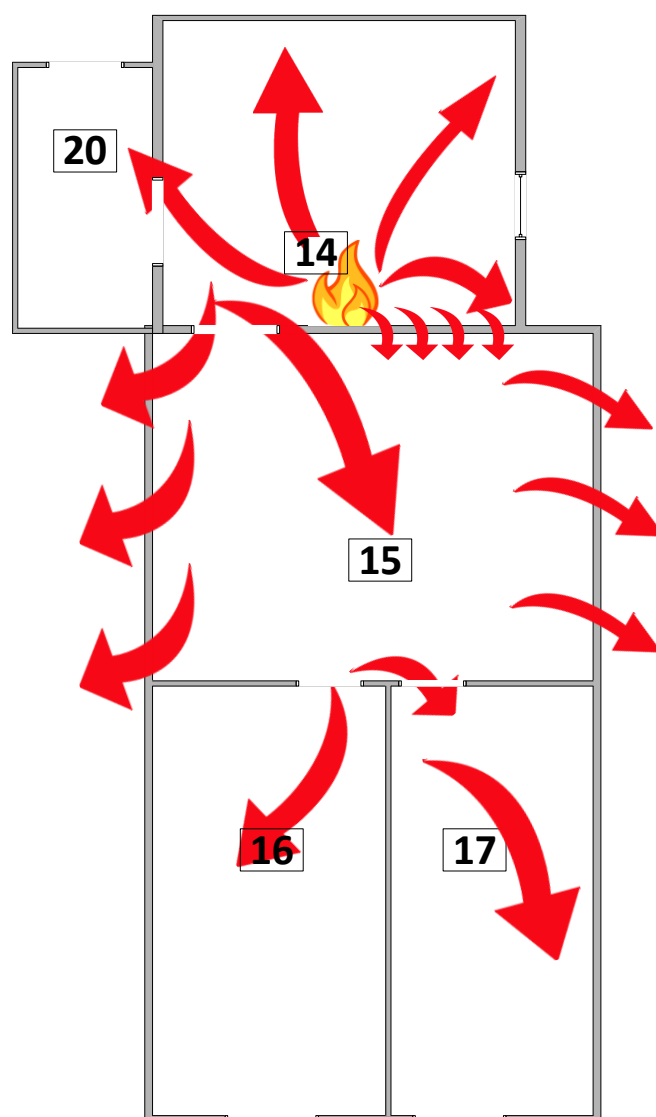


Рис. 3. Реконструкция процесса возникновения и развития пожара

Таким образом, на основании исследования представленных материалов, учитывая результаты личного осмотра места пожара и установленные признаки направленности горения установлено место расположения очага пожара. Очаг пожара расположен на кухне, на правой от входа стене в верхней части примерно над холодильником. Далее горение развивалось в притолочном пространстве по верхней части стены между кухней и помещением 15.

Открытая из кухни дверь позволила распространиться пожару в помещение 15, а из него в 16 и 17. Одновременно с развитием пожара в помещения 15, 16 и 17 происходило его распространение в тамбур (помещение 20). Из помещения 15, учитывая верховой характер развития пожара, его пламя перебросилось на чердак и стало развиваться, не встречая на своем пути препятствий в виде перегородок. Схематично процесс возникновения и развития пожара изображен на рис. 3. Языками пламени условно отмечен очаг пожара.

Положение установленного очага и особенности развития пожара позволяют утверждать причастность к механизму возникновения и развития пожара электропроводки, находившейся на момент пожара под напряжением.

Каких-либо иных потенциальных источников зажигания в припотолочном пространстве кухни на стене не обнаруживается.

Особенности обстановки, предшествовавшей пожару и сложившейся на момент его возникновения, свидетельствуют о низкой температуре воздуха, -9°C [9] и необходимости отопления жилища. Следует отметить, что газовое отопление в части дома ответчика было демонтировано, следовательно, поддержание температур, приемлемых для пребывания в жилище, было возможно посредством электрообогревателей, создающих токовую нагрузку на электросеть.

Характер и состояние капли металла на задней стенке холодильника справа от входа на кухню, свидетельствуют о коротком замыкании в сети. Короткое замыкание сопровождается резким хлопком [3–8]. В частности, ответчик поясняет: «...Приблизительно в 00:30 я услышала хлопок в кухне, после чего я отправилась туда, придя на кухню я обнаружила пожар...» (из материалов проверки по факту пожара). Следует отметить, что определить момент короткого замыкания: до или во время пожара не представляется возможным.

Какие-либо специфические проявления причины пожара, такие как запах горелой изоляции, мигание, затухание, яркое свечение ламп освещения, снижение оборотов электродвигателей, выход из строя электроприборов, свидетельствующих об аварийном режиме работы электросетей и оборудования в материалах дела, не отразились. Также не нашли своего отражения в материалах дела какие-либо признаки поджога, проведения пожароопасных работ, самовозгорания, неосторожного обращения с огнем, например при курении, освещении, сжигания чего-либо или детской шалости. Не были они обнаружены и при осмотре.

Таким образом, методом исключения версий, выявлена причина возникновения пожара, имевшего место 03 декабря 2022 года в жилом доме - нарушение правил устройства и эксплуатации электрооборудования. Установить конкретное нарушение такое как недостаток конструкции и изготовления электрооборудования, нарушение правил монтажа электрооборудования, нарушение правил технической эксплуатации электрооборудования, нарушение правил пожарной безопасности при эксплуатации бытовых электроприборов, нарушение правил технической эксплуатации и выбора аппаратов защиты электрических сетей, не представляется возможным ввиду отсутствия сведений позволившим исследовать все электрические цепи, включая аппараты защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мегорский Б.В. Методика установления причин пожаров (общие положения методики и основы пожарно-технической экспертизы). - М.: Стройиздат, 1966.
2. Методология судебной пожарно-технической экспертизы: основные принципы. М.: ФГБУ ВНИИПО, 2013.
3. Смелков Г.И. Пожарная безопасность электропроводок. - М.: ООО «Кабель», 2009. - 328 с.
4. Таубкин С.И. Пожар и взрыв, особенности их экспертизы. - М., 1999. – 600 с.
5. Чешко И.Д. Технические основы расследования пожаров / И.Д. Чешко. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2002.
6. 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.: ил.
7. Чешко И.Д., Плотников В.Г. Анализ экспертных версий возникновения пожара. В 2-х книгах. СПбФ ФГБУ ВНИИПО МЧС России, Кн. 2 – Санкт-Петербург: 2012. – 364 с.: ил.
8. Чешко И.Д., Юн Н.В., Плотников В.Г. и др. Осмотр места пожара: методическое пособие. - М.: ВНИИПО, 2004.
9. <https://www.gismeteo.ru/>

УДК 614.841.33

А. А. Кувшинова, А. П. Куприна

Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет)

ВЛИЯНИЕ РАЗНИЦЫ ВЫСОТЫ СТУПЕНЕЙ В ПРЕДЕЛАХ ЛЕСТНИЧНОЙ КЛЕТКИ НА ВРЕМЯ ЭВАКУАЦИИ

В статье рассматриваются вопросы безопасной эвакуации при движении по лестницам в случае возникновения чрезвычайной ситуации. На примере учебного заведения проведен анализ факторов безопасности учащихся во время чрезвычайной ситуации.

Ключевые слова: эвакуация; безопасность; ЧС; пожар; лестница.

A. A. Kuvshinova, A. P. Kuprina

THE EFFECT OF THE STEPS HEIGHT DIFFERENCE WITHIN STAIRWELL FOR THE TIME OF EVACUATION

This article discusses the issues of safe evacuation when moving up stairs in case of an emergency. On the example of an educational institution, an analysis of the safety factors of students during an emergency situation was carried out.

Keywords: evacuation; safety; emergency; fire; stairs.

В случае возникновения чрезвычайной ситуации, пожара или землетрясения, организация эвакуации людей становится важной составной частью обеспечения безопасности. Использование лестниц выступает в качестве наиболее распространённого метода эвакуации.

Погрешность в архитектурном и конструктивном проектировании является основной причиной несчастных случаев на лестничных клетках. К примеру, множество происшествий происходят из-за того, что люди не могут отчетливо видеть и ощущать грань ступени при эвакуации. В последствии, интенсивность спуска человека по ступеням замедляется, что приводит к большому скоплению людей и повышает риск трагических случаев. Можно также отметить, что при большой концентрации людей на лестнице создается страх перед падением. Это подчеркивает важность качественного проектирования лестниц с учетом безопасности всех пользователей. Особенно это касается маломобильных групп людей, ведь чем круче лестница, тем серьезнее данная проблема. Вследствие неправильного проектирования лестницы, когда размеры ступеней достаточно малы, для того чтобы человек нормально мог их использовать, он будет вынужден при спуске делать неудобные движения, поворачивая ногу или даже всё тело, чтобы найти опору на ступеньке. Это приводит к большому колебанию при спуске, что повышает утомляемость.

Большинство стран мира придерживаются определенного правила, которое излагает пропорции ступени: сумма двойной высоты проступи и глубины ступени должны быть в соответствии с шагом человека. Данный принцип был разработан знаменитым архитектором Ф. Блонделем во Франции. Однако не во всех странах, например, Канаде, из-за экономии места на лестничных клетках это правило не соблюдается.

В определенных литературных трудах, посвященных архитектуре, можно найти правило Ф. Блонделя, которое утверждает, что размерность ступеней на лестнице должна быть пропорциональна длине шага человека. Так как средний шаг составляет около 60 см, то во время подъема по лестнице шаг должен состоять из двух подступенков и одной проступи. Исходя из этого, при уклоне 1:2 пропорции ступеней должны быть следующими: подступень — 15 см, проступь — 30 см. Чтобы обеспечить непрерывность, необходимо, чтобы все ступени имели одинаковую высоту подступенков. Поэтому следует избегать недочеты при проектировании и строительстве лестниц с 18 ступенями, чтобы обезопасить себя от возможных проблем. Если одна из ступеней имеет несоответствующие размеры, это может привести к трудностям в случае необходимости быстрого спуска или подъема. Важно, чтобы каждая ступень имела правильную форму, с валиком или скошенным подступенком. Иначе лестница станет неудобной для эксплуатации, поскольку люди будут задевать подступенок своими ногами.

Несмотря на значительные распространения использования лестниц, анализ о влиянии разницы высоты ступеней в диапазоне лестничной клетки на время спасения людей все чаще остается актуальным, это объясняет необходимость и важность исследования [1].

На начальном этапе был разработан план, основными задачами которого были: изучение нормативных документов, оценка параметров лестниц, фиксация времени спуска людей и определение зависимости влияния высоты ступени на время эвакуации.

Для оценки и сравнения параметров лестниц, были взяты две лестничных клетки различных корпусов университета. В табл. 1 приведены фактические данные по состоянию каждой лестничной клетки относительно норм проектирования.

Таблица 1. Оценка параметров лестниц корпусов университета

Параметр	Фактически		СП 118.13330.2022	Отклонение, %	
	1	2		1	2
Уклон лестницы	32°	30°	(20-26,7) °	19,85	12,4
Различия в высоте ступеней в пределах одного марша	7 см	2 см	5 мм	1300	300
Ширина ступеней	33 см	31 см	(25-26) см	26,9	19,23

Параметр	Фактически		СП 118.13330.2022	Отклонение, %	
	1	2		1	2
Ширина лестничного марша	126 см	167 см	>135 см	6,6	23,7
Ширина лестничных площадок	137 см	130 см	120 см	14,16	8,3
Коэффициент отклонения ширины ступеней к ее высоте	2–2,3	2,2–2,3	1,7–2	15	15

При эвакуации время имеет решающее значение. Именно поэтому высота ступеней должна рассчитываться таким образом, чтобы свести время, необходимое для эвакуации из здания к минимуму и обеспечить при этом быстрый и эффективный выход. В соответствии с этим, обеспечение необходимой высоты ступеней играет важную роль в достижении этой цели, поскольку предотвращает задержки и облегчает быструю эвакуацию.

Исследование проводилось среди студентов, группой, состоящей из 20 человек, в пределах лестничной клетки. В качестве параметров людского потока были взяты:

- количество людей в потоке N ,
- плотность D ,
- скорость V ,
- интенсивность движения q .

Уровень комфортности людей при движении по лестничной клетке определяется плотностью потока, который оказывает влияние на их беспрепятственное перемещение в процессе эвакуации.

Сильнейшие изменения плотности оказывают большое влияние на характер движения людей в потоке, меняя его от свободного, когда выбор скорости и направления движения зависит от самого человека, до стесненного, которое ведет к дальнейшему увеличению плотности потока, в результате чего человек начинает испытывать физическое воздействие окружающих его людей.

При ограниченной возможности движения человека в потоке, происходит увеличение его плотности, и как следствие, происходит снижение скорости движения всего потока.

Если же говорить об интенсивности движения людей, то она зависит от таких факторов, как: плотность потока, вида пути и от физических возможностей самих людей.

При проведении исследовании нами были получены следующие значения параметров, приведённые в табл. 2, которые наглядно показывают, как высота ступени влияет на темп движения людей при эвакуации.

Таблица 2. Результаты эвакуации людей

Лестничная клетка	Группа мобильности	Количество замеров	Плотность людского потока, м ² /м ²	Скорость движения потока людей, м/мин	Интенсивность движения потока людей, м/мин	Время движения, сек
1	M0	5	0,23	68	13,6	6
2	M0		0,17	95	9,5	4,5

В результате полученных данных, был выявлен характер влияния высоты ступени на скорость движения людей. Таким образом, установлено, что чем больше высота ступени, тем более медленно происходит эвакуация. Это говорит о том, что большое различие в высоте ступеней создает значительный дискомфорт при спуске и подъеме, и замедляет весь процесс движения людей.

Далее исследование показало насколько разница в высоте ступеней может повлиять на безопасность эвакуации. При большой разнице в высоте ступеней, человек может испытывать трудности при переходе с одной ступени на другую, что может привести к травмированию. Поэтому следует оптимизировать высоту ступени так, чтобы обеспечить безопасность при спуске.

Вывод:

В данной работе было проанализировано влияние различия высоты ступеней внутри лестничной клетки на время, необходимое для эвакуации людей. В результате проведенного исследования были сформулированы выводы, которые позволили разработать практические рекомендации по оптимизации высоты ступени для наиболее удобного спуска людей при эвакуации.

На основании приведенных нами результатов были составлены следующие практические рекомендации для обеспечения быстрой и безопасной эвакуации:

1) При выборе ступени необходимо, что разница в высоте ступеней была оптимальной. Допускается разница в 5 мм, что позволит обеспечить свободное движение людей по лестнице и ускорить процесс эвакуации.

2) При проектировании рекомендуется использовать высоту ступеней в соответствии с нормативными документами, учитывая эргономические принципы и особенности людей.

3) Необходимо производить регулярную проверку и обслуживание лестниц для контроля за состоянием ступеней, их прочностью и устойчивостью. В случае повреждения необходимо производить своевременную замену.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 118.13330.2022. Свод правил. Общественный здания и сооружения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://base.garant.ru/404976079/>

УДК: 699.81

К. В. Куликова, Е. А. Попова, А. М. Капизова

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет

АНАЛИЗ СВОЙСТВ ПОЖАРОБЕЗОПАСНЫХ ДВЕРЕЙ И ПОТОЛКОВ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ОГНЕСТОЙКОСТИ

В статье рассматриваются особенности противопожарных потолков и дверей с целью выявления их свойств и качеств. Как известно, главными и самыми опасными для человека при пожаре являются именно двери и потолки. Противопожарные двери, в свою очередь, являются, при возникновении очага пожара, не только эвакуационным выходом, но и средством, способным прекратить распространение пожара. В данной статье мы рассматриваем именно натяжные противопожарные потолки. Их главным отличием от обычных натяжных потолков в том, что они только плавятся, открытое пламя не поддерживают. Также приводятся основные классы натяжных противопожарных потолков и противопожарных дверей их характеристика и поведение при пожаре.

Ключевые слова: противопожарные натяжные потолки; классы пожарной опасности; горючесть; токсичность; дымообразование; противопожарные двери; прочность; огнеупорность.

K. V. Kulikova, E. A. Popova, A. M. Kapizova

ANALYSIS OF THE PROPERTIES OF FIREPROOF DOORS AND CEILINGS IN ORDER TO DETERMINE THEIR FIRE RESISTANCE

The article discusses the features of fire-resistant ceilings and doors in order to identify their properties and qualities. As you know, doors and ceilings are the main and most dangerous for a person in case of fire. Fire doors, in turn, are, in the event of a fire, not only an evacuation exit, but also a means capable of stopping the spread of fire. In this article, we are considering stretch fire ceilings. Their main difference from conventional stretch ceilings is that they only melt, they do not support an open flame. The main classes of stretch fire ceilings and fire doors are also given, their characteristics and behavior in case of fire.

Keywords: fire-fighting stretch ceilings; fire hazard classes; flammability; toxicity; smoke formation; fire doors; strength; fire resistance.

Необходимость в огнестойких натяжных потолках и противопожарных дверях назрела давно. Когда стало известно насколько опасными могут быть токсичный дым и горящие капли от пластика. Обычная ПВХ-пленка может загореться от горячей лампочки или малейшей искры. Дерево, в свою очередь, может загореться от искры, исходящей от плиты или спичек. Огонь может быстро распространиться и сжечь все помещение, перекинувшись на мебель, предметы декора и ткани внизу.

Натяжные потолки имеют долгую историю, берущую начало в египетской, греческой и римской античности. Такие потолки состояли из шелковых тканей и натягивались в одной плоскости с потолком. А когда ткань провисала, теряла цвет или покрывалась пылью, натягивали новую. Спустя столетия в России натяжные потолки появились в спальнях Петра I в конце XVI–начале XVII века. Еще одно новшество в натяжных потолках пришло из Армении. Это было дальнейшее развитие современного потолка. В Армении тонкую хлопчатобумажную ткань смачивали в растворе мела и натягивали на заранее подготовленный каркас. В 1967 году в Швеции появился первый пленочный натяжной потолок. Их идея заключалась в том, чтобы возродить технологию натяжных потолков. Затем, в 1980-х годах, инициативу взяла на себя Франция. Они усовершенствовали технологию производства пленки ПВХ для натяжных потолков.

Но решения о пожарной безопасности натяжных потолков не было до 2018 года. В этот год германская фирма Teqtum открыла новую лабораторию, где и была выведена инновационная формула негорючего полотна ПВХ, без токсичных элементов — фенолов, кадмия, тяжелых металлов и формальдегидов. При пожаре такое полотно не дает удушливого и опасного для здоровья дыма, не поддерживает горение. Более того, была полностью ликвидирована опасность со стороны раскаленных полимерных капель [1].

История создания противопожарных дверей берет свои истоки в 4 веке нашей эры. Для защиты ночлега древние поселенцы закрывали жилище камнями, шкурами животных, ветками деревьев. Они представляли собой первые прототипы защитных дверей.

Первые дверные конструкции создавались в Древнем Египте и внешне не были похожи на современные противопожарные двери, остекленные или глухие. Их изготавливали из клена и других сортов деревьев. В средние века появились массивные дверные конструкции из железа и бронзы. Двери из дерева стали обиваться листами железа для повышения их огнеупорности и прочности.

Для сохранения тепла в домах 17–18 веков устанавливали толстые деревянные входные конструкции, украшенные уникальной резьбой. Тогда же впервые стали изготавливать деревянные остекленные противопожарные двери. Состоятельные граждане Италии и Франции не скупились также на установку кованых металлических дверей.

В 21 веке качество хорошей огнестойкой дверной конструкции определяет не толщина и наличие изысканной резьбы, а ее прочность и надежность. Металлические противопожарные дверные конструкции из стали и алюминия предназначены для защиты жизни людей и предотвращения распространения огня в помещении.

В настоящее время для противопожарных натяжных потолков и дверей созданы классы пожаробезопасных материалов.

Для пожаробезопасных натяжных потолков созданы три группы, где значение КМ указывает на то, как поведет себя материал на воздействие высоких температур и пламени. Пожаробезопасность натяжных потолков от проверенных производителей — это классы КМ2 или КМ3, некоторые современные бренды даже заявляют о том, что их продукция принадлежит к классу КМ1. Этот показатель обязательно указывается на специальном сертификате — такой документ имеется у каждого производителя [2].

КМ1 — это максимально безопасный материал, воздействию пожара он поддается хуже всего. Он слабогорюч, маловоспламеним и имеет среднюю дымообразующую способность. Токсичность и способность поддерживать горение — слабые. На данный момент такой класс присвоен крайне ограниченному списку потолочных материалов. В их маркировке также можно увидеть «Натяжные потолки НГ (негорючие)». Может применяться в детских комнатах жилого помещения, больницах, детских учреждениях (садах и школах). Также разрешено использовать полотно для общих коридоров и холлов в любых зданиях.

Потолки класса КМ2 могут использоваться в любых помещениях, но само здание должно иметь не более 17 этажей. Материал просто плавится от прямого соприкосновения с пламенем, сразу начиная выделять некоторое количество дыма. Но при отдалении источника открытого огня (к ним относятся и летящие искры) их плавление прекращается. Если на такие потолки воздействует просто повышенная температура, они совершенно безопасны — на этот опасный фактор материал не реагирует. Натяжные потолки класса КМ2 предназначены для коммерческих помещений — торговых и развлекательных центров, офисов, салонов, различных учреждений и организаций.

Группа горючести натяжных потолков КМ3 говорит о том, что они имеют высокое дымообразование, достаточно быстро воспламеняются, хорошо горят и быстро распространяют пламя. Потолки класса КМ3 применяются в зданиях не выше 9 этажей [3].

Низкопробное полотно (когда натяжные потолки имеют пожаробезопасность КМ4 и тем более КМ5) легко загорается. Это способствует быстрейшему распространению пожара, в том числе он может перейти на этаж выше. Образующийся при этом дым весьма токсичен и может привести даже к гибели людей.

Противопожарные двери изготавливаются преимущественно из стали или алюминия, а также древесины либо закаленного стекла. Они могут сдерживать пламя, дым, температуру от 15 минут до полутора часов. Изделия проходят тестирование и обязательную сертификацию перед запуском в серийное производство. Им присваивается один из трех классов, обозначаемый латинскими буквами EI (реже — EIS), а также цифрами. Расшифровывается следующим образом:

Е — обозначает количество минут, которое потребуется для полного разрушения с момента возникновения пожара;

I — характеризует (тоже в минутах) способность сдерживать распространение горячего воздуха в смежные помещения. Продукция с маркировкой до EI 30 имеет I класс огнестойкости и устанавливается обычно в жилых зданиях. Значения от 30 до 60 соответствуют II классу (для промышленных, служебных объектов). Индекс EI от 60 до 90 — это III, самый высокий уровень огнестойкости;

S — способность предотвращать задымление;

Каждая противопожарная преграда относится к определенному типу:

Первый — EI 60 (стальные, остекленные пожарные двери, ворота, люки, шторы, оконные системы, занавесы).

Второй — EI 30 (стальные, остекленные пожарные двери, ворота, люки, шторы, оконные системы, двери шахт лифтов в зданиях до 30 метров высотой).

Третий — EI 15 (стальные, остекленные пожарные двери, ворота, лючки, шторы, оконные системы).

Также были выявлены положительные и отрицательные характеристики противопожарных натяжных потолков и противопожарных дверей (табл.) [4, 5].

*Таблица. Характеристики пожаробезопасных потолков
и пожаробезопасных дверей*

Пожаробезопасные потолки		Пожаробезопасные двери	
Положительные характеристики	Отрицательные характеристики	Положительные характеристики	Отрицательные характеристики
Соответствие современным нормам пожарной и экологической безопасности. Не содержит и не выделяет летучие токсичные вещества, даже в случае нагрева.	Негорючие потолки уменьшают высоту помещений. Минимально необходимое расстояние — 5 см. А с монтажом встроенных и подвесных светильников до 10–15 см.	Вид изделий предотвращает распространение огня и имеет высокие ограждающие свойства. Основная функция защиты достигается негорючим наполнителем.	Устанавливать такие двери своими силами — категорически запрещено.
Имеет класс пожарной безопасности КМ1, КМ2 и КМ3. Не загорается от случайных искр, кипящего масла. При возгорании других предметов в комнате, тлеет, но не поддерживает горение. Выделяет минимальное количество дыма, не плавится.	Такая отделка не подходит для неотапливаемых помещений, в которых температура опускается ниже +10.	Отличаются хорошими теплоизоляционными параметрами, приемлемыми звукоизолирующими свойствами. Предотвратят прохождение неприятных запахов, что достигается благодаря уплотнителям.	Высокая стоимость

**РАЗДЕЛ 2. ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ**

Пожаробезопасные потолки		Пожаробезопасные двери	
Положительные характеристики	Отрицательные характеристики	Положительные характеристики	Отрицательные характеристики
Полотна монтируются быстро и легко, в течение 1–3 часов.	При ширине помещения более 4,5 метров, требуется сшивание ПВХ-полотен. Такая отделка менее прочна, чем бесшовные варианты.	Имеют разнообразный вид.	
Работы чистые, отсутствуют грязь, строительный мусор и пыль.	При неаккуратном обращении, воздействии острыми предметами, пленка легко рвется.	Могут использоваться не только в домах и офисах, но и в гостиницах, спортивных объектах, на предприятиях.	
Можно использовать сложные, многоуровневые решения, самые фантастические идеи.		Легко доступны на рынках/салонах.	
Прочный материал и алюминиевый профиль выдерживают до 100 литров воды на 1 м ² в случае прорыва труб. После ремонтных работ эстетичный внешний вид потолка легко восстанавливается.			
С такой отделкой можно устанавливать любые современные типы светильников, LED и неоновой подсветки.			

Из таблицы можно сделать вывод, что противопожарные потолки и противопожарные двери обладают большей частью положительных характеристик, чем отрицательных, что даёт им наибольшее преимущество, именно в сфере пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. История создания натяжных потолков – URL: <https://studfile.net/preview/8534775/page:2/>
2. Натяжные потолки - URL: http://fa30.ru/potolki/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=16943058&utm_content=1768531067&utm_term=натяжные%20потолки%20стоимость&yclid=14769238289014587391
3. Минусы натяжных потолков - URL: <https://potolok-exp.ru/natjzhnye-potolki/minusy-natyazhnykh-potolkov.html>
4. Противопожарные двери: классификация и история создания - URL: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/protivopozharnye-dveri-istoriya-sozdaniya-klassifikaciya-stoimost/>
5. Противопожарные двери конструкции и характеристика: описание и особенности - URL: <https://geniusnets-ufa.ru/protivopozharnye-dveri-konstruktsii-i-harakteristika-opisanie-i-osobenosti-foto>

УДК 614.849

Мбейандже Августино, Н. Н. Кузнецова

Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина

ТЕРМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА РАЗЛИЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И РАССЛЕДОВАНИЕ ТАКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Степень термического поражения материала определяется двумя основными параметрами – температурой и длительностью нагрева. Она рассчитывается через измеренную величину, связанную с процессом термического разрушения.

Ключевые слова: материал; термическое поражение; осмотр места пожара; очаговые признаки; деформация; конструкция.

Mbeyanje Augustino, N. N. Kuznetsova

THERMAL EFFECTS ON VARIOUS MATERIALS AND INVESTIGATION OF SUCH EFFECTS

The degree of thermal damage to the material is determined by two main parameters - temperature and heating duration. It is calculated through the measured value associated with the process of thermal destruction.

Keywords: material; thermal damage; fire site inspection; focal signs; deformation; construction.

Осмотр места пожара — первостепенное действие после чрезвычайной ситуации, вызванной пожаром. Осмотр места пожара происходит при расследовании любого пожара. Также как и при расследовании любого преступления следователю необходимы любые свидетельства с места преступления, так и место пожара для инспектора ГПС — главнейший источник объективной информации о произошедшем. Тогда как свидетельства очевидцев, документы по заведённому расследованию и другие источники могут нести уже искажённую информацию [2]. Также опыт, профессионализм специалиста имеют неоценимое значение при первичном осмотре места пожара. В случае недобросовестного, несвоевременного и непрофессионально проведенного осмотра действия последующие по расследованию пожара могут оказаться бессмысленными. Тем более что первичный осмотр места пожара наиболее важен, невозможно заморозить и оставить его для повторных осмотров. Поэтому восполнить допущенные при невнимательном осмотре пробелы с места пожара невозможно, информацию о пожаре предоставить не смогут даже лучшие специалисты и эксперты.

Поражения, полученные в ходе теплового воздействия во время пожара, приводит к формированию на материалах и конструкциях признаков, которые специфичны для каждого конкретного материала. Если при осмотре разрушения не наблюдаются визуально, специалисты будут проводить расследование при помощи специальных утверждённых методов и технических средств. Размер величины разрушений материала под термическим воздействием рассчитывают и объясняют как «Степень термических поражений». Она может выражаться напрямую словесно об изменении качества материала. К примеру, «незначительные разрушения бетона с образованием мелких трещин» или «сильные разрушения с расслоением защитного слоя». Также существует величина количественная, получаемая по результатам установленных расчетов. Примером количественной оценки степени термического поражения может быть измерение глубины обугливания древесины или величины деформации стальной балки.

Степень поражения от высокой температуры непосредственного материала определяется следующими главными параметрами — температурой и временем воздействия огнем [1]. Причем высокая температура более существенно влияет, в отличие от временных рамок. Рассмотрим различные поражения термические на некоторых материалах.

При воздействии высокой температуры на древесину первыми признаками изменения является потемнение её поверхности, которое проявляется при температуре выше 110 °С. При температуре от 300 °С происходит более активное тление древесины; самовоспламенение уже происходит около 400 °С. Обугливание древесины будет возрастать соответственно при увеличении температуры и длительности по времени пожара. Поэтому при измерении глубины обугливания расследование применяется не только для количественной оценки поражения от

температурного воздействия, но и определения направленности теплового воздействия при пожаре.

Даже по внешнему виду угля специалисты делают определенные выводы. Так, при интенсивном пламенном горении уголь формируется легкий и рыхлый. Если он более плотный и тяжелый, возможно даже с оставшемся и определяемым визуально рисунком годовых колец образуется при низкотемпературном тлении, так называемом процессе пиролиз. Если температура наиболее активно воздействует, и это приводит к необратимым изменениям, то есть происходит полное выгорание древесины до золы серого цвета. Специалист также пытается установить природу выгорания, или прогара, где возможно находится очаг пожара или следы теплового потока. Невидимые невооруженным глазом особенности структуры и состава углей, которые зависят от условий их образования на пожаре, устанавливаются специальными методами.

Что касается конструкции из металлов и сплавов, то последствия термического воздействия разделяют на следующие группы: деформация; образование окислов на поверхности; структурные изменения, влекущие изменения физико-химических и механических свойств; растворение металла в металле; расплавление; горение металла.

Уже при температуре 300°C у металлических конструкций происходит видимые деформации. При достижении 500°C нагрева деформации становятся значительными и могут приводить к обрушению конструкции. Специалист при верном расследовании может определить интенсивность и направленность теплового воздействия в различных зонах. Металлы деформируются как правило в сторону наибольшего нагрева [3].

По тому месту металлической конструкции, где произошла наибольшая деформация, нельзя обязательно делать вывод о наиболее термически активной зоне здесь. Если в данном месте конструкция несла наибольшую нагрузку, или в ней рассматривается наибольший изгибающий элемент. Например, сильно изогнутая стальная балка (рис.1).

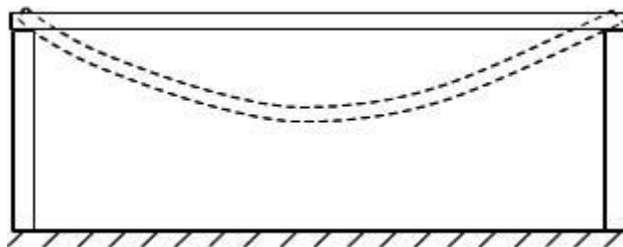


Рис. 1. Деформация стальной балки перекрытия

Однако, если стальные балки перекрытия имеют распределение величин деформации такое, как показано на рис. 2, то здесь можно делать выводы по направленности распространения горения.

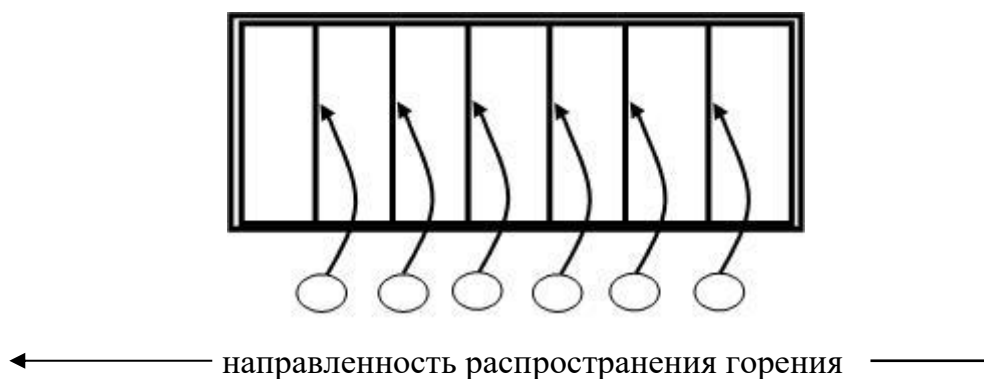


Рис. 2. Величины деформаций однотипных стальных балок перекрытия

В таком случае происходит расчет специалистами величины относительной деформации в виде отношения величины прогиба к величине участка конструкции, где наблюдается прогиб.

Для установления возможного очага пожара полезна информация взаимного расположения деформированных конструкций.

Также специалист обращает внимание на фиксацию высоты излома вертикальной конструкции: она тем меньше, чем ближе к очагу пожара [3]. Таким образом, возможно специалисту определить направление распространения огня от очага к периферии. Важным очаговым признаком является так называемые локальные изменения, или деформации. В начале пожара происходят обычно такие деформации под активным влиянием температурного потока и высокой температурой от очага.

Специалисты при первичном осмотре места пожара также внимательно фиксируют такие параметры, как

- так называемые «цвета побежалости» на стали. Эти изменения и виды этих изменений зависят от определенной температуры. Эта информация может быть наиболее полезной при установлении причины пожара;

- окалина, ее толщина и химический состав. Она может состоять из трех слоев различных окислов — вустита (FeO), гематита (Fe_2O_3) и магнетита (Fe_3O_4). Чем выше температура, тем больше в окалине вустита и меньше гематита;

- наличие локальных зон расплавления в металле. К примеру, описываются в протоколе места расплавления алюминия и его сплавов ($600\text{--}660\text{ }^{\circ}\text{C}$), бронзы ($880\text{--}1040\text{ }^{\circ}\text{C}$), меди ($1083\text{ }^{\circ}\text{C}$), стали ($1300\text{--}1400\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Расплавления на пожаре довольно редки для тугоплавких металлов и сплавов. Если такое произошло, обязательным является фиксация самого факта их наличия важен, а причина такого в каждом конкретном случае расследуется более детально и конкретно для каждого случая.

При расследовании места пожара важнейшим моментом является верное установление очага (очагов) пожара. Решается такая задача на основании той информации, которую получают в ходе изучения термических поражений конструкций, предметов и установления общепринятых очаговых признаков [2]. На формирование этих самых очаговых признаков влияет интенсивность горения и динамика развития горения в самом начале возгорания. Эти очаговые признаки в конце концов могут исчезнуть вообще. Поэтому важно тщательно производить расследование с целью выявления их при первичном осмотре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мегорский Б.В. Методика установления причин пожаров. – М: Издательство литературы по строительству, 1966. – 345 с.
2. Чешко И.Д. Осмотр места пожара. Методическое пособие. – СПб. СПбФ ВНИИПО МЧС России, 2003.
3. Экспертное исследование металлических изделий (по делам о пожарах): Учебное пособие (под ред. А.И. Колмакова) – М.: ЭКЦ МВД РФ, 1994 – 104 с.

УДК 614.841.1

А. В. Медуница¹, М. С. Цыганков², А. М. Чугунов²

¹Новосибирский государственный технический университет

²Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТВ ПОРОШКОВЫХ ОГНЕТУШИТЕЛЕЙ

В статье анализируется соответствие нормативной огнетушащей способности веществ результатам экспериментов по тушению микропожаров класса В. Рассматривается вопрос об оснащении объекта защиты порошковыми огнетушителями с учетом их эффективности. Подчеркивается необходимость специалиста по пожарной безопасности внимательно подходить к выбору огнетушителей, учитывая их вес, место установки и реальную эффективность, чтобы повысить качество системы предотвращения пожаров на объекте защиты.

Ключевые слова: пожарная безопасность; ОТВ; тушащая способность; пожаротушение.

A. V. Medunitsa, M. S. Tsygankov, A. M. Chugunov

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF POWDER FIRE EXTINGUISHERS

The article analyzes the compliance of the normative extinguishing ability of substances with the results of experiments on extinguishing class B microfires. The question of equipping the object of protection with powder fire extinguishers taking into account their effectiveness is considered. It emphasizes the need for fire safety specialist to carefully consider the choice of fire extinguishers, taking into account their weight, place of installation and real efficiency, to improve the quality of fire prevention system at the protection object.

Keywords: fire safety; OTV; extinguishing capacity; firefighting.

Введение

Один из важных компонентов системы тушения пожара на ранней стадии, которую обязан определить специалист по пожарной безопасности на защищаемом объекте, — это переносные огнетушители с порошковыми огнетушащими веществами (ОТВ). Наличие данных огнетушителей должно обеспечивать возможность тушения пожара одним человеком на площади, указанной в технической документации производителя огнетушителя. Далеко не каждое порошковое вещество способно результативно тушить пожар, даже если оно создает плотное облако пыли. Например, плотное облако инертной пыли молотого известняка не справиться с задачей по тушению пожара, так как в нем отсутствует действующее (ингибирующее) вещество на основе фосфора, аммония, хлорида или других соединений. Вышеперечисленные действующие (ингибирующие) вещества имеют высокую стоимость, и поэтому производители порой экономят на их использовании.

В таблице приведена нормативная эффективность порошковых огнетушителей, где последняя строка соответствует результатам испытаний ОТВ при сертификации.

*Таблица. Зависимость регламентируемого количества ОТВ
от минимального ранга модельного очага пожара класса В*

Нормативный документ	Класс модельного очага пожара	Площадь очага, м ²	Количество во ОТВ, кг	Расход ОТВ кг/м ²	Время подачи ОТВ	Удельный расход кг/(м ² с)
ГОСТ Р 51057	70В	~2.25	5	2,22	10	~0,22
ГОСТ Р 51057	55В	~1.75	4	2,29	10	~0,23
ГОСТ Р 51057	34В	~1.10	3	2,73	8	~0,34
ГОСТ Р 51057	21В	~0.65	2	3,08	6	~0,51
ГОСТ 53280.4-2009	55В	~1.75	1,8÷2	1,03÷1,14	8÷10	~0,13

В данной работе предлагается методика для выборочной проверки реальной огнетушащей способности ОТВ, проверяемого согласно регламенту ГОСТ Р 59641-2021.

Цель данного исследования состоит в проверке возможности экспериментальной оценки эффективности порошковых огнетушителей с использованием упрощенных методов контроля качества. Также в рамках исследования сравниваются нормативные требования к реальным испытаниям и лабораторной эффективности порошковых огнетушащих средств.

Методы определения эффективности ОТВ

Исследованию ликвидации пламени различными ингибиторами посвящено значительное количество работ. В результате анализа литературы можно сказать, что различие в эффективности действия того или иного вещества может варьироваться более чем в 1000 раз [1]. Для порошковых огнетушителей применяют смесь инертного порошка с различными ингибиторами в виде солей металлов, соединений фосфора и хлора, которые в этом случае называют активными добавками. В работе [2] исследовано многочисленное количество такого типа ингибиторов и их смесей в модельных условиях.

Для сравнения эффективности огнетушащих веществ (ОТВ) различных производителей и для создания усовершенствованного огнетушащего порошка авторами статьи использовался упрощенный метод оценки качества ОТВ. Был применен оптимизированный метод контролируемого пневматического импульсного впрыска порошка в микропожар класса В с эффективной площадью горения около $0,00636 \text{ м}^2$. В отличие от предыдущих исследований, где использовался микропожар радиусом примерно 20 см [3], в данном случае очаг микропожара имеет радиус около 4,5 см. Используемая установка за 1.0 ± 0.01 секунду с помощью электронного клапана выпускает через бункер с порошком 1 литр воздуха, создавая облако с порошком общей массой от 0,2 до 1 грамма, что составляет концентрацию на выходе из сопла от 200 до 1000 г/м^3 . Например, облако частиц тушащего вещества проходит через диффузионный факел горения бензина, и менее чем за секунду происходит его погасание. Путем измерения массы бункера с порошком до и после впрыска определяется масса частиц в облаке и частично осевших на стенках порошка. Этот метод может быть использован для разработки современных огнетушащих веществ.

Посредством использования программы Ansys CFX провели численный анализ метода определения эффективности огнетушащих веществ. В модели, поток воздуха с массовым расходом 1.2 г/с и твердые частицы с расходом $0,01 \text{ г/с}$ выходят из выпускного сопла над микропожаром. Как видно из рис. 1, диаметр частиц изменялся. Цвет треков отражает скорость движения. На рис. 1 видно, что облако мелких частиц движется широкой струей, в то время как

крупные частицы движутся узким ядром. Тем не менее, практически все частицы проходят через зону очага микропожара.

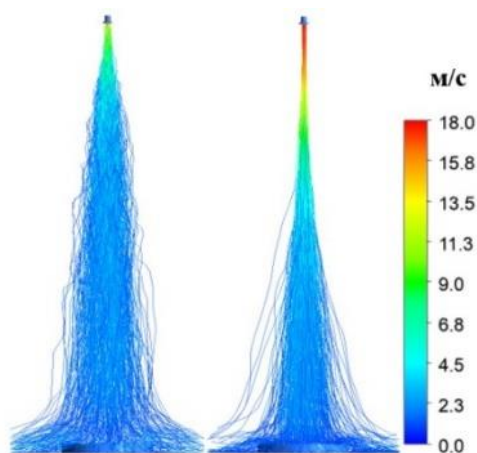


Рис. 1. Визуализация треков частиц.
Слева диаметр частиц 1 мкм,
справа 40 мкм

Частицы порошка вылетают из сопла со скоростью 18 м/с, но при приближении к очагу микропожара их скорость снижается до 2 м/с. На рис. 2а показано, что вертикальная компонента средней скорости движения частиц уменьшается по мере приближения к очагу и зависит от скорости воздуха. Мелкие частицы, аналогично воздуху, теряют скорость быстрее, чем крупные частицы [4]. У поверхности очага скорость движения частиц и воздуха примерно одинакова — около 2 м/с. Из рис. 1 видно, что движение мелких частиц более хаотично, поэтому их средняя вертикальная компонента меньше, чем у воздуха и крупных частиц.

Микропожар имеет симметричную форму относительно центральной вертикальной оси из-за своей округлой формы. На рис. 2б проиллюстрирована зависимость относительной концентрации частиц над очагом микропожара от расстояния до вертикальной оси. Моделирование демонстрирует, что концентрация мелких частиц уменьшается в 25 раз по сравнению с начальной концентрацией на выходе из сопла вблизи поверхности очага микропожара, в следствие разбавления струи окружающим воздухом. Концентрация крупных частиц также уменьшается в среднем в 25 раз, падая от 12 до 50 раз. Учитывая вышеизложенное, при расходе частиц 1 г/с и воздуха 1 л/с массовая концентрация порошка над очагом составит примерно 40 г/м³.

На рис. 3 представлены экспериментальные результаты тушения микропожара класса В в зависимости от расхода ОТВ разных производителей. Инертное вещество в виде известняка и смеси известняка с ЖКС и ПФА.

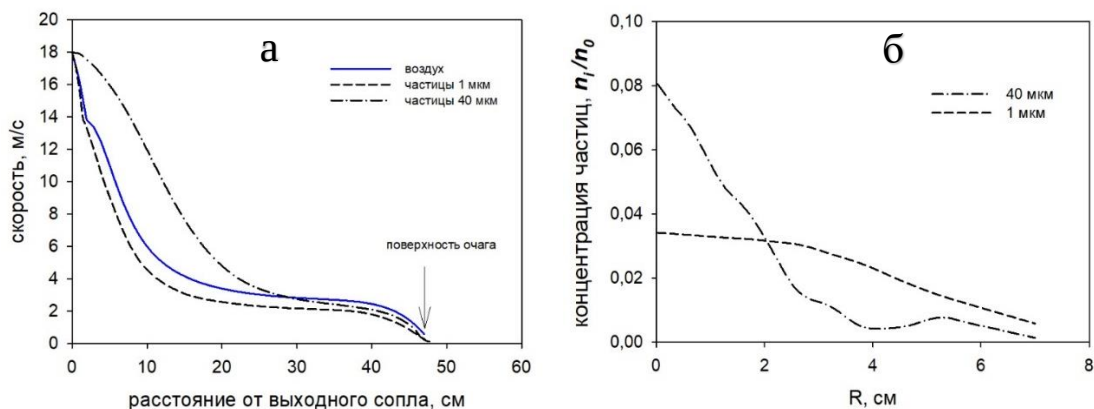


Рис. 2. а) Зависимость скорости от расстояния до выходного сопла (поверхность очага на расстоянии 47 см);

б) зависимость относительной концентрации частиц над очагом микропожара от расстояния до вертикальной оси (концентрация частиц n_0 на выходе из сопла одинакова для частиц 1 мкм и 40 мкм).

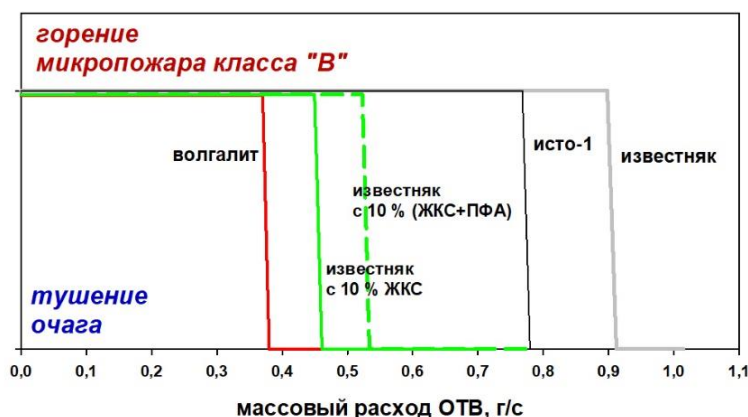


Рис. 3. Зависимость тушения импульсным методом микропожара класса В от расхода и типа ОТВ

По причине того, что известняк не проходит сертификационные испытания как пламегаситель, было решено повысить его эффективность путем добавления ингибитора в виде калийсодержащих солей ЖКС и/или полифосфата аммония (ПФА). Концентрация ингибитора в смеси играет ключевую роль в процессе тушения пожара. Результаты подтверждают, что известняк без ингибитора не обладает значительной способностью тушения пожара, но, если добавить к нему ингибитор, то огнетушащее вещество с таким составом приближается к более результативным образцам. При этом увеличение стоимости пожаротушающего порошка на 20 % за счет добавления действующего вещества приводит к увеличению эффективности огнетушащего вещества вдвое.

Заключение

Исследования показали, что оптические и импульсные методики исследования горения отвечают требованиям и пригодны для разработки эффективных пожаротушающих порошков, способных подавлять пожары класса В. Добавление 10 % калийсодержащей соли к порошковому составу известняка привело к высокой действенности при тушении пожаров класса В. Для полного тушения пламени потребуется концентрация порошка в воздухе менее 20 г/м^3 . Минимально допустимое количество порошка, требуемое для тушения микропожара класса В, составляет 0,461 грамма (рис. 3), что соответствует концентрации около 18 г/м^3 над очагом пожара.

Исследования показали положительное соответствие между нормативной и реальной (лабораторной) эффективностью порошковых огнетушащих составов. Интеграция небольшого количества действующего вещества в огнетушитель может улучшить эффективность подавления горения микропожара класса В вдвое.

Предложенные методики выборочной проверки огнетушащего вещества из огнетушителя вполне могут поспособствовать для более точного установления его реальной эффективности. Модернизированный метод контролируемого пневматического импульсного впрыска порошка в микропожар класса В имеет в числе своих качеств простоту и компактность, и требует небольшого количества огнетушащего вещества для испытаний, поэтому без труда может быть использован специалистами по пожарной безопасности и контролирующими органами. Это поможет исключить использование некачественной продукции, улучшить контроль за производством огнетушащих порошков, а также мотивировать производителей к улучшению качества продукции для повышения конкурентоспособности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. V. Babushok, W. Tsang Inhibitor rankings for alkane combustion, Combustion and Flame 123:488 –506 (2000).
2. Анцупов Е.В. Синергизм и антогонизм в смесях порошковых ингибиторов в пропановоздушных пламенах. // Химическая физика, 2010, том 29, №1, с. 64-69.
3. Баратов А.Н., Вогман Л.П., Огнетушащие порошковые составы.-М.: Стройиздат, Москва, 1982.
4. Yan Y., Han Z., Zhao L., Du Z., Cong X. Study on the relationship between the particle size distribution and the effectiveness of the K powder fire extinguishing agent // Fire and Materials. 2018. Vol. 42. Issue 3. P. 336–344.

УДК 614.849

М. О. Мехоношина

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
им. Героя Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева

МЕТОДИКА СНИЖЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ГАРАНТИРОВАННОГО ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОЖАРОВ

В Российской Федерации большие темпы набирает производство водорода. В связи с этим необходима разработка методики, способной выявлять на раннем этапе возникновения пожароопасную ситуацию.

Ключевые слова: водород; методика снижения пожарной опасности; пожарная опасность; потенциальный риск.

М. О. Mekhonoshina

METHODOLOGY FOR REDUCING THE FIRE HAZARD OF HYDROGEN ENERGY PRODUCTION FACILITIES BASED ON ADAPTIVE TECHNOLOGY FOR GUARANTEED FIRE PREVENTION

Hydrogen production is gaining momentum in the Russian Federation. In this regard, it is necessary to develop a technique capable of identifying a fire hazardous situation at an early stage.

Keywords: hydrogen; fire hazard reduction technique; fire hazard; potential risk.

Методика снижения пожарной опасности производственных объектов водородной энергетики на основе комплексирования механизмов раннего обнаружения возгораний предполагает использование нескольких средств и систем для быстрого и надежного обнаружения пожаров. Это позволяет своевременно принимать меры по предотвращению распространения огня и минимизации возможных рисков [1–2].

Основными механизмами раннего обнаружения возгораний, которые могут быть комплексированы, являются:

1. Детекция дыма и выделения продуктов горения. Установка автономных дымовых извещателей позволяет сразу же обнаружить возгорание и активировать систему предупреждения и эвакуации.

2. Тепловая детекция. Использование тепловых извещателей позволяет обнаруживать повышение температуры в определенной зоне и своевременно сигнализировать о возможном пожаре.

3. Газовая детекция. Установка газовых сенсоров, которые могут обнаруживать утечку водорода или других горючих газов, помогает предотвратить возникновение пожара. Также можно установить систему непрерывного мониторинга концентрации газа.

4. Визуальное наблюдение. Расположение камер видеонаблюдения в зонах повышенного риска позволяет оперативно обнаруживать возгорание и принимать меры для его тушения.

5. Автоматическое пожаротушение. Установка систем автоматического пожаротушения, таких как пожарные спринклеры или газовые тушители, помогает предотвратить распространение огня и быстро потушить его.

Важно отметить, что данный подход к снижению пожарной опасности требует не только создания комплексной системы обнаружения, но и регулярного обслуживания и проверки на исправность всех установленных средств. Также необходимо обучение персонала работе с системой и проведение тренировок по эвакуации в случае пожара.

Комплексирование механизмов раннего обнаружения возгораний на объектах водородной энергетики позволяет повысить безопасность и минимизировать возможные последствия пожаров [3–5].

Методика снижения пожарной опасности производственного объекта водородной энергетики содержит в себе следующие этапы для реализации противопожарных мер:

1. На первом этапе формируется база знаний об объекте водородной энергетики.

2. Формирование базы данных для обеспечения нормальных условий хранения водорода.

3. Загрузка имеющихся сведений на рабочий стол дежурного диспетчера.

4. Опрос датчиков, находящихся в помещении хранения водорода.

5. Получение информации от датчиков, находящихся в помещении хранения водорода.

6. Сравнение полученной информации с базой данных обеспечения нормальных условий хранения водорода.

7. Отнесение полученных данных к категориям пожарной опасности. Если определена категория «Низкая пожарная опасность», то мониторинг объекта хранения водорода переходит в стадию «Опрос датчиков», считается что объект хранения водорода находится в безопасном состоянии. Если определена категория «Средняя пожарная опасность», «Высокая пожарная опасность», «Критическая пожарная опасность», то необходим подбор компенсирующих мероприятий, способных снизить пожарную опасность и обеспечить отсутствие возникновения риска возникновения пожароопасной ситуации.

8. Повторный опрос датчиков проводится с целью выявления эффективности проведенных компенсирующих мероприятий по снижению уровня пожарной опасности.

9. Вывод данных на рабочий стол дежурного диспетчера по результатам мониторинга объекта водородной энергетики.

Алгоритм методики представлен на рисунке.

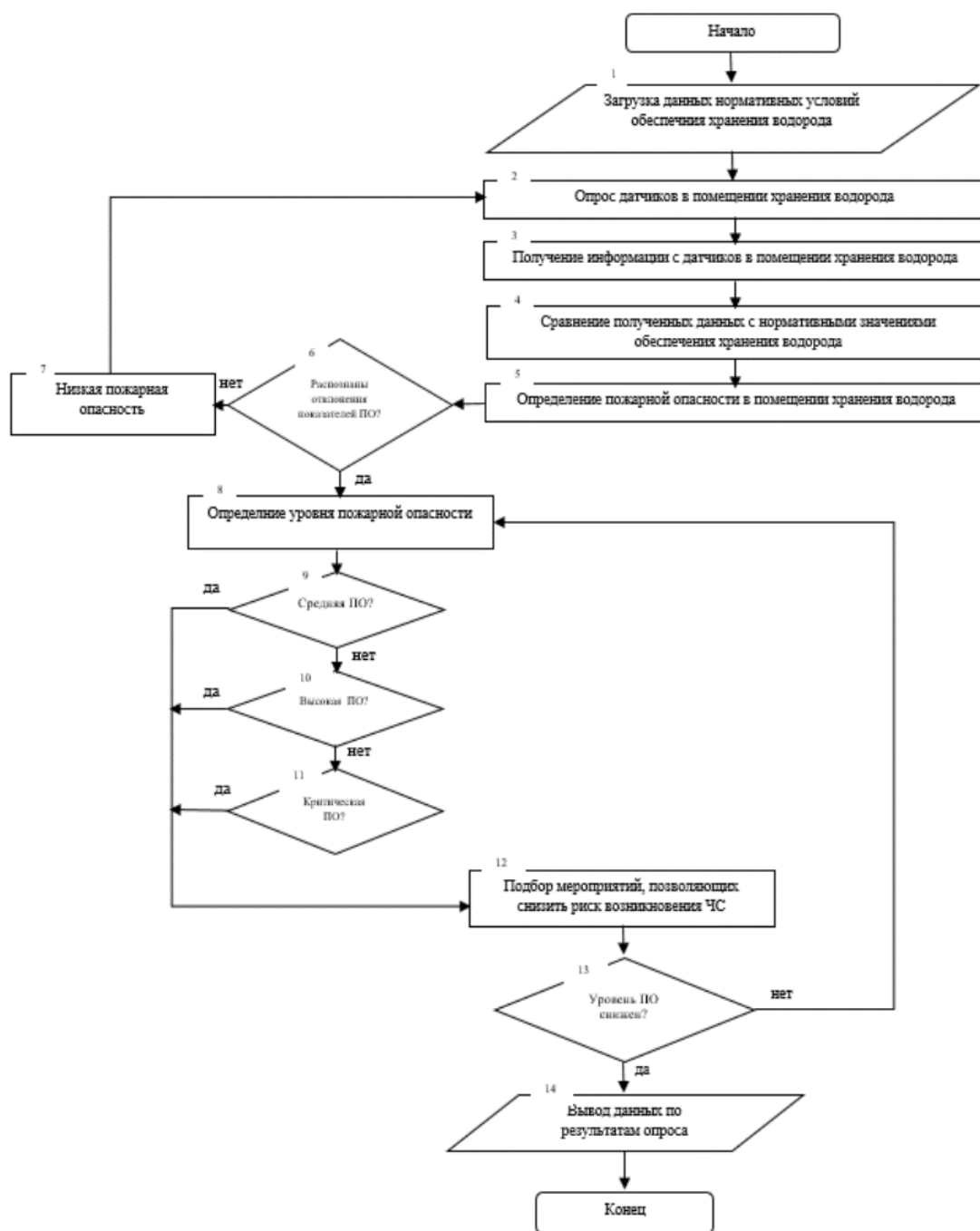


Рисунок. Алгоритм методики снижения пожарной опасности производственных объектов водородной энергетики

Данная методика позволит свести к минимуму риск возникновения пожароопасной ситуации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Взрывопожароопасность при создании и эксплуатации промышленных систем получения, хранения и транспортирования жидкого водорода. Методы обеспечения защиты / А.М. Домашенко, А.В. Степанов // Повышение надежности и безопасности объектов газовой промышленности. – 2022. - № 2 (51). С 211-220
2. Анализ риска технологических систем с использованием метода Монте-Карло / А.М. Козлитин, П.А. Козлитин // Технические науки – от теории к практике. – 2016. - № 7 (55). С 11- 20
3. Горячева, М. О. Анализ проблемы пожарной безопасности при эксплуатации электроустановок инфраструктуры водородной энергетики и нефтегазового комплекса в условиях Арктики / М. О. Горячева, С. Н. Гуркин // Сервис безопасности в России: опыт, проблемы, перспективы. Арктика - регион стратегических интересов: правовая политика и современные технологии обеспечения безопасности в Арктическом регионе : материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 27 октября 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. 246-248. – EDN MGZVSC.
4. Актерский, Ю. Е. Анализ направлений комплексного использования углеводородных и водородных энергетических ресурсов на территории Российской Федерации / Ю. Е. Актерский, М. О. Горячева // 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. 211-213. – EDN QKQBKT.
5. Горячева, М. О. Анализ проблемы снижения пожарного риска на объектах водородной энергетики и нефтегазового комплекса / М. О. Горячева, Ю. Е. Актерский, Д. Ю. Минкин // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2022. – № 4(64). – С. 55-61. – EDN JYVFIF.

УДК 608.2

И. В. Мещеряков, Е. Б. Алексеик

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
им. Героя Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева

ПРАКТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОГNETУШАЩЕГО ПОТЕНЦИАЛА ТИПОВЫХ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ, ДЕГАЗИРУЮЩИХ И ДЕЗАКТИВИРУЮЩИХ РАСТВОРОВ НА ПРИМЕРЕ ЭКСПЕРЕМЕНТАЛЬНОГО ОЧАГА ПОЖАРА КЛАССА А

В работе рассмотрена пожароопасность отдельных компонентов дезактивирующих веществ, которые находятся на вооружении ГО МЧС РФ. Проведено испытание на модельном очаге пожара класса А, сделаны выводы.

Ключевые слова: дегазация; дезактивация; дезинфекция; санитарная обработка населения; пожар; тушение; ГО ЧС; реагентное модифицирование; безреагентное модифицирование.

PRACTICAL ASSESSMENT OF THE FIRE EXTINGUISHING POTENTIAL OF TYPICAL DECONTAMINATING, DEGASSING AND DEACTIVATING SOLUTIONS ON THE EXAMPLE OF AN EXPERIMENTAL CLASS A FIRE

I. V. Meshcheryakov, E. B. Alekseik

The paper, the fire hazard of individual components of decontaminating substances that are in service with the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation is considered. A test was carried out on a class A model fire source, conclusions were drawn.

Keywords: degassing; decontamination; disinfection; sanitary treatment of the population; fire; extinguishing; emergency situations; reagent modification; non-reagent modification.

В распоряжении объектов промышленного и гражданского назначения, а также в системе ГО ЧС находятся на хранении запасы дезинфицирующих, дегазирующих и дезактивирующих водных растворов, которые могут представлять интерес как огнетушащие вещества [1–3].

В связи с этим кафедрой физико-технических основ обеспечения пожарной безопасности было проведено исследование огнетушащей способности отдельных компонентов дезинфицирующих, дегазирующих и дезактивирующих растворов. За основу были взяты отдельные компоненты вышеупомянутых растворов, концентрация вещества и наименования [4] указаны в таблице.

Таблица. Наименование веществ, используемых для тушения

№	Вещество	Количество вещества, %	Химическая формула
1	Хлорная известь 10 %	10 %	$\text{Ca}(\text{Cl})\text{OCl}$
2	Хлорамин 10 %	10 %	NH_2Cl
3	Сульфонол 0.03 %	0.03 %	$\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{C}_6\text{H}_4\text{NaO}_3\text{S}$
4	Кислота лимонная 10 %	10 %	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$
5	Гипохлорит кальция 10 %	10 %	$\text{Ca}(\text{ClO})_2$

Размеры экспериментального очага пожара класса А (далее ЭОП-А): высота $h = 70$ мм, диаметр $d = 200$ мм (рис. 1).

Для поджига очага использовали бензин АИ-95 массой 25 г. Выдерживали время свободного горения очага 1 минуту, затем подавали тонкораспыленную струю вещества (рис. 2). При положительном результате тушения выжидали 3 минуты, чтобы убедиться в отсутствии повторного воспламенения.



Рис. 1. ЭОП-А



Рис. 2. Тушение ЭОП-А



Результаты эксперимента показали способность сульфонала препятствовать повторному воспламенению путём образования на поверхности плёнки. Остальные вещества требуют проверки проникающей способности.

Полученные результаты испытания дезинфицирующих, дегазирующих и дезактивирующих растворов требуют качественного анализа их способности тушить очаги пожаров классов А. Подробный анализ будет представлен в дальнейших публикациях.

Следует отметить, что в дальнейшем вышеупомянутые растворы могут быть подвергнуты как реагентному (нанокomпоненты), так и безреагентному (электрофизическому) модифицированию [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гражданская оборона / Под общ. ред. В.А. Пучкова; МЧС России. - М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2016. - 377 с.
2. Гражданская оборона / Издание 2-е, переработанное. МЧС России. - М.: АГЗ МЧС России, 2018. - 400 с.
3. Мещеряков И.В, Булатов Н.Н. Теоретическая оценка огнетушащего потенциала типовых дезинфицирующих растворов (сообщение №2) // Сборник материалов XI международного научного семинара-конференции «пожарная безопасность в условиях современности» С. 81-83.
4. Мещеряков И.В, Алексеик Е.Б., Савельев Д.В. Всероссийская научно-практическая конференция «Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения» – 2023 С. 287-290.
5. Gani A., Naruse J. Effect of cellulose and lignin content on pyrolysis and combustion characteristics for several types of biomass // Renewable energy. 2007. Vol. 32. № 4. Pp. 694-661.

УДК 536.24

Д. А. Минкин

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России
им. Героя Российской Федерации генерала армии Е. Н. Зиничева

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ПОЖАРЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕПЛООБМЕНА

В работе рассмотрены вопросы расчета плотности теплового потока, передаваемого от факела пламени к окружающим объектам. Разработана программа расчета, автоматизирующая нахождение коэффициентов облученности для нескольких моделей пламени, результирующего теплового потока и расчет безопасного расстояния до объектов.

Ключевые слова: тепловое излучение; автоматизация вычислений; взаимная облученность; плотность потока.

D. A. Minkin

ASSESSMENT OF THERMAL RADIATION IN DEPENDENCE OF HEAT EXCHANGE SURFACES FEATURES AT THE FIRE CONDITIONS

Article is devoted to problems of heat flux density calculating, which transfers from fire flame to surrounding objects. A program was created for automation of mutual irradiation coefficients calculation for several types of flame models, resulting heat flux density and safety distance to surrounding objects calculation.

Keywords: thermal radiation; calculating automation; mutual irradiation; flux density.

Введение

Решение задач обеспечения пожарной безопасности на объектах нефтегазовой отрасли России имеет большое значение. Особенностью промышленных объектов такого типа является большие объемы легковоспламеняющихся и горючих веществ, что приводит к риску возникновения пожаров с крупным материальным ущербом, потерям сырья и нефтепродуктов, порче технологического оборудования и другим серьезным последствиям [1].

Протекание углеводородного пожара сопровождается высокой температурой, большими размерами факелов пламени и продолжительностью. В таких условиях возникающий высокоинтенсивный лучистый тепловой поток является основной причиной распространения пожара на окружающие объекты.

Для оценки результирующего лучистого теплового потока следует учитывать ряд факторов, среди которых температура факела, его размеры, степень облученности, материал и обработка поверхностей [2]. В настоящее время для этих целей используются универсальные пакеты программ, требующие специальных знаний в области 3D моделирования, теории тепло- и массообмена, выполняющие решение на высокопроизводительном оборудовании. Как правило, решение проводится численно и занимает длительное время.

Следует отметить, что моделирование теплообмена факела пламени с окружающими объектами в большинстве случаев ограничивается несколькими наиболее распространенными вариантами геометрии. Таким образом, для того, чтобы сократить время выполнения расчета параметров лучистого потока в части коэффициентов взаимной облученности, плотности потока излучения, актуальной задачей является автоматизация вычислений и поиска допустимых значений температуры, критической плотности теплового потока, степени черноты веществ для типовых поверхностей теплообмена.

Целью настоящей работы является: разработка программы для расчета ключевых параметров лучистого теплообмена при пожаре.

Для этого необходимо решить задачи:

- разработать тепловую и математическую модели лучистого теплообмена факела пламени с окружающими объектами;
- автоматизировать процесс выбора свойств поверхностей теплообмена и веществ, участвующих в теплообмене;
- провести оценку коэффициентов облученности и плотности потока излучения в зависимости от вида факела пламени.

Методика расчета и программа

Разработка модели теплообмена и формулировка соответствующих ей математических соотношений позволяет определить плотность потока излучения при пожаре в зависимости от расстояния от факела до объектов, его конфигурации, свойств сред и степени черноты поверхностей теплообмена.

В настоящей работе рассматривается теплообмен факела пламени с окружающими объектами в условиях углеводородного пожара. Протекание пожаров в таких условиях характеризуется быстрым увеличением температуры до значения 1200 °С, дальнейшей стабилизацией температуры на этом уровне вплоть до полного выгорания пожарной нагрузки [3]. Таким образом, будем считать тепловой режим стационарным. Следует отметить, что углеводородный пожар является высокотемпературным, и конвективный теплообмен с окружающей средой является пренебрежимо малым по сравнению с тепловым излучением.

Для расчета результирующего потока излучения воспользуемся соотношением, составленным на основе закона Стефана-Больцмана [4]:

$$q = 5.67 \varepsilon_{np} \left[\left(\frac{t_{\phi} + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_{дон} + 273}{100} \right)^4 \right] Fi, \quad (1)$$

где ε_{np} — приведенная степень черноты поверхностей теплообмена; t_{ϕ} — температура факела пламени, °С; $t_{дон}$ — допустимая температура объекта, °С; Fi — коэффициент взаимной облученности.

Наиболее распространенными конфигурациями факела пламени являются случаи, когда его можно принимать соответствующим форме конуса, цилиндра или плоским (прямоугольник). В зависимости от вида факела, его размеров и удаленности степень облученности окружающих объектов может существенно изменяться.

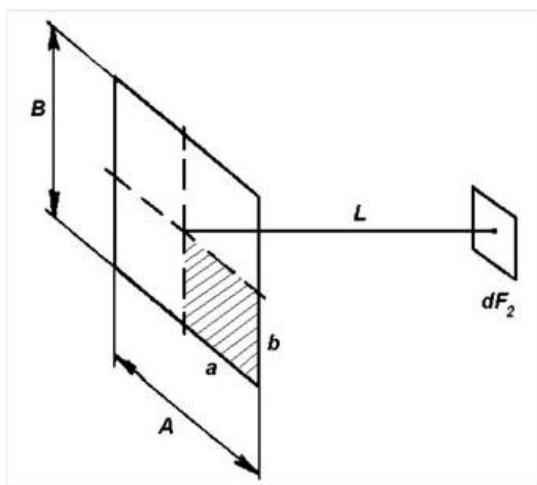


Рис. 1. Прямоугольная модель факела пламени

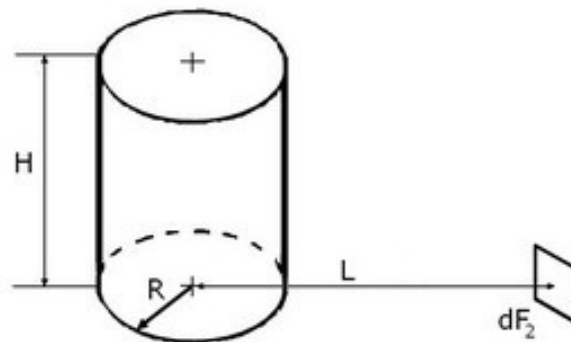


Рис. 2. Цилиндрическая модель факела пламени

Для случая, когда факел пламени принимается прямоугольной поверхностью с размерами сторон A и B , (см рис.1), коэффициент Fi рассчитывается соотношению [4]:

$$\psi = \frac{4}{2\pi} \left[\frac{a}{\sqrt{a^2 + L^2}} \arctg \left(\frac{b}{\sqrt{a^2 + L^2}} \right) + \frac{b}{\sqrt{b^2 + L^2}} \arctg \left(\frac{a}{\sqrt{b^2 + L^2}} \right) \right], \quad (2)$$

где L — расстояние от факела пламени до элементарного участка поверхности объекта dF ; $a=A/2$; $b=B/2$.

Для второго случая, когда факел принимается в форме цилиндра высотой H , радиусом R (см. рис. 2) коэффициент взаимной облученности рассчитывается по соотношению [5]:

$$Fi = \frac{1}{\pi L} \arctg \frac{\frac{H}{R}}{\sqrt{\left(\frac{L}{R}\right)^2 - 1}} + \frac{H}{R} \left[\frac{\left(X - 2\frac{L}{R}\right)}{\frac{L}{R} \sqrt{XY}} \arctg \sqrt{\frac{X\left(\frac{L}{R} - 1\right)}{Y\left(\frac{L}{R} + 1\right)}} - \frac{1}{\frac{L}{R}} \arctg \sqrt{\frac{\frac{L}{R} - 1}{\frac{L}{R} + 1}} \right], \quad (3)$$

где X и Y находятся по выражениям:

$$X = \left(1 + \frac{L}{R}\right)^2 + \left(\frac{H}{R}\right)^2$$

$$Y = \left(1 - \frac{L}{R}\right)^2 + \left(\frac{H}{R}\right)^2$$

Третий случай соответствует факелу пламени в форме конуса высотой H и радиусом R . Расчет коэффициента облученности в этом случае реализуется с помощью численного интегрирования выражения [6]:

$$Fi = \frac{1}{\pi} \int_0^H \int_{-\frac{\gamma}{2}}^{\frac{\gamma}{2}} \frac{\cos \psi_1 \cos \psi_2}{h^2 + ((H-h) \operatorname{tg} \beta - r_0 \cos \alpha)^2 + (r_0 \sin \alpha)^2} (H-h) \cos^2 \beta dh d\alpha, \quad (4)$$

где h_0 — высота начала участка интегрирования, которая находится из условия фактора видимости верхней части факела пламени и поверхности объекта; величина угла α может изменяться в пределах от $(-\gamma/2)$ до $(\gamma/2)$, dF_1 , dF_2 — элементарные площадки поверхностей факела пламени и объекта, m^2 ; h — высота, отсчитываемая от рассматриваемой элементарной площадки dF_2 до элементарной площадки dF_1 ; H — высота, отсчитываемая от площадки dF_2 до верха факела пламени; L — расстояние между элементарными площадками dF_1

и dF_2 , м; ψ_1 и ψ_2 — углы между нормальными к dF_1 , dF_2 и отрезком L , соединяющим эти площадки; α — угол в горизонтальной плоскости АОВ между проекциями нормалей к площадкам dF_1 и dF_2 ; β — угол конуса факела пламени.

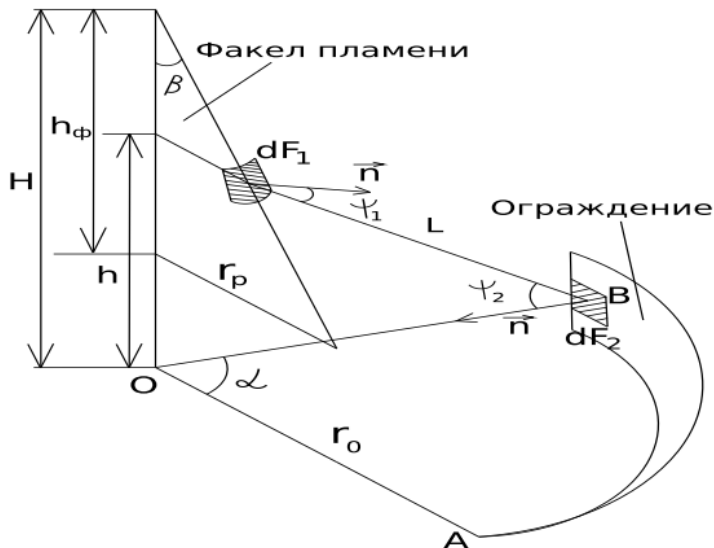


Рис. 3. Коническая модель факела пламени

Для автоматизации процесса вычислений по соотношениям (1)–(4) была разработана программа. Рабочее окно представлено на рис. 4.

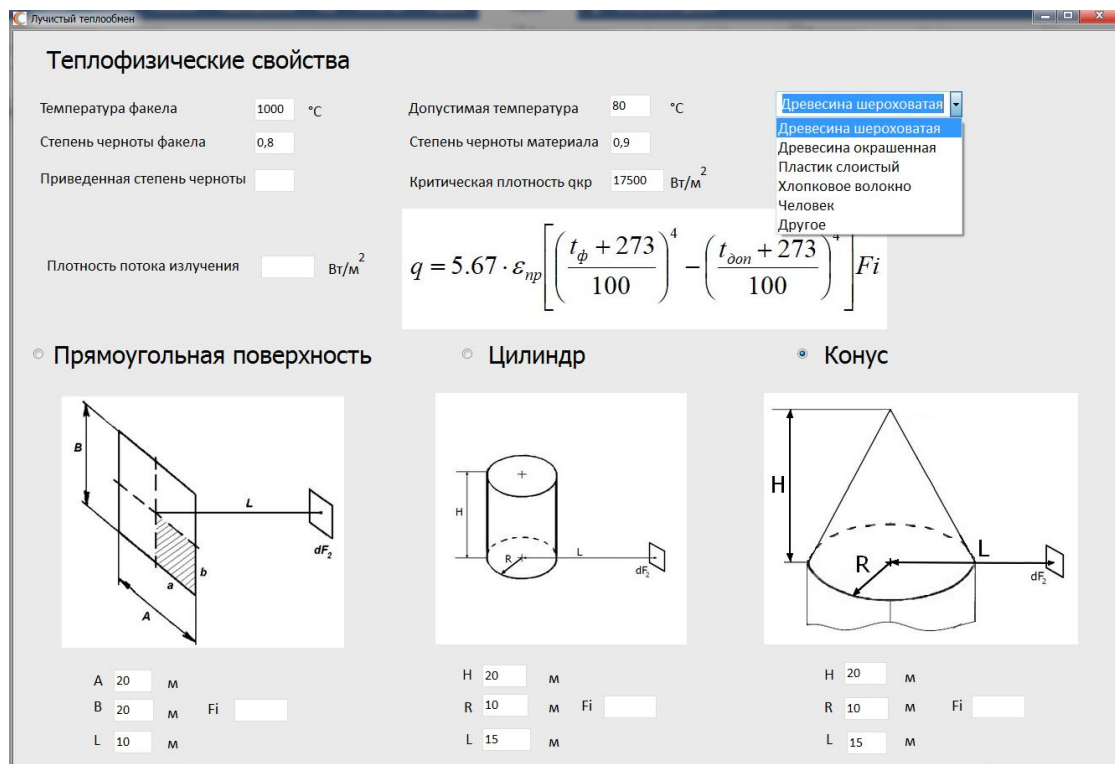


Рис. 4. Рабочее окно программы

Для нескольких предустановленных материалов в программе автоматически заполняются поля «Допустимая температура», «Критическая плотность», «Степень черноты». Также возможно и ручное внесение указанных значений при выборе строки «Другое».

Программа позволяет проводить расчет безопасного в пожарном отношении расстояния, в зависимости от выбранной геометрии факела пламени, его размеров, удаленности объекта.

Для оценки интенсивности лучистого потока от факела были проведены вычисления на трех вариантах геометрии пламени с одинаковой высотой и шириной основания: $H=B$, $2R=A$. Установлено, что расхождения результатов расчета для случаев «Прямоугольная поверхность» и «Цилиндр» становятся пренебрежимо малыми при удаленности объекта, соответствующей удвоенному диаметру и более. Аналогичные вычисления, проведенные на модели «Конус», дают существенно (в два и более раз) меньшую плотность потока излучения по сравнению с первыми двумя случаями. Таким образом, вычисление безопасного расстояния может быть скорректировано с учетом принятой формы излучающей поверхности.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

В настоящей работе представлена методика и программа расчета параметров лучистого теплообмена от факела пламени к окружающим объектам. На её основе возможна оценка плотности потока излучения и безопасных в пожарном отношении расстояний. В программе автоматизирован выбор допустимых значений температуры, теплового потока и степени черноты для ряда материалов.

Сравнение результатов расчета с данными численного решения в программном пакете Comsol показало удовлетворительную сходимость, что позволяет рекомендовать программу для практического применения.

Следует отметить возможность дальнейшего совершенствования разработанной программы в части расширения перечня материалов, увеличения выбора моделей лучистого теплообмена пламени и поверхностей объектов, вариантов их взаимного расположения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гилетич А.Н. Пожарная безопасность резервуарных парков // Системы безопасности. 2019. № 3.
2. Андриенко В.Н., Говаленко С.В., Созник А.П., Басманов А.Е. / Зависимость теплового излучения факела от его формы // Вестник международного славянского университета. – Харьков: Яна, 2004. Т.7 - №2. – С. 55-60.
3. Швырков С.А., Юрьев Я.И. Температурный режим пожара для определения предела огнестойкости ограждающих стен нефтяных резервуаров // Технологии техносферной безопасности. 2016. № 4. С. 50-56.

4. Цветков Ф. Ф. Тепломассообмен: учебник для вузов. / Цветков Ф.Ф., Григорьев Б. А. // М. : Издательский дом МЭИ, 2011. 562 с., с ил.
5. Зигель, Р. Теплообмен излучением: Пер. с англ. / Р. Зигель, Дж. Хауэлл; Под ред. д-ра техн. наук Б. А. Хрусталева. - Москва: Мир, 1975. - 934 с.
6. Определение граничных условий для расчета режимов прогрева ограждений объектов нефтегазового комплекса в условиях пожара / Д.Ю. Минкин [и др.] // Безопасность жизнедеятельности. 2018. №5. С.30-36.

УДК 662.612.2

Т. А. Мочалова, А. В. Власова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

УСТАНОВЛЕНИЕ ТОЧНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТНЫХ И ОПЫТНЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ

В статье представлены результаты расчета низшей теплоты сгорания десяти представителей класса ароматических углеводородов по двум методикам. Показано, что наиболее точным расчетным методом определения низшей теплоты сгорания ароматических углеводородов, позволяющим получать значения наиболее близкие к экспериментальным, является расчет по следствию из закона Гесса.

Ключевые слова: низшая теплота сгорания; следствие из закона Г.Г. Гесса; формула Д.И. Менделеева; бензол; ароматические углеводороды.

T. A. Mochalova, A. V. Vlasova

ESTABLISHING THE ACCURACY OF THE RESULTS OF CALCULATION AND EXPERIMENTAL METHODS FOR DETERMINING THE HEAT OF COMBUSTION AROMATIC HYDROCARBONS

The article presents the results of calculating the lower calorific value of ten representatives of the class of aromatic hydrocarbons using two methods. It is shown that the most accurate calculation method for determining the lower calorific value of aromatic hydrocarbons, which allows one to obtain values closest to the experimental ones, is a calculation based on a consequence of Hess's law.

Keywords: lower calorific value; a consequence of G.G.'s law Hess; formula D.I. Mendeleev; benzene; aromatic hydrocarbons.

Для оценки пожарной опасности веществ и при расчете пожарной нагрузки в помещении, где произошел пожар, используется значение низшей теплоты сгорания. При этом не всегда в справочной литературе имеются сведения о ней [1].

Экспериментальное определение низшей теплоты сгорания веществ и материалов процесс сложный и длительный. Альтернативой являются расчетные методы, хорошо зарекомендовавшие себя [2, 3].

При проведении различного рода экспертиз особенно важное значение имеет точность метода расчета. При этом для различных классов органических веществ большую точность могут давать разные расчетные методики. Ранее нами установлено, что наиболее близки к экспериментальным значениям теплоты сгорания предельных одноатомных спиртов, в большинстве случаев, рассчитанные по следствию из закона Гесса. Для двухатомных спиртов расчет теплоты сгорания наиболее точен по формуле Д. И. Менделеева. Также нами получены расчетные значения низшей теплоты сгорания алифатических спиртов, восполняющие данные, отсутствующие в справочной литературе [4].

Целью данной работы является выявление наиболее точного расчетного метода определения низшей теплоты сгорания одноядерных аренов.

Ароматические углеводороды широко используются для производства лекарств и красителей, в производстве пластмасс и нефтехимической промышленности.

Расчет низшей теплоты сгорания одноядерных аренов проводили по двум основным методикам: по формуле Д.И. Менделеева (1) и по следствию из закона Г. Г. Гесса (2) [2, 3].

$$Q_H = 339,4 \cdot w_C + 1257 \cdot w_H - 108,9 \cdot (w_O - w_S) - 25,1 \cdot (9 \cdot w_H + w_W), \text{ кДж/кг} \quad (1)$$

где 339,4; 1257; 108,9; 25,1; 9 — постоянные безразмерные коэффициенты; w_C , w_H , w_O , w_S , w_W — массовые проценты углерода, водорода, кислорода, серы и влаги в горючем веществе, %.

$$Q_H = \Delta H_{\text{сгор.}}^{\circ} = \sum (n_i \cdot \Delta H_{f, 298}^{\circ})_{\text{пр}} - \sum (n_j \cdot \Delta H_{f, 298}^{\circ})_{\text{гв}}, \text{ кДж/моль} \quad (2)$$

где n_i и n_j — стехиометрические коэффициенты в уравнении реакции горения; $\Delta H_{f, 298}^{\circ}$ — стандартные теплоты образования веществ, кДж/моль.

Для возможности сравнения теплот сгорания, рассчитанных по разным формулам со справочными значениями [1], все величины переводили из кДж/моль в кДж/кг по формуле (3):

$$Q'_H = \frac{Q_H \cdot 10^3}{M}, \text{ кДж/кг} \quad (3)$$

где M — молярная масса вещества, кг/кмоль.

Результаты расчета теплоты сгорания бензола и некоторых его гомологов по формулам (1) и (2) в сравнении со справочными экспериментальными значениями приведены в таблице.

Таблица. Низшая теплота сгорания ароматических углеводородов

Название вещества	Q_H справочное		Q_H расчетное				
	кДж/моль	кДж/кг	По формуле (1) кДж/кг	$\delta, \%$	По формуле (2) кДж/моль	По формуле (3) кДж/кг	$\delta, \%$
Бензол	3169,4	40633,3	39266,09	3,4	3170,53	40647,8	0,04
Метилбензол	3771,88	40998,7	39957,79	2,5	3773,36	41014,8	0,04
Этилбензол	4386,9	41385,8	40441,98	2,3	4388,65	41402,35	0,04
м-Ксилол	5608,9	52914,2	40441,98	23,6	4330,35	40852,36	22,8
о-Ксилол	4376	41283	40441,98	2,0	4334,35	40890,09	0,95
п-Ксилол	4375	41273,6	40441,98	2,0	4334,35	40890,09	0,93
Пропилбензол	4996,9	41640,8	40857	1,9	5002,21	41685,08	0,11
Изопропилбензол	5608,9	46740,8	40857	12,6	4972,81	41440,08	11,3
Бутилбензол	5608,9	41857,5	41202,85	1,6	5616,17	42201,3	0,82
Пентилбензол	6581	44466,2	41410,36	6,9	6231,03	42101,55	5,32

Как видно из данных таблицы наиболее точные расчетные значения низшей теплоты сгорания бензола и его гомологов получаются при использовании формулы (2).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Асс. «Пожнаука», 2004.
2. Демидов П.Г., Шандыба В.А., Щелов П.П. Горение и свойства горючих веществ. – 2-е изд., перераб. – М: Химия, 1981. – 272 с.
3. Перельман В.И. Краткий справочник химика. – М.: Химия, 1964. – 624 с.
4. Анализ расчетных и опытных данных низшей теплоты сгорания алифатических спиртов / Т. А. Мочалова, Е. В. Дружинина, А. А. Антонова, Д. С. Беспрозванных // Современные пожаробезопасные материалы и технологии: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 370-й

годовщине образования пожарной охраны России, Иваново, 11 декабря 2019 года. – Иваново: ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС России, 2019. – С. 142-145. – EDN BQCSYC.

УДК 541.1:541.128.097.3

А. Б. Никулин, И. Г. Женодаров, М. Н. Попов

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты
имени Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ОБЪЕМА ПОРИСТОГО ПРОСТРАНСТВА СОРБЦИОННОГО НОСИТЕЛЯ НА ЭТАПЕ ЕГО ПОДГОТОВКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАТАЛИЗАТОРОВ ОКИСЛЕНИЯ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА

В статье рассмотрен низкотемпературный катализатор окисления монооксида углерода (CO), методика его приготовления и способы оценки эффективности каталитической активности. Изучено влияние предварительного капиллярного впитывания сорбционным носителем дистиллированной воды на эффективность катализатора, а также распределение частиц дисперсной фазы катализатора, степень её агрегации и массовой концентрации каталитической фазы на оксиде алюминия

Ключевые слова: палладиевый катализатор, оксид алюминия, эффективность палладиевого катализатора, распределение частиц каталитической фракции.

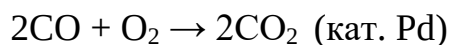
A. B. Nikulin, I. G. Zhenodarov, M. N. Popov

INVESTIGATION OF CHANGES IN THE VOLUME OF THE POROUS SPACE OF THE SORPTION CARRIER AT THE STAGE OF ITS PREPARATION ON THE EFFECTIVENESS OF CARBON MONOXIDE OXIDATION CATALYSTS

The article considers a low-temperature catalyst for the oxidation of carbon monoxide (CO), improves the method of its preparation, and evaluates the effectiveness of catalytic activity. The effect of the neutralization reaction on the efficiency of the palladium catalyst and the distribution of its dispersed phase on aluminum oxide on the efficiency of the catalyst, as well as the distribution of particles of the dispersed phase of the catalyst, the degree of its aggregation and the mass concentration of the catalytic phase on aluminum oxide are studied

Keywords: palladium catalyst; aluminum oxide; palladium catalyst efficiency; particle distribution of the catalytic fractionx.

Работа палладиевого катализатора, предназначенного для низкотемпературного окисления угарного газа, основана на реакции окисления оксида углерода до диоксида углерода:



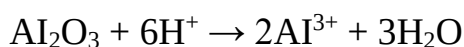
в условиях принудительного пропускания потока воздуха над поверхностью зерен катализатора. Катализатор располагается в виде насыпной шихты в специально сконструированных для этого ёмкостях различного объема. Скорость максимального потока газо-воздушной смеси, содержащей угарный газ, может достигать приблизительно 17 см/с.

При такой скорости воздушный поток омывает пористую поверхность оксида алюминия, не попадая в самую макро- и, тем более, мезо- и микропористую структуру сорбционного носителя катализатора. Поэтому частицы палладия, находящиеся в глубине пористой структуры оксида алюминия, не участвуют в каталитическом процессе, являясь своеобразным дорогостоящим балластом, значительно увеличивающим стоимость катализатора. Поэтому оптимизация количества частиц палладия, находящегося на поверхности катализатора, в том числе в определенной глубине пор, является актуальной задачей, с точки зрения снижения стоимости катализатора.

Одним из технологических приемов, предотвращающих попадание в пористую структуру ионов палладия, может явиться предварительное пропитывание жидкостью пористой структуры оксида алюминия. На первом этапе исследования в качестве наполняющей пористую структуру жидкости была взята дистиллированная вода. Наполнение пористой структуры сорбционного носителя катализатора дистиллированной водой составило 40 %, 60 % и 80 % от максимального значения капиллярного впитывания оксида алюминия.

Растворение хлористого палладия происходит в кислой среде соляной кислоты (рН 2 – рН 3) при средней температуре 353 К. После растворения фракция оксида алюминия пропитывается раствором хлористого палладия, при этом зерна сорбционного носителя полностью погружены в раствор соли. Складываются условия для протекания двух основных процессов, обеспечивающих попадания ионов палладия на поверхность и в пористую структуру сорбента: капиллярное впитывание в поры за счет давления Лапласа и адсорбции катионов палладия на активных центрах сорбента.

При этом нужно учитывать, в результате химической реакции между соляной кислотой и оксидом алюминия:

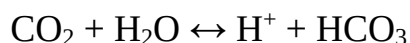


образуется катион алюминия, который конкурентно адсорбируется с катионом палладия. При этом, с точки зрения, химического сродства катион алюминия

лучше адсорбируется на поверхности оксида алюминия, чем катион палладия, потому что он может достраивать его кристаллическую решетку.

В случае если проводится предварительная пропитка пористой структуры оксида алюминия дистиллированной водой происходит изменение протекания обоих процессов, связанных с ионами палладия.

Дистиллированная вода, находящаяся в изобарно-изотермических условиях при комнатной температуре, абсорбирует углекислый газ из атмосферы окружающего воздуха. При этом происходит изменение её рН до 5–6 за счет протекания следующей химической реакции, связанной с образованием неустойчивой угольной кислоты:



В связи с тем, что часть объема пористой структуры оксида алюминия оказывается, занята дистиллированной водой, проникание в этот объем пор раствора хлористого палладия не происходит. Кроме того, более высокое значение рН дистиллированной воды приводит к появлению нерастворенного хлористого палладия на границе с раствором хлористого палладия. В молекулярном состоянии хлористый палладий будет выпадать в осадок на поверхность оксида алюминия. Кроме того, концентрация ионов водорода у поверхности оксида алюминия будет значительно падать, тем самым будет снижаться концентрация катионов алюминия, образующихся в результате химического взаимодействия соляной кислоты с оксидом алюминия. В результате этого адсорбция ионов палладия на активные центры сорбента будет увеличиваться.

Для проведения испытаний были приготовлены три образца катализатора:

- 1 образец (40 % заполнение пор оксида алюминия);
- 2 образец (60 % заполнение пор оксида алюминия);
- 3 образец (80 % заполнение пор оксида алюминия).

Результаты испытаний этих образцов приведены на рис. 1–3.

Из рис. 1–3 видно, что требуемая эффективность палладиевого катализатора по угарному газу (не менее 90 %, 300 мл) не достигается во всех образцах. Наименее стабильный результат показал образец № 2 с 60 % предварительной пропиткой дистиллированной водой.

Эффективность образцов № 1 и № 3 по угарному газу находится приблизительно на одном и том же уровне.

Наибольший интерес представляет распределение частиц дисперсной фазы катализатора, степень её агрегации и массовая концентрация каталитической фазы на оксиде алюминия.



Рис. 1. Эффективность палладиевого катализатора, образец № 1, с предварительно заполненной пористой структурой дистиллированной водой на 40 % (объем угарного газа 100 мл).



Рис. 2. Эффективность палладиевого катализатора, образец № 2, с предварительно заполненной пористой структурой дистиллированной водой на 60 % (объем угарного газа 100 мл)



Рис. 3. Эффективность палладиевого катализатора, образец № 3, с предварительно заполненной пористой структурой дистиллированной водой на 80 % (объем угарного газа 100 мл)

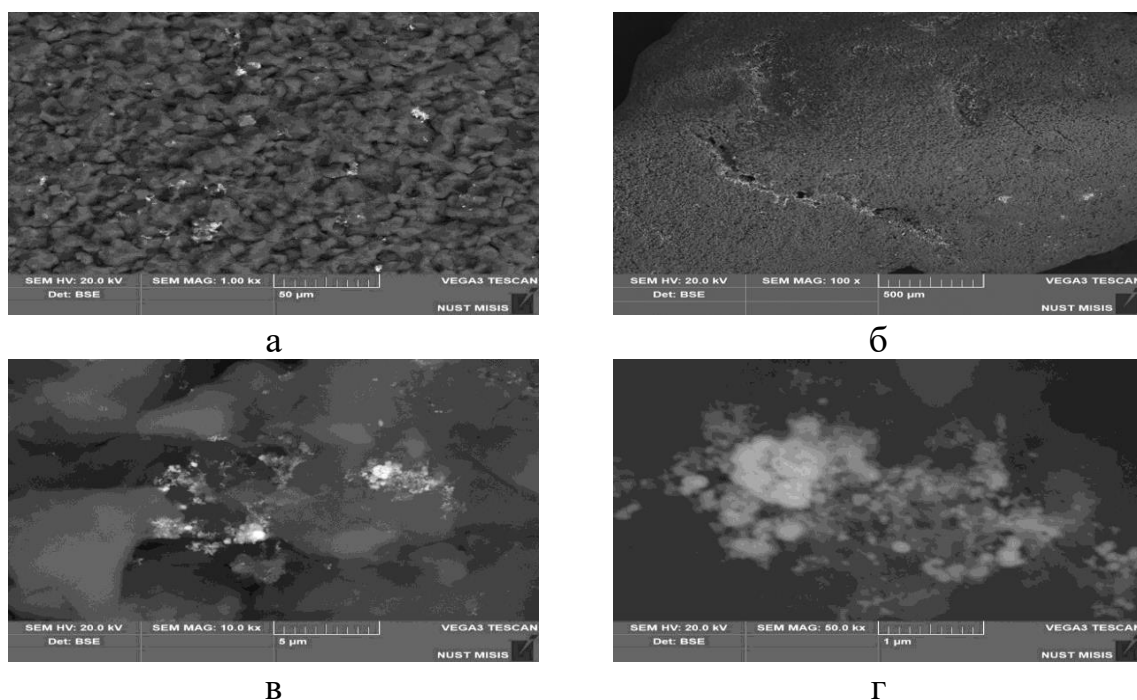
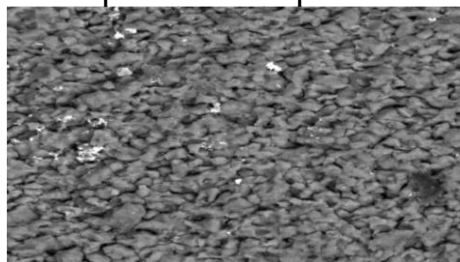


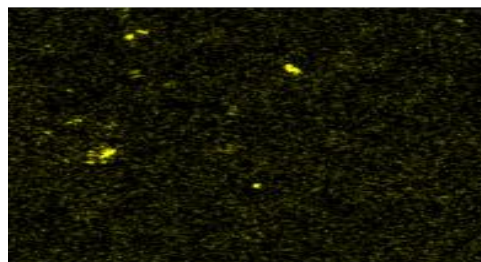
Рис. 4. Микрофотографии электронной сканирующей микроскопии палладиевого катализатора, предварительно пропитанного 40% дистиллированной водой от максимального впитывания (образец № 1)

Электронное изображение 1



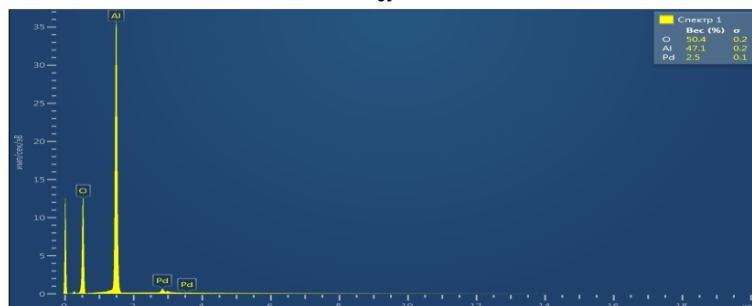
100µm

Pd Lα1



100µm

a



б

Рис. 5. Качественный (а) и количественный (б) химический состав и распределение частиц каталитической фракции по поверхности сорбционного носителя в условиях предварительной пропитки 40% дистиллированной водой от максимального впитывания (увеличение 500 раз)

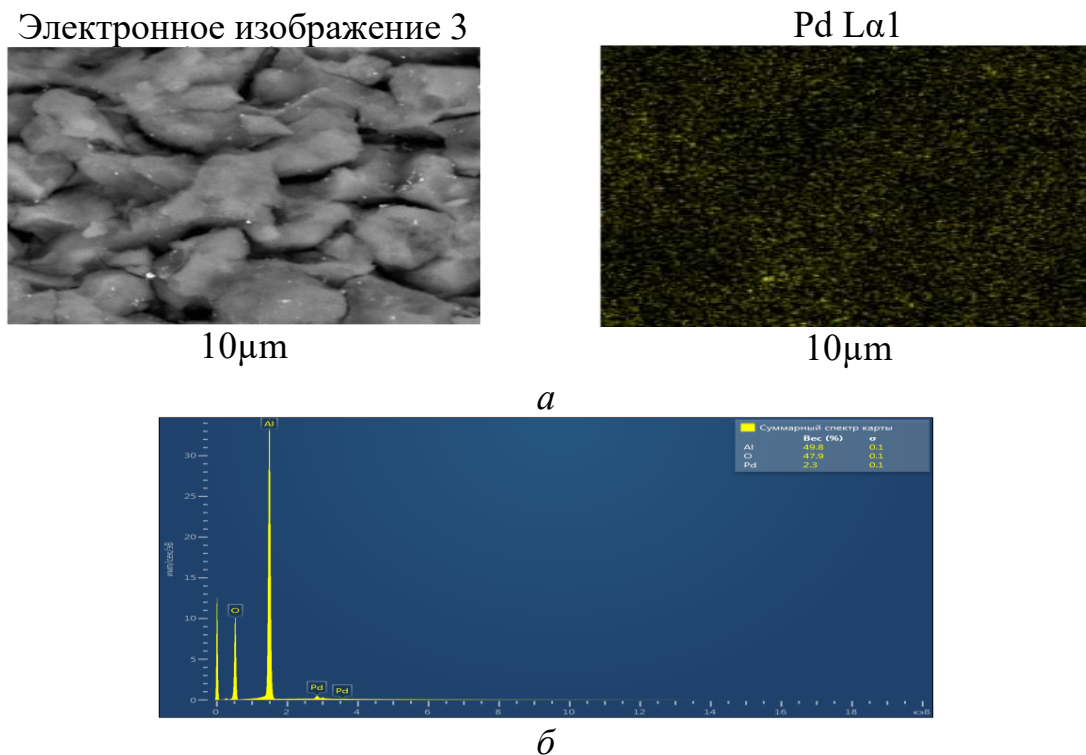


Рис. 6. Качественный (*a*) и количественный (*б*) химический состав, и распределение частиц каталитической фракции по поверхности сорбционного носителя в условиях предварительной пропитки 40% дистиллированной водой от максимального впитывания (увеличение 5000 раз)

Из рис. 5 и 6 видно, что каталитическая фаза на поверхности зерна распределена крайне неравномерно, основное количество агрегированных частиц располагается на поверхностных изломах оксида алюминия. На микрофотографиях видно, что наблюдаются нечастые локальные скопления частиц палладия.

При увеличении сканирующего электронного микроскопа в 500 раз анализ химического элементного состава поверхности показывает массовую концентрацию частиц палладия 2,5 %, а при увеличении в 5000 раз — массовая концентрация частиц палладия составила 2,3 %.

Данный факт свидетельствует о том, значительная часть фазы палладия находится в пористой структуре.

Из рис. 7–9 видно, что каталитическая фаза на поверхности зерна распределена неравномерно, основное количество агрегированных частиц располагается полностью хаотично. Степень агрегации частиц растет. На микрофотографиях видно, что наблюдаются более частые локальные скопления частиц палладия по сравнению с образцом № 1.

При увеличении сканирующего электронного микроскопа в 500 раз анализ химического элементного состава поверхности оксида алюминия показывает массовую концентрацию частиц палладия 3,4 %, а при увеличении в 5000 раз — массовая концентрация частиц палладия составила 2,1 %.

Данный факт свидетельствует о том, значительная часть фазы палладия находится на поверхности в агрегированном состоянии, а количество палладия в поверхностной пористой структуре снижается.

Этим может объясняться некоторое снижение каталитических свойств этого образца и нестабильность его эффективности.

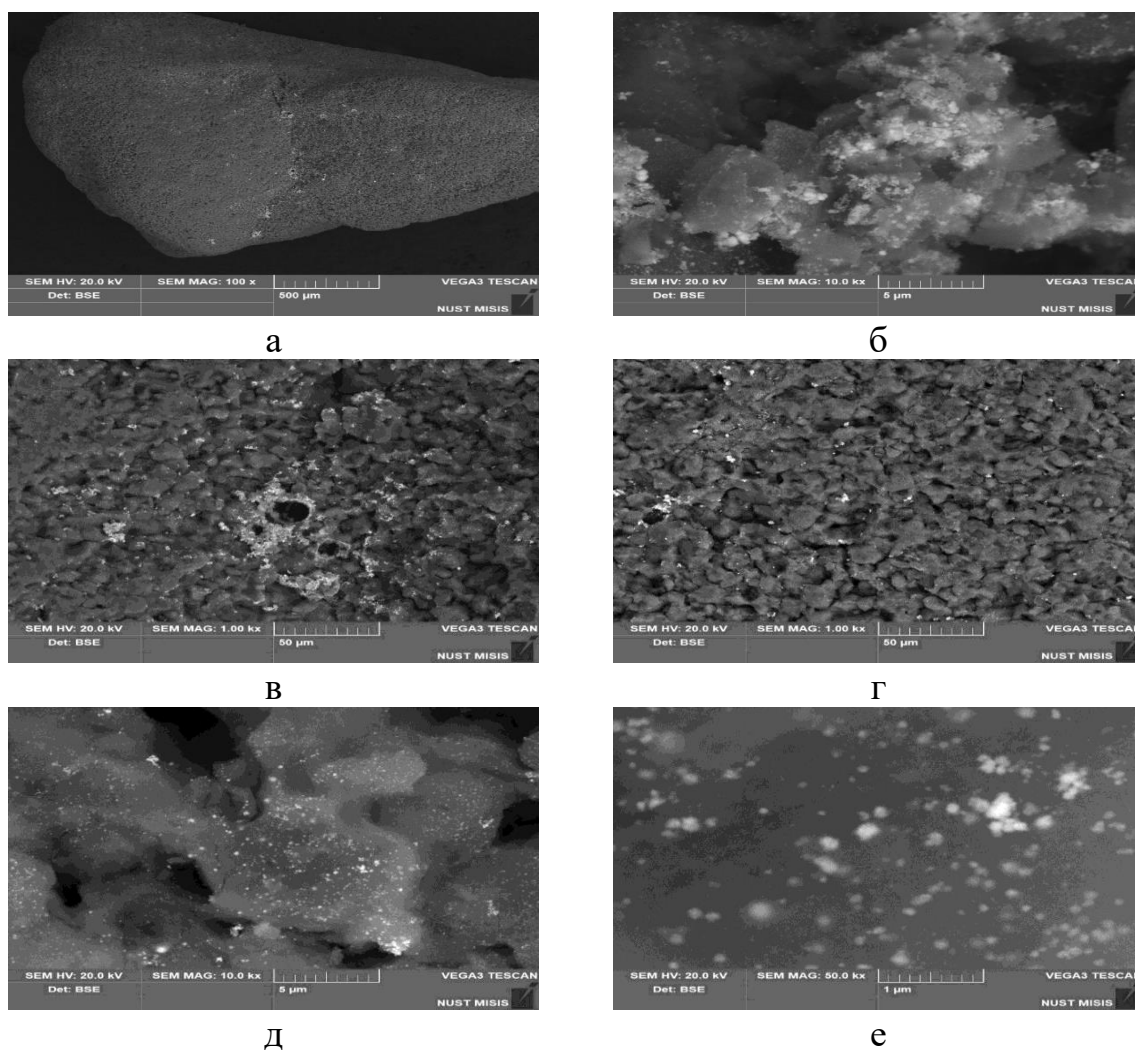


Рис. 7. Микрофотографии электронной сканирующей микроскопии палладиевого катализатора, предварительно пропитанного 60% дистиллированной водой от максимального впитывания (образец № 2)

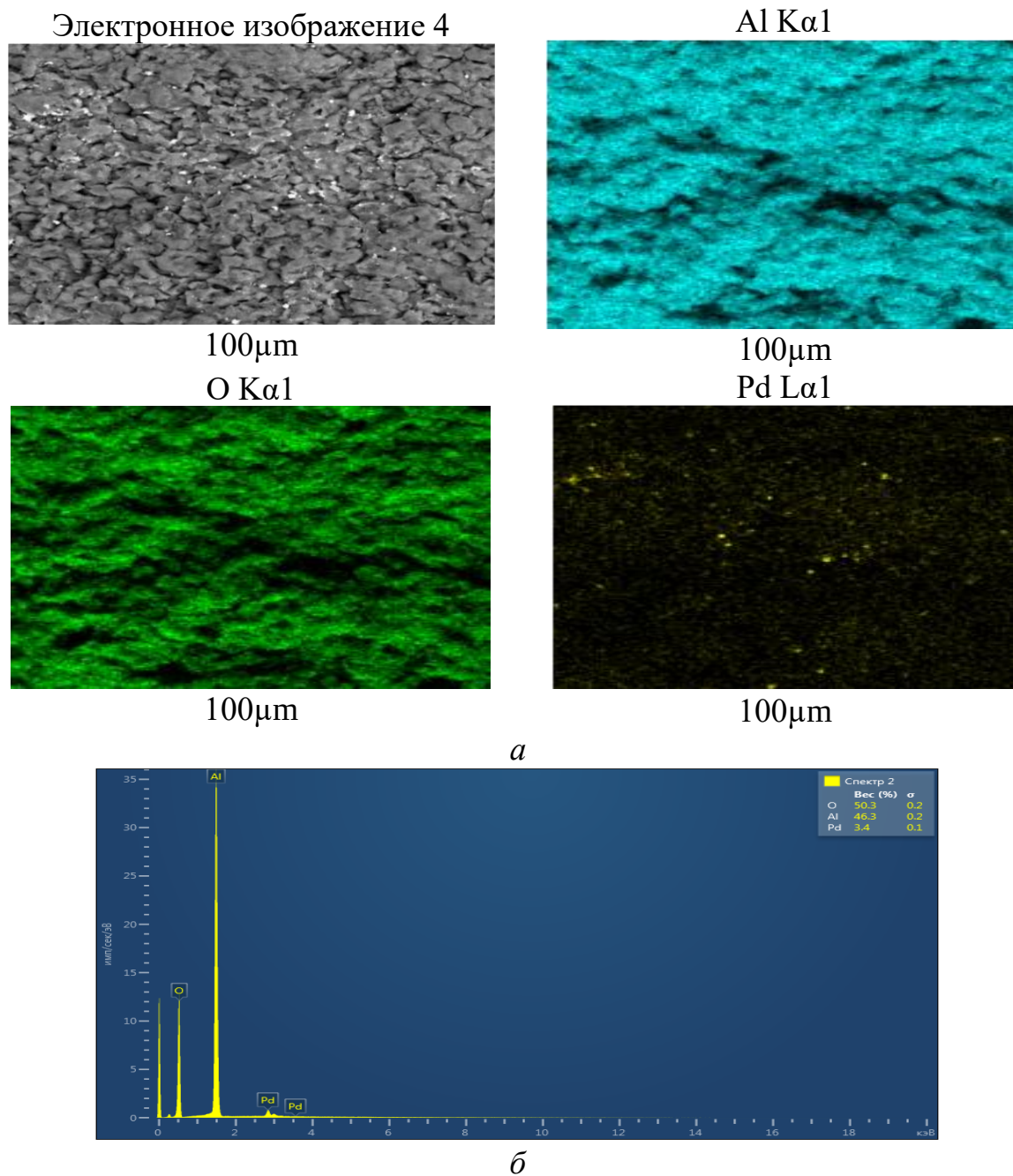
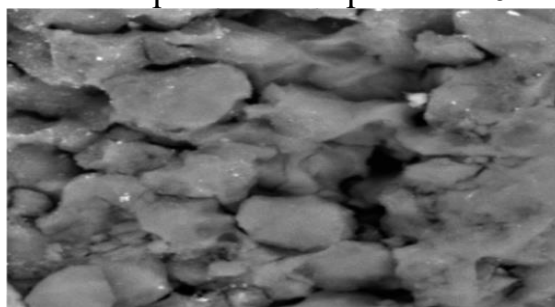


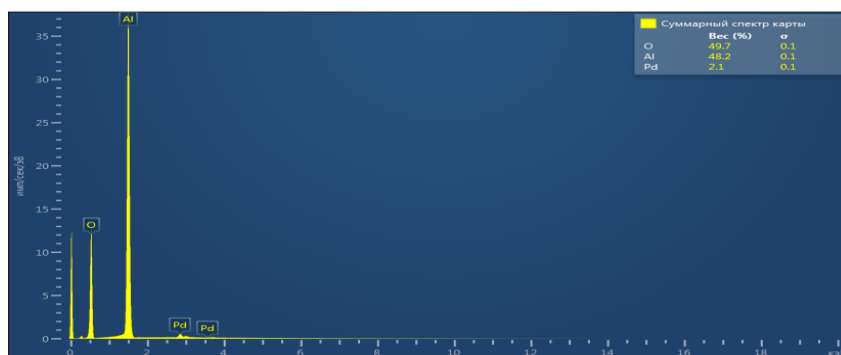
Рис. 8. Качественный (*a*) и количественный (*б*) химический состав, и распределение частиц каталитической фракции по поверхности сорбционного носителя в условиях предварительной пропитки 60% дистиллированной водой от максимального впитывания (увеличение 500 раз)

Электронное изображение б



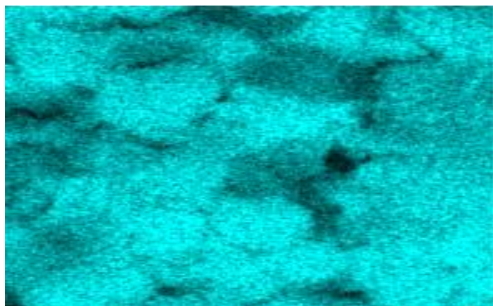
10μm

a



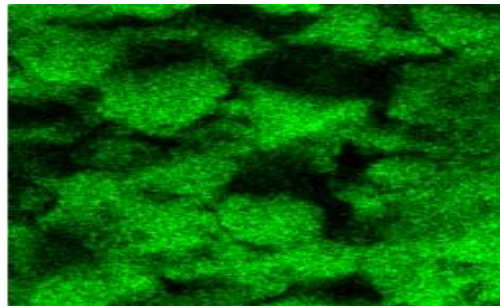
б

Al Kα1



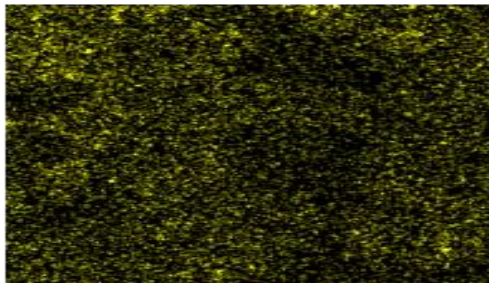
10μm

O Kα1



10μm

Pd Lα1



10μm

в

Рис. 9. Качественный (*a*) и количественный (*б*) химический состав, и распределение (*в*) частиц каталитической фракции по поверхности сорбционного носителя в условиях предварительной пропитки 60% дистиллированной водой от максимального впитывания (увеличение 5000 раз)

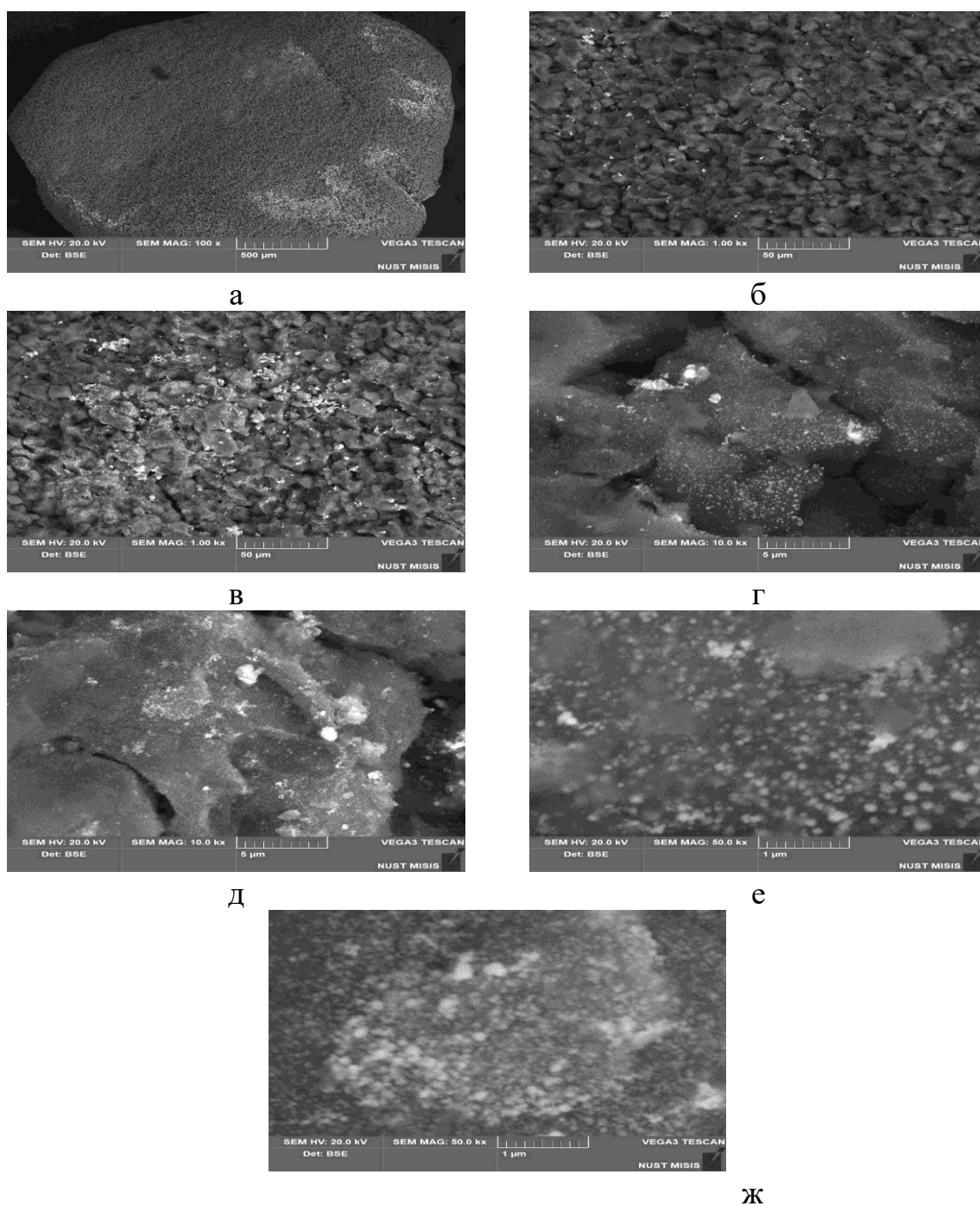


Рис. 10. Микрофотографии электронной сканирующей микроскопии палладиевого катализатора, предварительно пропитанного 80% дистиллированной водой от максимального впитывания (образец № 3)

Из рис. 10–12 видно, что каталитическая фаза на поверхности зерна распределена еще более неравномерно по сравнению с образцами № 1 и № 2, степень агрегации частиц еще больше растет, что приводит к образованию сложных кластеров агрегатов частиц палладия.

При увеличении сканирующего электронного микроскопа в 500 раз анализ химического элементного состава поверхности оксида алюминия показывает массовую концентрацию частиц палладия 5,1 %, а при увеличении в 5000 раз — массовая концентрация частиц палладия составила 8,3 %. Данный факт свидетельствует о том, наблюдается рост фазы палладия на поверхности при одновременном увеличении степени его агрегации.

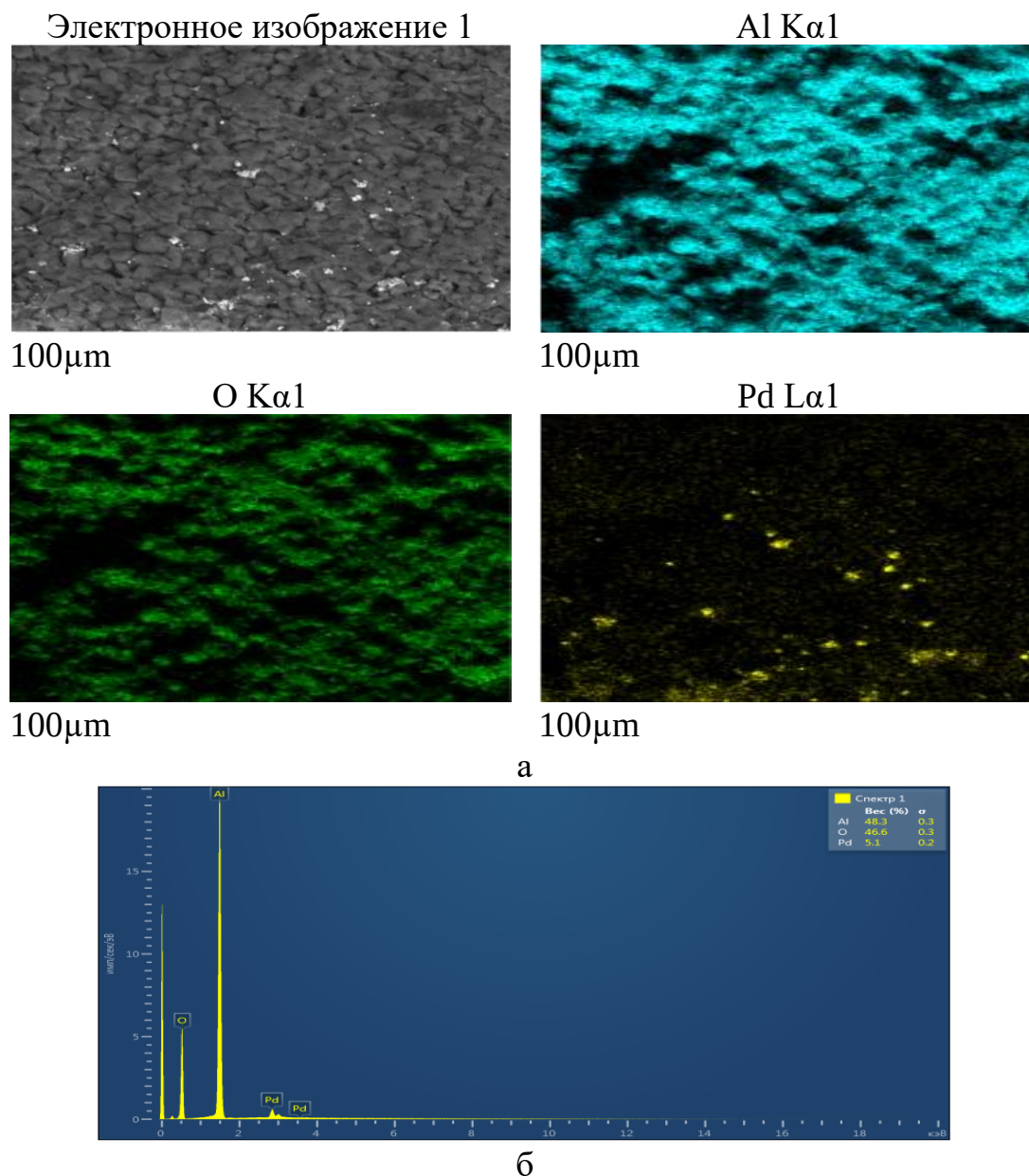
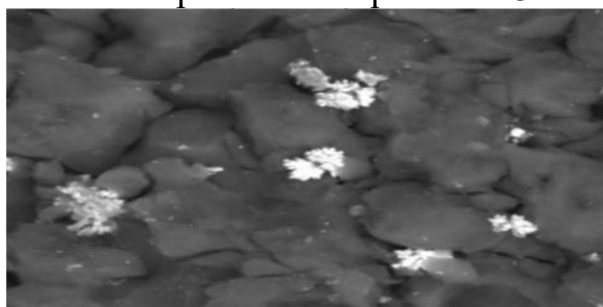


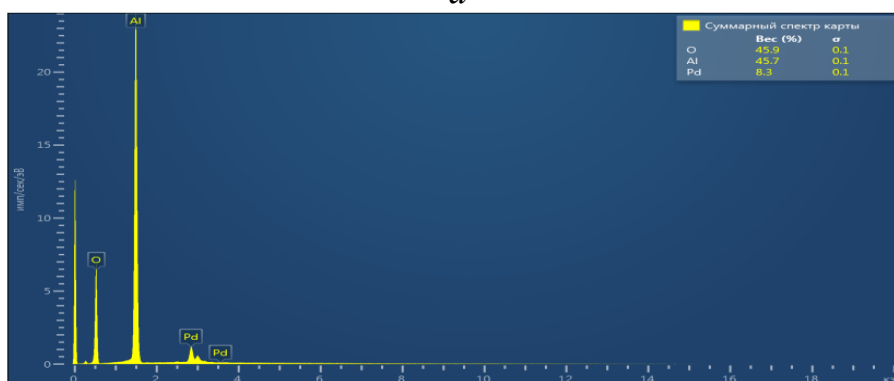
Рис. 11. Качественный и количественный химический состав и распределение частиц каталитической фракции по поверхности сорбционного носителя в условиях предварительной пропитки 80% дистиллированной водой от максимального впитывания (увеличение 500 раз)

Электронное изображение 3



10µm

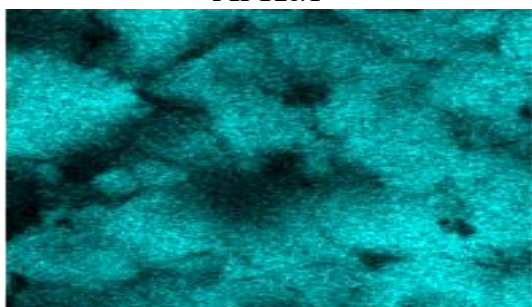
a



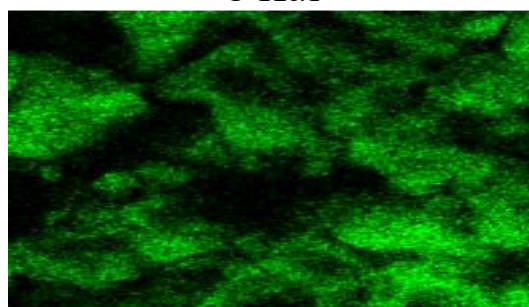
б

Al K α 1

O K α 1

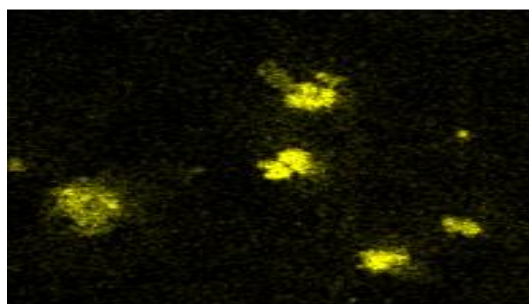


10µm



10µm

Pd L α 1



10µm

в

Рис. 12. Качественный (*a*) и количественный (*б*) химический состав и распределение частиц (*в*) каталитической фракции по поверхности сорбционного носителя в условиях предварительной пропитки 80% дистиллированной водой от максимального впитывания (увеличение 5000 раз)

Обсуждение результатов

Совместный анализ результатов эффективности каталитической активности образцов № 1–№ 3 и сканирующей электронной микроскопии показывают, что предположение о том, что такая технологическая операция как предварительное капиллярное пропитывание пористой структуры оксида алюминия приведет к повышению количества частиц палладия на поверхности носителя, полностью подтвердилось.

Повышение объема предварительно впитавшейся дистиллированной воды на 50 % с 40 % до 60 % в первом случае и с 60 % до 80 % во втором случае приводит к повышению поверхностной массовой концентрации частиц палладия в 1,4 раза и в 1,5 раза соответственно, что свидетельствует о прямой корреляции между этими параметрами.

К сожалению, повышение поверхностной концентрации палладия на оксиде алюминия не приводит к увеличению удельной каталитической активности, она остаётся без изменений. Поверхностная плотность каталитических активных центров на сорбционном носителе приблизительно остаётся без изменений. Опыты показали, что помимо массовой поверхностной концентрации катализатора есть не менее значимые факторы, такие как размеры частиц дисперсной фазы, равномерность их распределения и степень их агрегации.

По-видимому, на стадиях пропитки раствором хлористого палладия и его восстановления имеет место концентрационная коагуляция и дальнейшая агрегация на поверхности, как нерастворенной соли, так и частиц восстановленного палладия. Данные процессы негативно сказываются на конечной эффективности катализатора.

Выводы

1. Технологическая операция — предварительное капиллярное пропитывание пористой структуры оксида алюминия дистиллированной водой приводит к повышению поверхностной массовой концентрации фазы катализатора. Эффективность катализатора остается при этом практически без изменений.

2. Повышение поверхностной концентрации частиц палладия на оксиде алюминия сопровождается ростом неравномерности распределения частиц дисперсной фазы и повышением степени их агрегации.

3. Для повышения эффективности катализатора необходимо уменьшить размеры дисперсной фазы палладия, снизить степень её агрегации и повысить равномерность её распределения по поверхности носителя.

УДК 541.1:541.128.097.3

А. Б. Никулин, И. Г. Женодаров, М. Н. Попов

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты
имени Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко

ВЛИЯНИЕ РЕАКЦИИ ЧАСТИЧНОЙ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ ОКИСЛЕНИЯ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА

В статье рассмотрен низкотемпературный катализатор окисления монооксида углерода (СО), совершенствована методика его приготовления, произведена оценка эффективности каталитической активности. Изучено влияние реакции нейтрализации на эффективность палладиевого катализатора и распределение его дисперсной фазы на оксиде алюминия на эффективность катализатора, а также распределение частиц дисперсной фазы катализатора, степень её агрегации и массовой концентрации каталитической фазы на оксиде алюминия.

Ключевые слова: палладиевый катализатор, оксид алюминия, эффективность палладиевого катализатора, распределение частиц каталитической фракции.

A. B. Nikulin, I. G. Zhenodarov, M. N. Popov

THE EFFECT OF THE REACTION OF PARTIAL NEUTRALIZATION OF HYDROCHLORIC ACID IN THE PRODUCTION OF HIGHLY EFFECTIVE CATALYSTS FOR THE OXIDATION OF CARBON MONOXIDE

The article considers a low-temperature catalyst for the oxidation of carbon monoxide (CO), improves the method of its preparation, and evaluates the effectiveness of catalytic activity. The effect of the neutralization reaction on the efficiency of the palladium catalyst and the distribution of its dispersed phase on aluminum oxide on the efficiency of the catalyst, as well as the distribution of particles of the dispersed phase of the catalyst, the degree of its aggregation and the mass concentration of the catalytic phase on aluminum oxide are studied.

Keywords: palladium catalyst; aluminum oxide; palladium catalyst efficiency; particle distribution of the catalytic fraction.

Для повышения эффективности технологии получения высокоэффективных низкотемпературных катализаторов окисления монооксида углерода была предпринята попытка достигнуть максимального и равномерного распределения дисперсной фазы палладия на внешней поверхности зерна оксида алюминия с помощью реакции нейтрализации растворами щелочей натрия и калия.





Было выдвинуто предположение о том, что в случае повышения pH раствора в результате реакции частичной нейтрализации соляной кислоты щелочью локальная растворимость хлористого палладия снизится, и он выпадет в осадок в дисперсном состоянии на поверхность оксида алюминия, не попадая в глубину пористой структуры. В дальнейшем, при восстановлении большая доля палладия будет находиться на поверхности зерен носителя, и интегральная эффективность катализатора повысится.

Кроме того, реакция нейтрализации является экзотермической, что создаст определенные положительные условия для дополнительного растворения окончательно не растворившейся доли хлористого палладия и его дальнейшего более равномерного распределения на поверхности зерен носителя.

В результате выдвинутых предположений были получены 6 образцов катализатора на основе палладия. Предварительно зерна оксида алюминия пропитывались раствором щелочи объемом жидкости 60 % от максимальной величины впитывания. В испытаниях менялись следующие технологические параметры: количество щелочи, необходимое для частичной нейтрализации соляной кислоты и её химический состав. Сами особенности приведены в табл. 1.

Таблица 1. Отличительные технологические особенности экспериментальных образцов палладиевых катализаторов

Номер образца	Доля гидроксида металла, необходимого для полной нейтрализации соляной кислоты	Гидроксид металла
1	0,2	NaOH
2	0,4	NaOH
3	0,6	NaOH
4	0,2	KOH
5	0,4	KOH
6	0,6	KOH

Полученные образцы катализаторов были испытаны на эффективность по угарному газу по общепринятой методике. Образцы показали свою наблюдаемую эффективность при пропускании объема угарного газа не 300 мл, а 100 мл. Результаты испытаний приведены в табл. 2.

**Таблица 2. Эффективность окисления монооксида углерода
экспериментальными образцами палладиевых катализаторов
(температура испытаний 295 ± 2 К, влажность газо-воздушной смеси,
 88 ± 1 %, объем отбора пробы — 100 мл)**

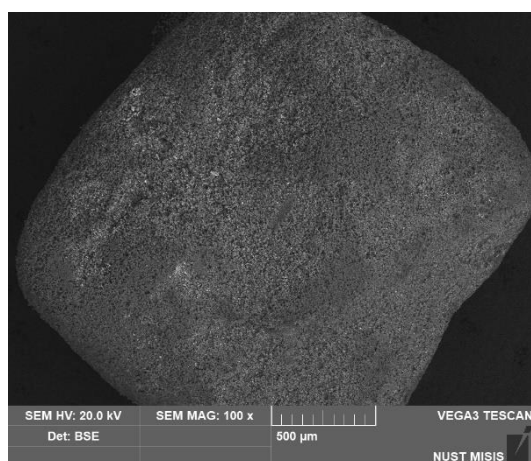
Номер образца	Эффективность окисления угарного газа, %; время отбора пробы, ч						
	1	2	3	4	5	6	7
1	86,2	86,2	80,8	83,8	80,8	70,0	79,0
2	88,0	88,0	84,4	82,0	85,0	79,0	82,0
3	96,4	95,8	92,8	92,8	80,8	81,4	<78
4	89,2	82,0	<79	<78	<78	<77	<79
5	88,0	79,0	88,0	84,4	83,2	70,0	79,0
6	85,6	83,8	85,0	89,2	88,0	85,0	85,6

Из табл. 1 и 2 видно, что в случае нейтрализации соляной кислоты раствором едкого натра наблюдаемая эффективность катализатора растет с повышением доли нейтрализованной соляной кислоты на протяжении исследуемой динамики в течение 7 часов. Наилучший результат по эффективности был достигнут для образца № 3 при этом установленная максимальная поверхностная концентрация дисперсной фазы палладия, как видно из таблицы 3 является минимальной (1,1 %). В этом случае достигнута оптимальная равномерность распределения дисперсной фазы по поверхности зерна оксида алюминия. Из рисунка 1, 2 и 3 видно, что равномерность распределения частиц дисперсной фазы палладия по сравнению с другими образцами наибольшая.

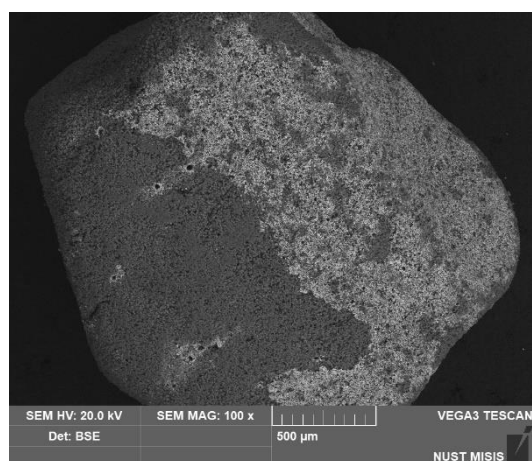
**Таблица 3. Массовая концентрация палладия на образце катализатора
при различном увеличении сканирующего электронного микроскопа**

Номер образца	Массовая концентрация палладия на образце (увеличение 500 раз), %	Массовая концентрация палладия на образце (увеличение 5000 раз), %
1	10,1	7,0
2	23,2	1,6
3	1,1	1,1
4	2,6	3,1
5	3,4	2,4
6	7,4	1,4

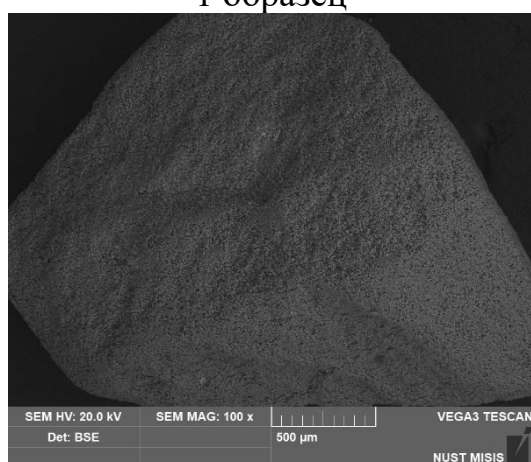
Кроме того, из рис. 1 и 2 видно, что не наблюдаются локальные скопления агрегатов частиц, как в других образцах. Более того из рис. 3 видно, что размер частиц дисперсной фазы палладия наименьший. Минимальную величину массовой концентрации палладия можно объяснить ультрадисперсными размерами палладия. В этом случае существует вероятность, что чувствительности сканирующего электронного микроскопа не хватает. Поэтому объективно оценить значение этого параметра не представляется возможным.



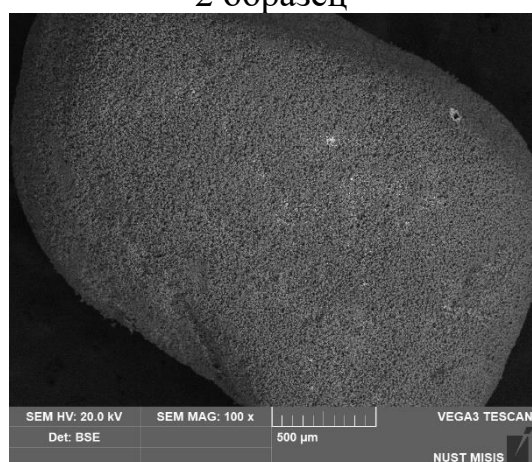
1 образец



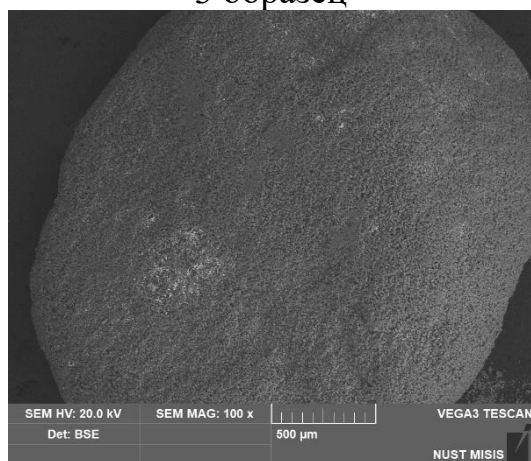
2 образец



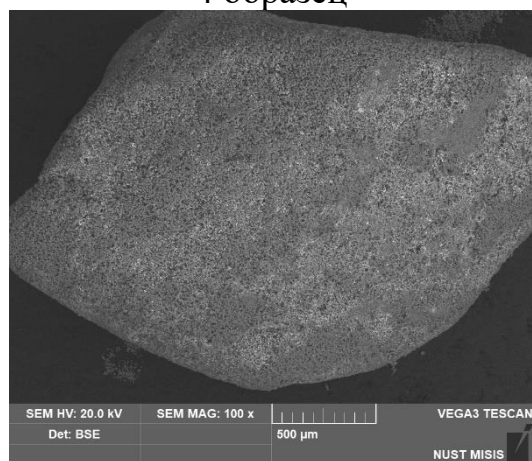
3 образец



4 образец

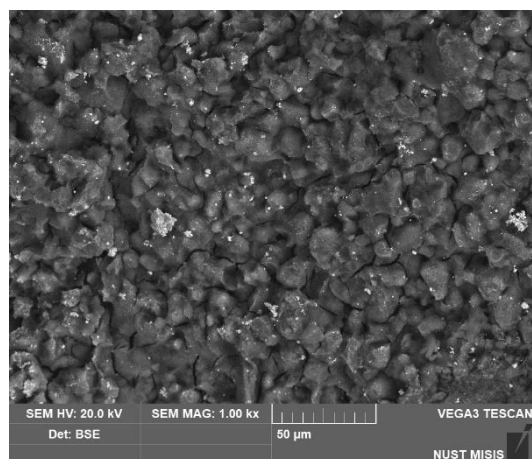


5 образец

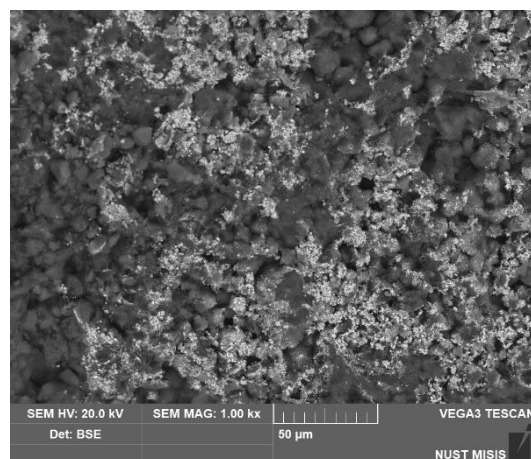


6 образец

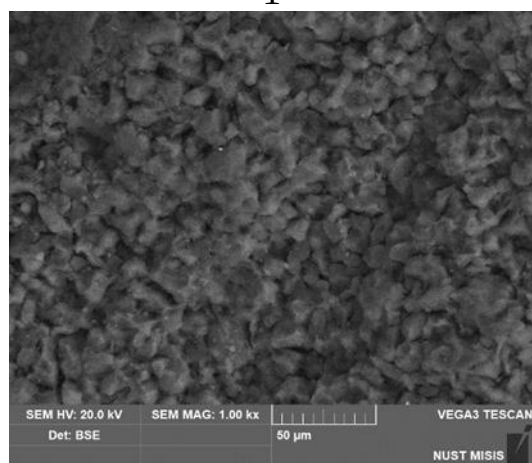
Рис. 1. Общий вид зерна оксида алюминия с нанесенной на него по разным технологиям дисперсной фазой палладия



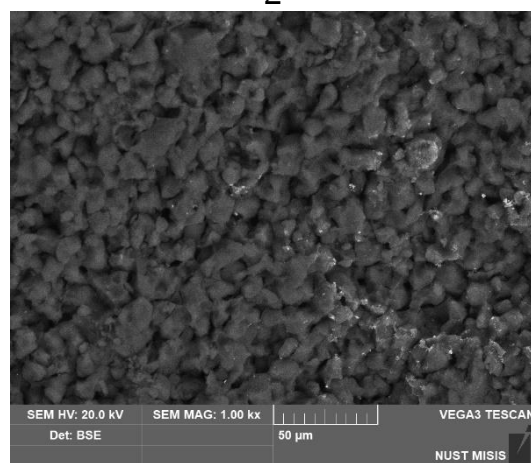
1



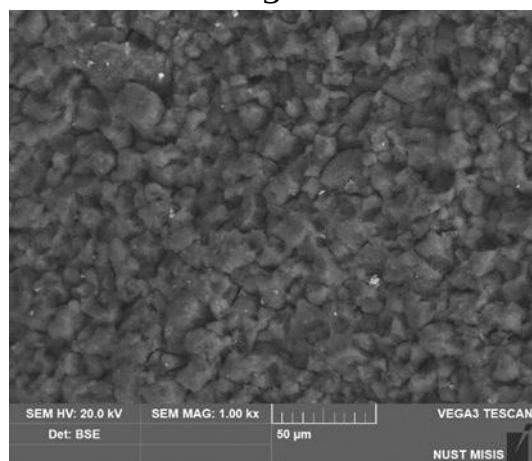
2



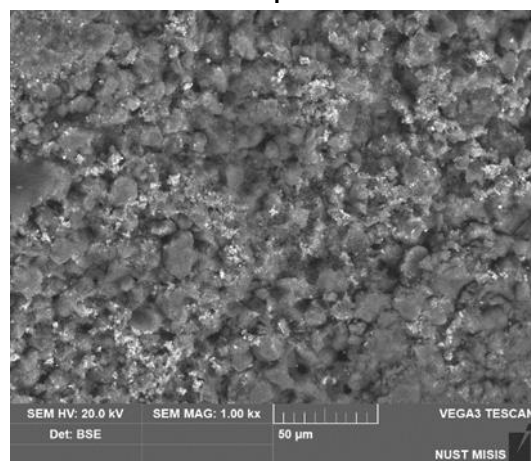
3



4



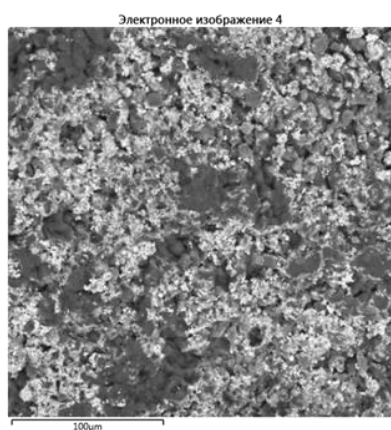
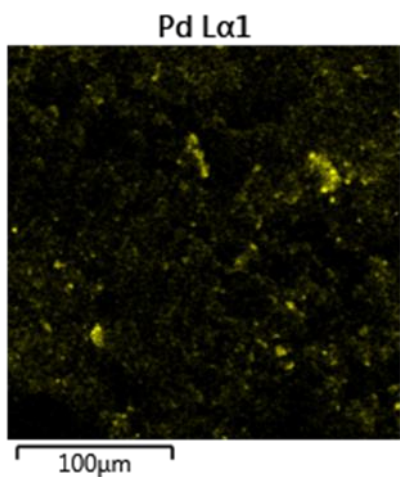
5



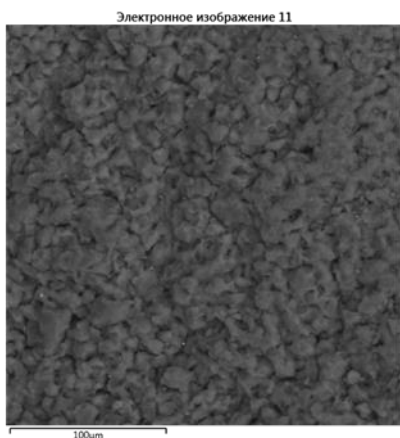
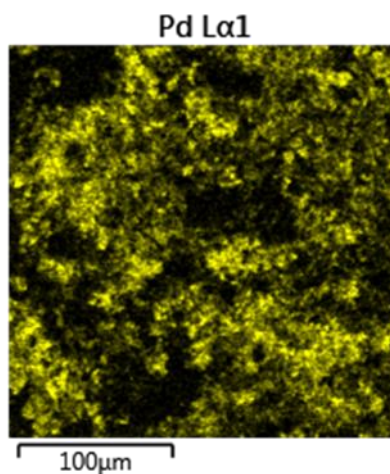
6

Рис. 2. Распределение частиц палладия на оксиде алюминия экспериментальных образцов №№ 1–6 при увеличении сканирующего электронного микроскопа 1000 раз

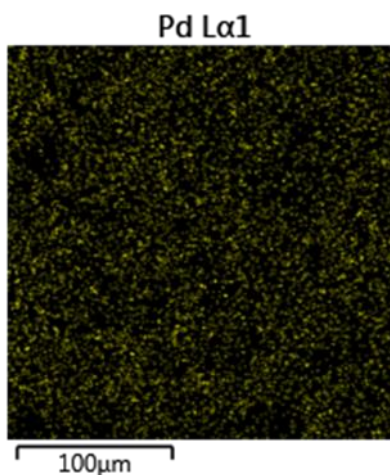
В случае нейтрализации водным раствором гидроксида калия наблюдается приблизительно такая же корреляция между долей нейтрализованной соляной кислоты и наблюдаемой эффективностью катализатора (табл. 1 и 2). В этом случае наибольшая разница в эффективности катализатора наблюдается на последней стадии динамики эффективности с 4 ч по 7 ч.



2 образец



3 образец



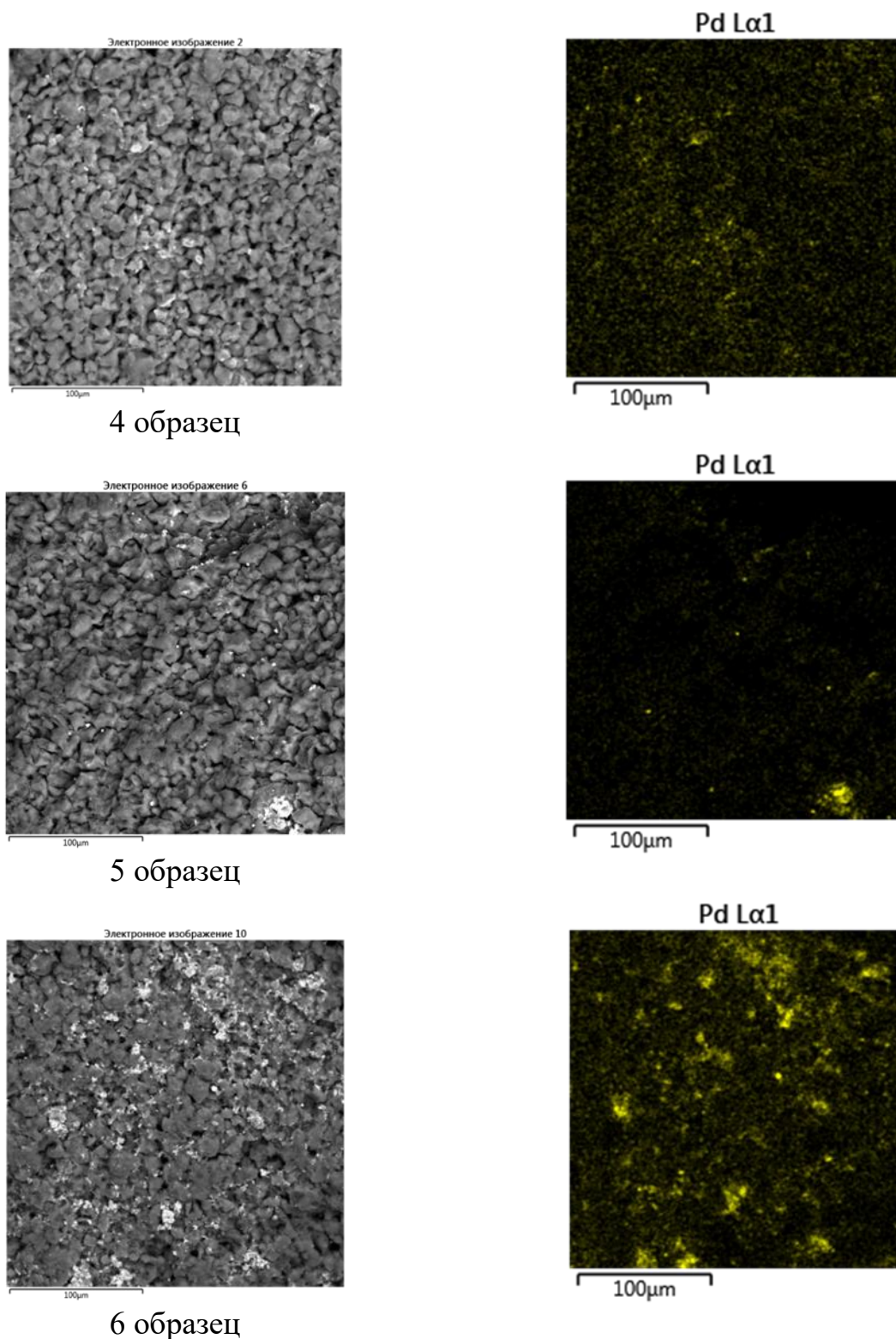


Рис. 3. Распределение дисперсной фазы палладия на оксиде алюминия при увеличении сканирующей электронной микроскопии в 500 раз

Из рис. 1 и 2 видно, что на поверхности зерна наблюдается наибольшее количество агрегатов частиц каталитической палладиевой фазы разной дисперсности, при этом она наиболее равномерно распределена по поверхности зерен сорбционного носителя.

При увеличении в 5000 раз сканирующего электронного микроскопа в образцах № 3 и № 6 максимальное значение массовой концентрации является минимальным по сравнению с аналогичными образцами и составляет 1,1 % и 1,4 % соответственно (табл. 3). Данная величина является одновременным результатом высокой дисперсности частиц и не достаточной чувствительностью микроскопа.

Заключение

Показано, что наблюдается приблизительно прямая корреляция между долей нейтрализованной соляной кислоты щелочами натрия и калия и интегральной эффективностью палладиевого катализатора.

В результате химической реакции нейтрализации и снижения растворимости хлористого палладия происходит повышение дисперсности частиц каталитической фазы и её более равномерное распределение по поверхности зерен оксида алюминия.

УДК 614.841

А. А. Осмоловская¹, О. Е. Сторонкина^{1,2}, Т. А. Мочалова¹

¹Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²Ивановский государственный университет

МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ЭКСПЕРТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ОБГОРЕВШИХ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Возникновение пожаров в квартирах, часто связано с возгоранием текстильных материалов. Обгоревшие ткани могут дать экспертам информацию не только о развитии пожара, но и о его причине. В статье рассмотрены этапы и особенности морфологического анализа при экспертном исследовании обгоревших текстильных материалов.

Ключевые слова: текстильные материалы; морфологический анализ; термическая деструкция.

A. A. Osmolovskaya, O. E. Storonkina, T. A. Mochalova

MORPHOLOGICAL ANALYSIS AS ONE OF THE METHODS OF EXPERT EXAMINATION OF BURNT TEXTILE MATERIALS

The occurrence of fires in apartments is often associated with the fire of textile materials. Burnt tissue can give experts information not only about the progress of a fire, but also about its cause. The article discusses the stages and features of morphological analysis during expert examination of burnt textile materials.

Keywords: textile materials; morphological analysis; thermal degradation.

Текстильные материалы составляют основную горючую нагрузку помещений в жилом секторе. В квартирах людей повсюду окружают предметы интерьера из текстильных материалов, например, шторы, обивочные и драпировочные ткани, постельное белье, пледы и т.д. Большинство тканей после воздействия огня или высоких температур приобретают характерные внешние признаки. Морфологический анализ позволит специалисту определить структуру и признаки обгоревших тканей и идентифицировать их с тканями, оставшимися на месте пожара. Это поможет в поиске доказательств при расследовании пожаров в жилых помещениях [1, 2].

В ходе морфологического анализа изучаются ткани, не подвергшиеся термическому воздействию, а также ткани в различном состоянии после пожара. Текстильные материалы имеют следующие морфологические признаки: форма, цвет, рисунок переплетения, наличие или отсутствие волокнистой структуры. Также важно обращать внимание на физические свойства тканей, такие как прочность, хрупкость, мягкость.

Совокупность морфологических признаков и физических свойств помогает достоверно определить состояние термической деструкции, но следует отметить, что для каждого текстильного материала данная совокупность специфична [3]. В составе текстильных материалов используются как натуральные, так синтетические и искусственные волокна, все они находятся в разных процентных соотношениях, поэтому морфологические признаки будут отличаться для каждого вида ткани. Так, например, признаки, которые отобразились на мебельной ткани, имеющей в своем составе хлопок 67 % и полиэстер 3 %, при воздействии на нее температуры 250 °С отличаются от признаков, которые остались на ткани с составом 54 % хлопок и 46 % полиэстер, при воздействии той же температуры.

Морфологический анализ тканей и их карбонизованных остатков необходимо проводить в несколько этапов:

Подготовительный этап. Остатки обгоревших тканей очищают от пепла, золы и других загрязнений. Затем сортируют на группы по внешним признакам, большие объекты разделяют на более мелкие и проводят визуальный осмотр.

Этап визуального исследования. Объект исследуется визуально под увеличением в ярком свете, затем фиксируется с помощью фотографирования. Далее описываются свойства и структура материала.

Этап микроскопического исследования. Обгоревшие объекты исследуются с помощью оптического микроскопа.

Анализ полученных данных. Анализируются и сравниваются морфологические признаки и физические свойства, природа волокна обгоревшей ткани по сравнению с исходными [4].

Для того, чтобы определить температуру воздействия на текстильный материал, необходимо сравнить полученные при морфологическом исследовании признаки с литературными данными. При совпадении этих признаков можно сделать вывод о принадлежности данного текстильного

волокна к конкретному классу и оценить температуру его термической деструкции.

Как показывают исследования, большинство волокон как природного, так и синтетического происхождения имеют характерные морфологические признаки. Термически устойчивые волокна данные признаки сохраняют до температур 400–450°C, при которых происходит термическая деструкция углеродного основы материала. К таким волокнам относятся хлопковые, лубяные, вискозные и полиакрилонитрильные. У термопластичных волокон при температуре до 400 °C морфологические признаки исчезают, но при этом появляются вторичные, характерные для каждого вида. Вторичные признаки появляются и у термостабильных волокон.

Совершенно по-другому ведут себя смесовые ткани и трикотажи. Доказано, что устойчивое к термическому воздействию волокно стабилизирует термические превращения менее термоустойчивого волокна. При тепловом воздействии на такую ткань (материал) наблюдаются смешанные состояния, одновременно характеризующие морфологические признаки каждого из волокон, а также и промежуточные состояния. Смешанное состояние проявляется в том, что в расплаве термопластичных волокон присутствуют фрагменты структур, характерных для устойчивых и не термопластичных целлюлозных (протеиновых) волокон. Образующаяся сетчатая структура или ее фрагменты — характерны для смешанных тканей из сочетания волокон термореактивных (хлопковых, вискозных) и термопластичных (триацетат, лавсан). Такие состояния являются важным диагностическим признаком смешанных тканей и трикотажа [5].

Таким образом, морфологический анализ может применяться не только в диагностических целях, но и для описания объектов исследования с места пожара, которые могут быть приобщены к делу в качестве вещественных доказательств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сторонкина О.Е. Морфологическое исследование обгоревших текстильных материалов для пожарно-технической экспертизы / О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова // 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.
2. Сторонкина О.Е., Мочалова Т.А. Поведение текстильных материалов при высокотемпературном воздействии / <http://portal.edufire37.ru/articles/329>.
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» ГПС МЧС России», 2023. – С. 236-238. – EDN GPBLDL.

4. Тверьянович З.И. Исследование обгоревших тканей при пожарно-технической экспертизе / З.И. Тверьянович, А. Н. Соколова, И. Д. Чешко // Расследование пожаров: сборник статей. Том Выпуск 3. - Москва: Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2009. - С. 30-47. - EDN YPRFPF.

5. Федянина Н.В., Пучков В.А. Экспериментальные данные о свойствах волокнистых материалов в промежуточных состояниях термоокислительной деструкции. - М.: ВНИИСЭ, 1990. -78 с.

УДК 536.468

Т. В. Плисс, А. Д. Хабирова, В. В. Постоева

Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет)

ЗАВИСИМОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ САМОВОСПЛАМЕНЕНИЯ ГОРЮЧЕЙ ЖИДКОСТИ ОТ ЕЁ ОБЪЁМА

В статье рассмотрены зависимость экспериментальной температуры самовоспламенения горючей жидкости от объёма пробы. Представлены результаты исследования по определению температуры самовоспламенения у некоторых горючих жидкостей. Проведен анализ полученных результатов и сделаны необходимые выводы.

Ключевые слова: температура самовоспламенения, самовоспламенение, горючая жидкость.

T. V. Pliss, A. D. Khabirova, V. V. Postoeva

DEPENDENCE OF THE SELF-IGNITION TEMPERATURE OF A FLAMMABLE LIQUID ON ITS VOLUME

The article considers the dependence of the experimental temperature of spontaneous ignition of a flammable liquid on the sample volume. The results of a study on the determination of the self-ignition temperature in some flammable liquids are presented. The obtained results are analyzed and the necessary conclusions are drawn.

Keywords: self-ignition temperature, self-ignition, flammable liquid.

Температура самовоспламенения — наименьшая температура окружающей среды, при которой в условиях специальных испытаний наблюдается самовоспламенение вещества [1]. Температура самовоспламенения определена для большинства индивидуальных легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. В справочных источниках не учитывается зависимость температуры самовоспламенения от объёма горючей жидкости, существует технологическая необходимость знать точно температуры самовоспламенения как индивидуальных, так смесевых горючих жидкостей при различных объёмах.

Целью работы послужило экспериментальное определение зависимости температуры самовоспламенения от объёма образца.

Метод экспериментального определения температуры самовоспламенения жидкостей описан в п. 4.8 ГОСТ 12.1.044-089 (ССБТ Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения).

Аппаратура, с помощью которой определялась температура самовоспламенения жидкостей в ходе исследования, полностью соответствует требованиям ГОСТ 12.1.044-089 (рис. 1).

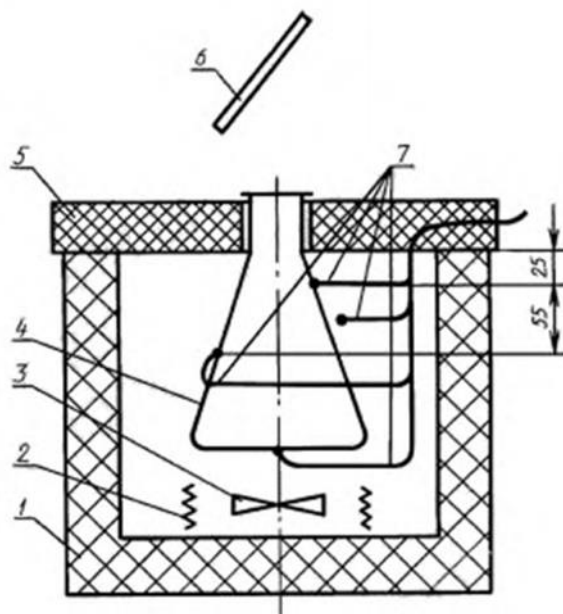


Рис. 1. Установка для определения температуры самовоспламенения

В экспериментах использовались две горючие жидкости (бензин-растворитель для резиновой промышленности «Галоша» и керосин ТС-1) с разными температурами самовоспламенения. Объёмы образцов составили 0,2 мл; 0,5 мл; 1 мл.

В испытаниях с вышеуказанными объёмами проб бензина-растворителя для резиновой промышленности «Галоша», который соответствует ТУ – 38.401-67-108-92 были получены данные, представленные в табл. 1. При испытании с керосином ТС-1 были получены данные, приведенные в табл. 2.

Таблица 1. Зависимость температуры самовоспламенения бензина-растворителя от объёма

Объём пробы (мл)	Температура самовоспламенения (°C)
0,2	225
0,5	260
1	270

Таблица 2. Зависимость температуры самовоспламенения керосина ТС-1 от объёма

Объём пробы (мл)	Температура самовоспламенения (°C)
0,2	260
0,5	350
1	355

Зависимость температуры самовоспламенения от объёма горючей жидкости представлена на рис. 2 и рис. 3.

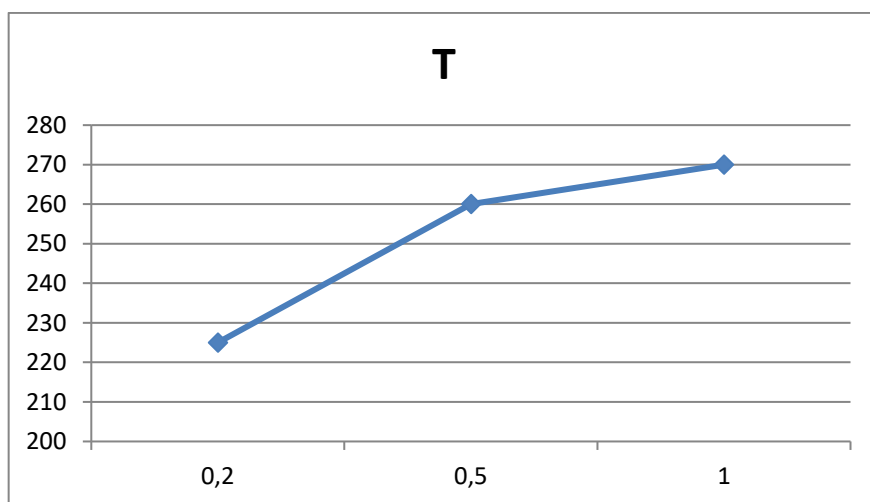


Рис. 2. Зависимость температуры самовоспламенения бензина-растворителя для резиновой промышленности «Галоша» от объёма пробы

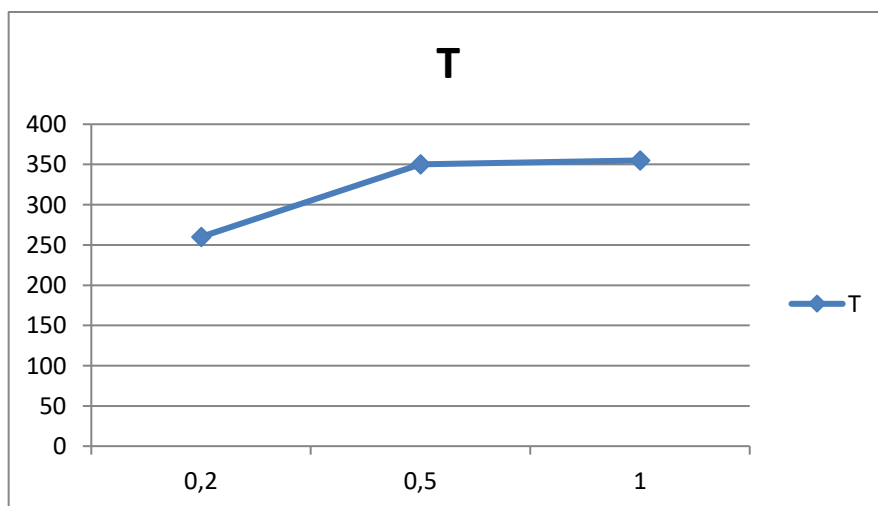


Рис. 3. Зависимость температуры самовоспламенения керосина ТС-1 от объёма пробы

По результатам исследований определено, что температура самовоспламенения горючей жидкости зависит от объёма исследуемого образца. Чем больше объём, тем выше температура самовоспламенения. Это связано с тем, что при большем объёме горючей жидкости необходимо больше энергии на разогрев и испарение горючей жидкости. Полученные зависимости важно знать и научно исследовать, в первую очередь для обеспечения пожарной безопасности. Отсутствие зависимостей температуры самовоспламенения горючих жидкостей может привести к их неправильному хранению и созданию условий для процесса самовоспламенения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12.1.044-089. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывобезопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения = Occupational safety standards system. Fire and explosion hazard of substances and materials. Nomenclature of indices and methods of their determination : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 12.12.89 №3683 : введен впервые : дата введения 1991-01-01 / разработан и введен Министерством внутренних дел СССР. – Москва : Издательство стандартов, 1990. – 143 с: 29 см. – Текст: непосредственный.

УДК 66.0

Л. М. Раменская¹, Н. О. Кудрякова¹, Ж. Ф. Гессе², Е. П. Гришина^{1,2}

¹Институт химии растворов им. Г.А. Крестова РАН

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ТЕРМИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ДИЦИАНАМИДА 1-БУТИЛ-3-МЕТИЛИМИДАЗОЛИЯ В СОСТАВЕ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА ИОННАЯ ЖИДКОСТЬ-СЛОИСТЫЙ АЛЮМОСИЛИКАТ

В статье рассмотрена термическая устойчивость ион-проводящего нанокompозита, относящегося к новому классу функциональных экологически чистых материалов, на основе ионной жидкости дицианамида 1-бутил-3-метилимидазолия и природного алюмосиликата – монтмориллонита. Показано влияние глинистого минерала на процессы дегидратации композита и разложения ионной жидкости.

Ключевые слова: ионная жидкость; природные алюмосиликаты; композитный материал; термическая устойчивость; дегидратация; термодеструкция.

L. M. Ramenskaya, N. O. Kudryakova, Zh. F. Gesse, E. P. Grishina

THERMAL STABILITY OF 1-BUTYL-3-METHYLMIDAZOLIUM DICYANAMIDE IN THE COMPOSITE MATERIAL OF IONIC LIQUID-LAYERED ALUMINUM SILICATE

The article examines the thermal stability of an ion-conducting nanocomposite, which belongs to a new class of functional environmentally friendly materials, based on the ionic liquid 1-butyl-3-methylimidazolium dicyanamide and natural aluminosilicate – montmorillonite. The influence of a clay mineral on the processes of composite dehydration and ionic liquid decomposition is shown.

Keywords: ionic liquid, natural aluminosilicates, composite material, thermal stability, dehydration, thermal destruction

Актуальной задачей электрохимической энергетики является разработка высокоэффективных твердотельных устройств, обладающих улучшенными функциональными характеристиками, безопасных в использовании, особенно при повышенных температурах [1–3]. Перспективным направлением в этой области является полный отказ от использования органических растворителей и создание псевдо-твердых электролитов на основе ионных жидкостей (ИЖ) — расплавов солей с широким температурным диапазоном жидкого состояния, заключенных в твердой непроводящей матрице.

Ионные жидкости — это соли, состоящие из крупного асимметричного катиона и крупного органического или неорганического аниона и находящиеся в расплавленном состоянии при обычных температурах. Отличительной особенностью ИЖ является отсутствие давления паров, отличная термостабильность, пониженная пожароопасность. Представляет интерес применение в качестве непроводящего компонента слоистых алюмосиликатов, т.к. при их модификации слои могут раздвигаться, а в межслоевое пространство внедряются и удерживаются там функциональные молекулы и ионы. Наноккомпозиты (НК) на основе экологически безопасных ионных жидкостей и слоистых алюмосиликатов представляют собой новую группу функциональных экологически чистых ион-проводящих материалов, область применения которых определяется совокупностью их физико-химических свойств. Термическая стабильность ионных жидкостей в составе НК является ключевым свойством для промышленного применения этих материалов.

Цель данной работы – определить влияние непроводящего компонента — слоистого алюмосиликата монтмориллонита K10 на термическую устойчивость ионной жидкости дигианамида 1-бутил-3-метилимидазолия в составе наноккомпозита.

Экспериментальная часть.

Для приготовления нанокompозита применяли:

– ионную жидкость дицианамид 1-бутил-3-метилимидазолия, BMImDCA (Sigma-Aldrich), структурные формулы катиона и аниона ИЖ представлены на рис. 1;

– монтмориллонит K10, MM K10 (Montmorillonite K10, $\text{Al}_2\text{H}_2\text{O}_{12}\text{Si}_4$, Acros organics) - активированный кислотой термообработанный монтмориллонит, во время кислотной обработки кристаллическая структура монтмориллонита частично разрушается, образуется высокопористое вещество с увеличенной площадью поверхности, наличием нанопор [4]. Удельная площадь поверхности $195 \text{ м}^2/\text{г}$, средний размер пор $6,25 \text{ нм}$, объем пор $0,305 \text{ см}^3/\text{г}$, размер частиц $220\text{--}430 \text{ нм}$ [5].

Нанокompозиты готовили при молярном соотношении компонентов 2:1 в смеси BMImDCA-MM K10.

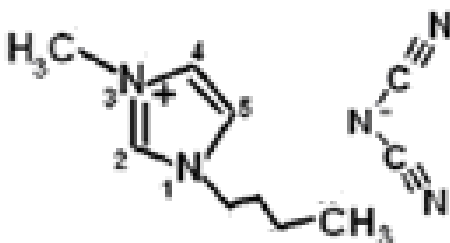


Рис. 1. Структура катиона
1-бутил-3-метилимидазолия и дицианамид-аниона

Для определения температуры разложения (T_d) ИЖ, глины и НК использовали калориметр 209 F1 Iris calorimeter (NETZSCH, Германия). Образец $\sim 10 \text{ мг}$ в платиновом тигле нагревали в токе аргона со скоростью $10 \text{ }^\circ\text{C мин}^{-1}$ до температуры $800 \text{ }^\circ\text{C}$. Точность измерения массы и температуры составляла $\pm 10^{-6} \text{ г}$ и $\pm 0,1 \text{ }^\circ\text{C}$ соответственно.

Результаты и обсуждение.

Результаты термogrавиметрического анализа (ТГ/ДТГ) ионной жидкости DMImDCA показаны на рис. 2.

Чистая ионная жидкость, MM K10 и композит показывают пики в области температур до $100 \text{ }^\circ\text{C}$, соответствующие удалению физически связанной воды. В работе [5] отмечается, что при температуре до $110 \text{ }^\circ\text{C}$ BMImDCA имеет долговременную (до 10 ч) термическую стабильность. Термическое разложение ИЖ как индивидуальной, так и в составе композита, характеризуется тремя пиками в области температур выше $250 \text{ }^\circ\text{C}$ (таблица). Существует ряд предположений о процессах, связанных с данными пиками. В работах [6–8] первые два пика связывают с разложением аниона DCA^- и катиона BMIm^+ , соответственно, за которым следует небольшой пик, возникающий вследствие разрушения остаточных фрагментов ИЖ. В работе [9] предполагается, что на первой стадии потеря веса происходит, главным

образом, за счет испарения ИЖ, на второй — в основном быстрое разложение образца с образованием большого количества газообразных продуктов, на третьей — преимущественно испарение разлагающихся остатков продуктов.

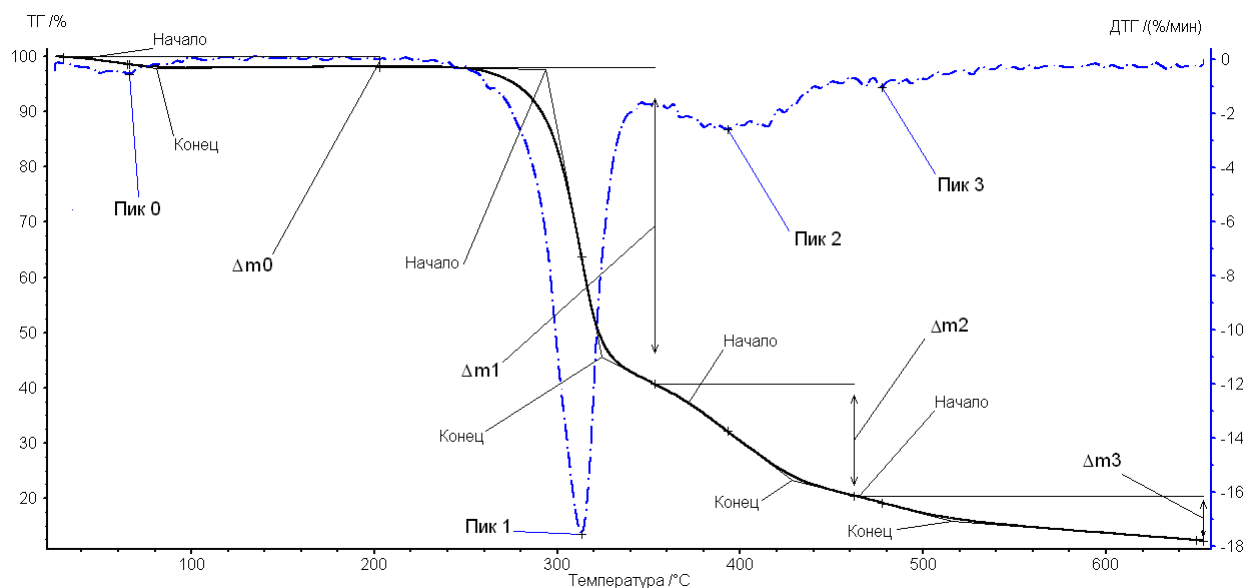


Рис. 2. ТГ/ДТГ кривые ионной жидкости BMImDCA

Термическое разложение образцов наполнителя нанокompозита — MM K10 сопровождается удалением физически связанной воды ($\Delta m = -5,1\%$) в диапазоне температур 46–99 °C (пик — 64,3 °C) и слабо выраженным разрушением компонентов слоистого алюмосиликата (потеря веса $\Delta m = -3,6\%$) в интервале 367–635 °C. Полученные в нашей работе количественные показатели потери веса BMImDCA, а также значения температуры пика (T_p) ИЖ хорошо согласуются с данными, приведенными в работе [9].

Данные, приведенные в таблице, показывают влияние MM K10 на характеристические параметры термического разложения BMImDCA. Во-первых, процесс удаления физически связанной воды из НК происходит в существенно более широком температурном диапазоне (около 80 °C), чем из ИЖ и MM K10 (около 40 и 50 °C соответственно), что отражает взаимовлияние компонентов смеси на удержание воды в исследуемой смеси. Во-вторых, MM K10 двойственно влияет на собственно процесс термодеструкции ИЖ. С одной стороны, присутствие добавки приводит к существенному снижению температуры 1-ого пика (вероятно, разложение аниона DCA⁻ [6]) и слабо влияет на характеристические температуры 2-ого и 3-го пиков. С другой стороны, глинистый минерал эффективно ингибирует процесс разложения ИЖ (~двукратное уменьшение Δm в зонах 1-ого и 2-ого пиков) за счет кратного снижения скорости процесса деструкции V .

**Таблица. Характеристические параметры термического разложения
ионной жидкости BMImDCA и нанокompозита BMImDCA-ММ K10**

Термически активированный процесс	Т, °С, ДТГ отклика; изменение массы Δm , %; скорость изменения массы V, %/мин		BMImDCA	BMImDCA- ММ K10
Дегидратация	0	T_n	40,1	52,2
		T_n	66,1	76,8
		$T_{ок}$	80,6	130,2
		Δm	-1,91	-4,91
		V	-0.54	-0.50
Разложение BMImDCA	1 пик	T_n	293,7	260,7
		T_n	313,5	280,4
		$T_{ок}$	324,1	303,7
		Δm	-57,43	-30,87
		V	-17,56	-5.83
	2 пик	T_n	372,1	374,9
		T_n	393,0	385,8
		$T_{ок}$	428,4	425,7
		Δm	-20,24	-10,11
		V	-2.59	-1.16
	3 пик	T_n	464,3	464,7
		T_n	477,6	Перегиб
		$T_{ок}$	515,8	482
		Δm	-8,20	-9,54
		V	-1.03	-

Наблюдаемые эффекты могут быть следствием проявления свойств двух типов ИЖ — заключенной в межплоскостные пространства глины и объемной. Предполагается, что снижение термической устойчивости происходит у ИЖ, адсорбирующейся на торцах алюмосиликатных пластинок монтмориллонита [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Chen C.-C., Chiang C.-Y., Wu T.-Y., Sun I.-W. Improved Electrochromic Properties of Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) in 1-butyl-3-methylimidazolium Dicyanamide // ECS Electrochem. Letters, 2013. 2. H43-H45.
2. Wang S., Hsia B., Alper J.P., Carraro C., Wang Z., Maboudian R. Comparative studies on electrochemical cycling behavior of two different silica-based ionogels // J. Pow. Sources, 2016. 301 (1), p.p. 299-305.
3. K.-M. Lee, P.-Y. Chen, C.-P. Lee, K.-C. Ho. Binary room-temperature ionic liquids based electrolytes solidified with SiO₂ nanoparticles for dye-sensitized solar cells // J. Power Sources, 2009. 190 (2), p.p.573-577.

4. Brigatti M.F., Galan E., Theng B.K.G. Structure and mineralogy of clay minerals, In: Bergaya, F., Lagaly, G. // Chapter 2 in the Handbook of Clay Science, 2nd ed. Developments in Clay Science, vol. 5A. Elsevier, 2013.
5. Liang R., Yang M., Xuan X. Thermal Stability and Thermal Decomposition Kinetics of 1-Butyl-3-methylimidazolium Dicyanamide // Chinese J. Chem. Eng., 2010. 18 (5), p.p. 736-741.
6. Grishina E.P., Ramenskaya L.M., Kudryakova N.O., Vagin K.V., Kraev A.S., Agafonov A.V. Composite nanomaterials based on 1-butyl-3-methylimidazolium dicyanamide and clays // J. Mater Res Technol, 2019. 8(5), p.p. 4387–4398.
7. Alekseeva O., Noskov A., Grishina E., Ramenskaya L., Kudryakova N., Ivanov V., Agafonov A. Structure and thermal properties of the montmorillonite/ionic liquid composites // Materials, 2019. 12, 2578.
8. Grishina E.P., Ramenskaya L.M., Gruzdev M.S., Kraeva O.V. Water effect on physicochemical properties of 1-butyl-3-methylimidazolium based ionic liquids with inorganic anions // J. Mol. Liquids, 2013. 177, p.p. 267-272.
9. Wang W.-T., Liu S.-H., Cheng Y.-F., Wang Y., Yu C.-F.. Evaluation of thermal decomposition characteristics and potential hazards of 1-n-butyl-3-methylimidazolium dicyanamide by STA, ARC, and TG-FTIR // J. Therm. Analysis and Calorimetry, 2022. 147 (20), p.p. 11127–11137.

УДК 546.284

Е. В. Рыжкова¹, А. М. Капизова¹, Д. Ф. Галиева², А. Г. Чернышова¹

¹Астраханский государственный архитектурно-строительный университет

²МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 27»

СПОСОБ ПРИМЕНЕНИЯ ОГНЕЗАЩИТНЫХ КРАСОК С ЦЕЛЬЮ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ ОТ ВОЗГОРАНИЯ

Пожар — это разрушительная сила, которая может нанести огромный ущерб имуществу, инфраструктуре и человеческой жизни. Поэтому, особую важность представляет внедрение эффективных мер пожарной безопасности, для того чтобы снизить риски, связанные с возникновением пожаров. В данной статье представлено, каким образом можно повысить огнестойкость огнезащитных красок, проанализированы их свойства, принципы действия, виды и составы. Эти знания могут помочь в разработке более надёжных составов огнезащитных красок, а также в постройке зданий, транспортных средств и материалов, которые более устойчивы к опасности возникновения пожара, что в конечном итоге снизит риск несчастных случаев и потерь, связанных с имуществом, инфраструктурой и человеческих жизней.

Ключевые слова: пожарная безопасность; огнезащитные краски; огнестойкость; защита древесины; классификация; состав; принципы действия.

E. V. Ryzhkova, A. M. Kapizova, D. F. Galieva, A. G. Chernyhova

METHOD OF APPLYING FIRE-RESISTANT PAINTS TO PROTECT WOOD FROM FIRE

Fire is a destructive force that can cause enormous damage to property, infrastructure and human life. Therefore, it is of particular importance to implement effective fire safety measures in order to reduce the risks associated with the occurrence of fires. This article presents how to increase the fire resistance of flame retardant paints, analyzes their properties, principles of action, types and compositions. This knowledge can help in the development of more reliable formulations of flame retardant paints, as well as in the construction of buildings, vehicles and materials that are more resistant to the risk of fire, which ultimately reduces the risk of accidents and losses related to property, infrastructure and human lives.

Keywords: fire safety; flame retardant paints; fire resistance; wood protection; classification; composition; principles of action.

Специальными покрытиями, которые разработаны для защиты материалов от огня и предотвращения распространения пламени являются огнезащитные краски.

Современные огнезащитные краски:

- обладают высокой огнестойкостью и могут быть применены на различных поверхностях, включая дерево, металл, бетон и текстиль;
- предлагают широкий выбор составов и свойств, а также соответствуют строгим нормам и стандартам безопасности;
- применяются в различных отраслях, включая строительство, аэрокосмическую промышленность, автомобильную отрасль, электронику и другие области, где требуется высокий уровень обеспечения пожарной безопасности.

Классификация огнезащитных красок, их достоинства и недостатки

Огнезащитные краски могут отличаться по составу и химическим свойствам, что влияет на их эффективность и применение. По химическим свойствам различают: интумесцентные, воднодисперсионные, акриловые и силикатные краски (табл. 1).

Таблица 1. Классификация огнезащитных красок по химическим свойствам

№	Тип краски	Достоинства	Недостатки
1.	Интумесцентные краски	- образуют защитный слой, который при воздействии высоких температур интумесцирует (разбухает), образуя толстый защитный пенообразный слой, который эффективно изолирует	- более высокая стоимость по сравнению с другими типами огнезащитных покрытий; - может потребоваться толстый слой для достижения оптимальной

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

№	Тип краски	Достоинства	Недостатки
		поверхность от огня; - хорошая огнестойкость и задержка распространения огня; - возможность нанесения на различные поверхности, включая металлы, дерево, бетон и другие материалы.	защиты; - возможные сложности в нанесении и подготовке поверхности, не всегда эстетически привлекательны.
2.	Водно-дисперсионные краски	- экологически безопасны, не содержат вредных веществ; - легко наносятся и смываются водой; - образуют гибкую плёнку; - низкий уровень токсичности и плохого запаха; - нет необходимости в специальной вентиляции при нанесении; - хорошая адгезия к различным материалам; - могут использоваться внутри помещений.	- более ограниченная стойкость к высоким температурам по сравнению с интумесцентными красками; - могут требовать дополнительных слоев для достижения требуемой огнезащитной эффективности.
3.	Акриловые краски	- хорошая стойкость к высоким температурам; - химическая стойкость; - долговечность и устойчивость к воздействию погодных условий; - возможность использования на различных поверхностях, включая сталь, дерево, пластик и другие материалы.	- могут требовать нескольких слоев для достижения необходимой огнезащитной эффективности; - более высокая стоимость по сравнению с другими видами красок; - некоторые виды могут быть восприимчивы к ультрафиолетовому излучению.
4.	Силикатные краски	- высокий уровень огнестойкости; - устойчивость к УФ-излучению и атмосферным условиям; - хорошая адгезия и долговечность.	- сложности в нанесении и подготовке поверхности; - ограниченный выбор цветов и оттенков.

По составу компонентов краски различают 2 типа: вспучивающиеся и не вспучивающиеся (табл. 2)

Таблица 2. Характеристика антипиренов в зависимости от их состава

№	Тип	Характеристика
1.	Вспучивающиеся краски	Наиболее распространённая группа красок, способных при повышении температуры окружающей среды многократно увеличиваться в объёме, эффективно изолируя от огня и тепла защищаемую поверхность.
2.	Не вспучивающиеся краски	Не расширяющиеся даже при непосредственном контакте с открытым огнём. В их основу входят силикаты, создающие плотную плёнку. Из недостатков – большой расход и более низкая огнезащитная эффективность, по сравнению с термически активными красками.

В области пожарной безопасности огнезащитные краски классифицируются в зависимости от их способности предотвращать возгорание и распространение огня. Обычно они разделяются на классы, такие как Класс А, Класс В и Класс С, в зависимости от степени огнестойкости. Класс А обозначает наивысший уровень огнезащитности, а Класс С - наименьший.

Принцип действия огнезащитной краски (лакокрасочной системы) основан на химической реакции, которая активируется при взаимодействии с огнём, в результате которой толщина огнезащитного покрытия многократно увеличивается, образуя на обогреваемой поверхности конструкции теплоизоляционный слой, защищающий её от нагревания.

Краски могут содержать специальные добавки (воду, мочевины, негорючие газы), которые реагируют на высокую температуру и образуют защитную пленку, замедляющую горение. А также, могут присутствовать вещества, которые образуют пеноподобную структуру при нагреве, предотвращая проникновение огня в материал.

Таким образом, огнезащитная краска действует в двух направлениях: изолирует поверхность и выделяет вещества, блокирующие горение.

Эксперимент «Испытания обработанной древесины огнём»

Для проверки эффективности применения огнезащитных красок был разработан свой способ повышения эффективности огнезащитной краски.

Состав самодельной краски:

- силикат натрия (жидкое стекло Na_2SiO_3) — 75 % от всей смеси;
- алюминиевый порошок (Al) — 25 % от всей смеси.

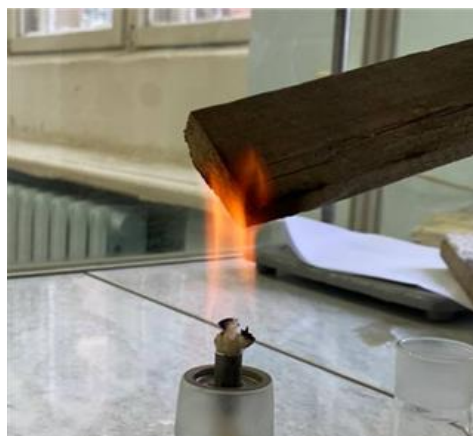
Нанесение: кистью нанесли на поверхность дерева, 200 г получившейся смеси, и дали просохнуть 20 мин.

Суть эксперимента:

Приготовили два одинаковых образца из дерева. На одну из них нанесли огнезащитную краску, вторую оставили без изменений. Затем подожгли каждую палочку спиртовкой.

Сравнение горения дерева без обработки (рис.1 (а, б)) и с обработкой огнезащитной краской (рис. 2 (а, б)). Сравнение двух образцов из дерева до и после огневого воздействия (рис.3 (а, б)).

Результаты эксперимента «Испытания обработанной древесины огнём»



а

Ничем не обработанная древесина
воспламеняется в процессе
огневого воздействия



б

Горение незащищённой древесины
продолжается и без источника
пламени

Рис. 1. Горение необработанной древесины от источника зажигания (а),
без источника пламени (б)



а

При огневом воздействии образуется
слой, препятствующий
горению древесины



б

Горение прекращается сразу
после прекращения
огневого воздействия

Рис. 2. Горение обработанной краской древесины от источника зажигания (а),
без источника пламени (б)



а

Образцы из дерева до
воздействия огня



б

Образцы из дерева после
воздействия огня

Рис. 3. Состояние двух образцов из дерева до (а) и после огневого воздействия (б)

Наблюдая за процессом горения и сравнив их конечное состояние сделали следующий вывод: необработанная древесина легко воспламеняется от источника зажигания и продолжает гореть без него, в отличие от обработанной огнезащитной краской древесины, которая тяжело поддаётся горению и без источника пламени возгорание прекращается. Краска справилась со своей задачей, а значит её применение является эффективным методом для защиты древесины от возгорания.

Существует растущий спрос на экологически чистые огнезащитные краски, которые не содержат вредных химических веществ или летучих органических соединений. Данные исследования сосредоточены для использования в дальнейшей разработке устойчивых альтернатив, которые соответствуют стандартам пожарной безопасности без ущерба для здоровья людей и окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бороздин С.А., Гитцович Г.А., Ветров В.В., Морозов С.С. Эффективность огнезащитных составов при нанесении их на различные породы древесины // Современные проблемы гражданской защиты. 2020. №3 (36).
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ognezashitnyh-sostavov-pri-naneshenii-ih-na-razlichnye-porody-drevesiny> (дата обращения: 11.11.2023).
2. Тычино Н.А. Огнезащита материалов, изделий и конструкций из древесины: испытания и экономика // Проблемы Науки. 2016. №20 (62). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ognezashita-materialov-izdeliy-i-konstruktsiy-iz-drevesiny-ispytaniya-i-ekonomika> (дата обращения: 12.11.2023).
3. Корольченко О.Н., Цариченко С.Г., Константинова Н.И. К вопросу о свойствах пожарной опасности огнезащищенной древесины // Пожаровзрывобезопасность. 2021. №2.
4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-o-svoystvah-pozharnoy-opasnosti-ognezashischennoy-drevesiny> (дата обращения: 12.11.2023).

УДК 614.841.41

Н. Л. Сафонова

Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАГОРАНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ПРИ РАЗЛИТИИ В НИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ

В статье рассматриваются возможности загорания чернозема при разлинии в них нефтепродуктов. Рассмотрены признаки горения чернозема с нефтепродуктами. Полученные в ходе экспериментов концентрации нефтепродуктов, при которых наблюдались признаки горения, отражены в конце статьи.

Ключевые слова: аварийные разливы нефтепродуктов; легковоспламеняющаяся жидкость; поровое пространство; общая пористость.

N. L. Safonova

FORECASTING THE CONSEQUENCES OF OIL AND PETROLEUM PRODUCT SPILLS AND FIRES CAUSED BY THEM

The article discusses the possibilities of burning chernozem when oil products are poured into them. The signs of burning of chernozem with petroleum products are considered. The concentrations of petroleum products obtained during the experiments, at which signs of combustion were observed, are reflected at the end of the article.

Keywords: emergency oil spills; flammable liquid; pore space; total porosity.

Нефтепродукты являются горючими веществами, которые могут негативно влиять на почву при их загрязнении. Важно принимать меры по предотвращению утечек и проливов нефтепродуктов, а также оперативно ликвидировать загрязнение, чтобы минимизировать его негативные последствия для почвы и окружающей среды. Но нефтепродукты не обязательно находятся в свободном жидком состоянии. Поэтому показатели пожарной опасности для жидких горючих веществ к ним неприменимы.

С другой стороны, эти системы нельзя отнести к твердым горючим материалам. Их следует отнести к многофазным дисперсным системам, которые характеризуются наличием макроскопических неоднородностей или включений. Решающую роль здесь должна играть концентрация нефтепродуктов, которая может достигать таких значений, при которых возможно стабильное горение. Предполагается, что при определённых концентрациях горение может происходить в режиме тления, что необычно для жидкостей по объему.

В настоящей работе было проведено экспериментальное определение концентраций нефтепродуктов в чернозёме (Воронежская область), при которых наблюдались признаки горения от внешнего источника зажигания [1].

Чернозем характеризуется рекордно высоким содержанием гумуса (органических веществ, образующихся в ходе сложных биохимических реакций и представляющих собой наиболее доступную форму для питания растений), на сегодняшний день считается, что оно составляет максимум 14 %. Чернозем имеет зернисто-комковатую структуру, устойчивую к выщелачиванию, образованию корки, атмосферным воздействиям и уплотнению. Благодаря такой структуре обеспечивается оптимальный водно-воздушный обмен с атмосферой.

Первоначально образцы почвы были высушены при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния и измельчены в фарфоровой ступке, не разрушая зерен кварца. Для исследования были взяты гранулометрические фракции почв менее 1 мм. Таким образом, были отсеяны крупные каменистые зерна и крупные остатки растительности (травинки, корни, остатки стеблей и т.д.).

Ход определения концентраций воспламенения систем почвы – нефтепродукты. Почвы, исследованные в первой части экспериментов, были пропитаны различными количествами нефтепродуктов. В качестве нефтепродуктов были использованы автомобильный бензин АИ-92 (плотность 0,735 г/см³) компании 65 ПТК, керосин авиационный ТС-1 (плотность 0,780 г/см³), смесевая нефть из нефтепровода «Дружба», г. Самара (плотность 0,850 г/см³) (табл. 1). На прецизионных весах измерили массу навесок для каждого образца почв ($m_n=10$ г). Образец почвы помещали на керамическую плитку. Затем в грунт добавляли 0,1 мл нефтепродукта и перемешивали до получения однородной массы. Приготовленную смесь поджигали от источника открытого пламени. Эксперимент повторяли, увеличивая количество вносимого в почву нефтепродукта (НП) до 0,3, 0,5, 0,7 и т.д. см³.

Таблица 1. Признаки горения чернозема с нефтепродуктами

Кол-во НП, см ³	АИ-92	ТС-1	нефть
1	2	3	4
0,5	слабая вспышка	-	после потухания слабое выделение белого дыма
0,7	вспышка по всей поверхности	вспышка, после потухания выделение дыма белого цвета	вспышка, после потухания слабое выделение дыма белого цвета
0,9	вспышка по всей поверхности	вспышка, непродолжительное горение, после потухания выделение белого дыма	вспышка, после потухания слабое выделение белого дыма

Кол-во НП, см³	АИ-92	ТС-1	нефть
1,1	устойчивое пламенное горение после удаления источника зажигания (ИЗ)	устойчивое пламенное горение после удаления ИЗ, после потухания выделение белого дыма	вспышка, после потухания выделение белого дыма
1,3	-	-	вспышка, после удаления ИЗ мерцает, после потухания выделение белого дыма
1,5	-	-	вспышка, после удаления ИЗ мерцает, после потухания выделение белого дыма
1,7	-	-	неустойчивое пламенное горение после удаления ИЗ, после потухания выделение белого дыма
1,9	-	-	неустойчивое пламенное горение после удаления ИЗ, после потухания выделение белого дыма
2,1	-	-	устойчивое пламенное горение после удаления ИЗ, после потухания выделение белого дыма

Результатами экспериментов стала фиксация концентраций, при которых в системах были установлены тление, выделение дыма, вспышка, воспламенение с последующим устойчивым горением.

Полученные в ходе экспериментов концентрации нефтепродуктов, при которых наблюдались признаки горения, отражены в табл. 2 и представлены на линейчатой диаграмме (рисунок).

**Таблица 2. Концентрация нефтепродуктов, при которых наблюдались
признаки горения на черноземе**

Признаки горения	Концентрация бензина, % масс	Концентрация авиационного керосина, % масс	Концентрация нефти, % масс
дымовыделение	-	5,78	4,25
вспышка	3,68	5,78	5,95
зажигание	8,09	9,08	17,85

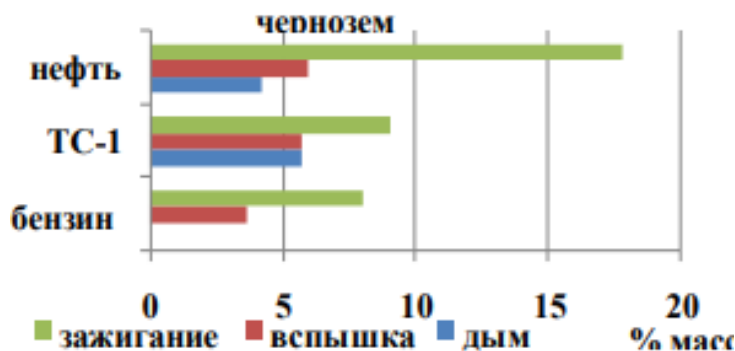


Рисунок. Концентрация нефтепродуктов, при которых наблюдались признаки горения

Наименьшую концентрацию нефтепродукта в почве, при которой возможно зажигание и устойчивое горение системы почва – нефтепродукт, следует считать концентрационным пределом пожарной опасности пористых систем. Этот показатель не включен в систему показателей пожарной опасности. Широкое использование пористых систем в природе и технологиях, на которые может повлиять утечка легковоспламеняющихся жидкостей, настоятельно требует введения такого индикатора.

Было выявлено, что чернозем является наиболее огнеопасным в сочетании с нефтью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нерубенко, А.С. Влияние морфологии почв на возможность возникновения пожаров в почвенных системах / А.С. Нерубенко, М.А. Галишев // Надзорная деятельность и судебная экспертиза в системе безопасности. – 2016. – № 2. – С. 25–27.
2. Андреева, Д.М. Почвоведение с основами геологии / Д.М.Андреева, В.Б. Воробьев, Е.И. Петровский; под ред. Горбылевой А.И. – М.: Новое знание, 2002. – 480 с.
3. ГОСТ 12.1.044–89 Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения. – М.: Стандартинформ, 2006. – 99.

УДК 614.841.1

С. Ф. Свищевский, С. Л. Лейнова, Г. А. Соколик, С. Я. Рубинчик
Белорусский государственный университет

В данной статье представлены результаты оценки токсичности газовой смеси, образующейся при горении материалов на основе древесины и ее заменителей, используемых для отделки пола, стен и потолков. Исследовались материалы без огнезащиты и материалы, обработанные огнезащитными составами.

Ключевые слова: пожарная безопасность; токсичность продуктов горения; внутренняя отделка помещений.

S. F. Svirshevsky, S. L. Leinova, G. A. Sokolik, S. Ya. Rubinchik

TOXICITY OF THE GAS MIXTURE FORMED WHEN BURNING FINISHING MATERIALS MADE BASED ON WOOD AND ITS SUBSTITUTES

This article presents the results of an assessment of the toxicity of the gas mixture formed during the combustion of wood-based materials and its substitutes used for finishing floors, walls and ceilings. Materials without fire protection and materials treated with fire retardants were studied.

Keywords: fire safety; toxicity of combustion products; interior decoration.

При совместном применении в одном и том же помещении полимерных материалов различного назначения (для устройства пола, стен, потолков), токсичность газовой фазы, образующейся при пожаре, будет обусловлена возгоранием всех находящихся в данном замкнутом пространстве материалов.

Под воздействием высоких температур при возгорании образуются всевозможные химические вещества, состав и, как следствие, токсическая опасность которых определяется составом и свойствами, а также технологией изготовления готовой продукции. Отравление газообразными продуктами, образующимися при термическом разложении используемой в помещении отделки, является одной из основных причин смерти людей на пожарах [1].

Основой всех отделочных материалов, изготовленных на основе древесины и ее заменителей, является целлюлоза $(C_6H_{10}O_5)_n$, помимо нее в древесине присутствуют лигнин, смолы, эфирные масла. Все эти вещества при возгорании могут выделять значительное количество оксида углерода (CO).

Целью данной работы была сравнительная оценка токсической опасности материалов на основе древесины и ее заменителей, используемых при внутренней отделке помещений в качестве напольных, настенных, потолочных покрытий. Исследовались отделочные материалы без огнезащиты, а также материалы, обработанные огнезащитными смесями. Всего было проанализировано 86 материалов.

Изделия из древесины могут быть использованы для внутренней отделки практически во всех жилых помещениях (а также в школах, спортивных и концертных залах, комнатах отдыха и др.).

Для внутренней отделки помещений используются деревянные плиты, изготовленные либо из цельного дерева (цельный паркет), либо деревянные, облицованные шпоном (многослойный паркет, отделочные древесные плиты). Клей, используемый при создании многослойного деревянного покрытия или облицовочного слоя, мебельный воск, лаки, краски, необходимые для защиты внешнего слоя изделий, также могут быть дополнительным источником токсичных газов при пожаре.

К отделочным материалам на основе заменителей дерева относятся: ламинат, древесностружечные плиты (ДСП), древесноволокнистые плиты (ДВП), среднеплотные древесноволокнистые плиты (МДФ).

Ламинат – многослойный материал, изготовленный с использованием древесного волокна.

Плиты ДСП изготавливаются методом горячего прессования древесной стружки или опилок, древесноволокнистые плиты (ДВП) изготавливаются на основе древесного волокна и дробленки, волокна которых так же, как и при изготовлении ДСП, уплотняются в единое целое либо с помощью формальдегидных смол, либо за счет лигнина, плиты МДФ производятся из плотно спрессованной «древесной пыли».

В состав таких плит входят натуральные вещества (целлюлоза, лигнин), являющиеся базовыми (также, как и у изделий из древесины), а также, используемые при их изготовлении, формальдегидные смолы, добавки, вводимые в материал для придания изделиям определенных свойств, а также материалы, используемые для создания внешнего слоя (шпон из цельных пород дерева, краска, лаки, смолы, меламин и др.). Таким образом, токсичность продуктов горения ДСП, ДВП и МДФ, изготовленных на основе древесных стружек и древесного волокна, опилок, будет определяться всеми составляющими материала и технологией изготовления готовой продукции.

Контроль токсичности продуктов горения строительных и отделочных материалов, в том числе изготовленных на основе древесины и ее заменителей, является обязательным и регламентирован нормативными документами, действующими на территории Республики Беларусь: СН 45-2.02.05-2020, СН 3.02.08-2020, ГОСТ 4598-2018, ГОСТ 862.1-2020, ГОСТ 862.3-2020, ГОСТ 862.4-2020.

Показатель токсичности продуктов горения (H_{CL50}) определялся в соответствии с методом, представленным в [2], как отношение количества исследуемого материала к единице объема замкнутого пространства, в котором образующиеся при горении материала газообразные продукты вызывают гибель 50 % подопытных животных. Данный метод предусматривает определение показателя токсичности и контроль содержания карбоксигемоглобина в крови погибших подопытных животных.

В представленной работе токсическая опасность продуктов горения каждого из исследованных отделочных материалов оценивалась по полученным значениям показателей токсичности, на основании которых в соответствии с классификацией, представленной в [1], было установлено, к какому классу опасности относится испытываемый материал, а также по удельным выходам оксида углерода (СО), которые рассчитывались с использованием формулы, приведенной в [3], на основании данных о содержании этого газа в образующейся при горении газовой смеси.

Оценка содержания карбоксигемоглобина показала, что для всех материалов содержание карбоксигемоглобина в крови погибших подопытных животных превышало 50 %, что свидетельствует о том, что основным

токсичным газом, вызвавшим гибель животных, являлся СО.

Материалы для устройства пола, которые были отобраны для исследований, представляли собой: штучный паркет, многослойный паркет, ламинат, древесностружечные и древесноволокнистые плиты.

Для напольных покрытий, изготовленных на основе древесины и ее заменителей, зарегистрированные значения H_{CL50} составили: минимальные — 25 г/м³, максимальные — 78 мг/м³, соответствующие им максимальные удельные выходы СО при этом изменялись от 270 до 85 мг/г.

Наибольшие удельные выходы СО и наименьший показатель токсичности продуктов горения были зарегистрированы для штучного паркета, изготовленного из натуральной древесины [4].

Среди всех исследованных напольных покрытий 48,7 % было отнесено к умеренноопасным, 51,3 % — к высокоопасным.

Материалы для устройства стен, которые были отобраны для исследований, представляли собой: плиты из натурального дерева и плиты из заменителей дерева (ДСП, ДВП и МДФ).

Для настенных покрытий, изготовленных на основе древесины и ее заменителей, минимальные зарегистрированные значения H_{CL50} составили 21 г/м³, максимальные — 113 мг/м³, удельные выходы СО при этом изменялись от 263 до 60 мг/г.

Максимальный удельный выход СО был выявлен у МДФ и составил 263 мг/г, что в 1,2–1,4 раза выше, у других видов материалов в данной группе отделки (ДСП, ДВП, натуральное дерево). Наибольшее значение показателя токсичности продуктов горения было выявлено у ДСП (в 2,4–2,6 раз выше, чем у изделий из натурального дерева, ДВП и МДФ). Таким образом, было показано, что токсическая опасность ДСП при возгорании может быть меньше по сравнению с токсической опасностью настенных покрытий из натурального дерева, ДВП и МДФ.

Среди всех исследованных настенных покрытий 34,8 % было отнесено к умеренноопасным, 65,2 % — к высокоопасным.

Материалы для устройства потолков, которые были отобраны для исследования, представляли собой: панели, применяемые при создании панельных потолков из дерева и его заменителей (ДСП, ДВП и МДФ), и во многом были аналогичны панелям, применяемым для отделки стен.

Для материалов на основе древесины и ее заменителей, используемых для устройства потолков, минимальное зарегистрированное значение H_{CL50} составило 18 г/м³, максимальное — 66 г/м³. В группе материалов для отделки потолков максимальное значение удельного выхода СО наблюдалось у материалов, изготовленных на основе древесины (347 мг/г), и было в 2 раза выше, чем у материалов на основе ее заменителей.

Среди всех исследованных потолочных покрытий 37,5 % было отнесено к умеренноопасным, 62,5 % — к высокоопасным.

Были также исследованы образцы древесины и ее заменителей, используемые для отделки пола, стен и потолков, обработанные или пропитанные различными огнезащитными составами.

Удельные выходы СО у обработанных огнезащитными составами материалов составили 213–299 мг/г, минимальные значения показателей токсичности продуктов горения при этом изменялись от 36 до 29 мг/м³.

Максимальные удельные выходы СО для этих же материалов обработанных или пропитанных огнезащитными веществами, составили 263–347 мг/г, минимальные значения показателей токсичности продуктов горения при этом изменялись от 18 до 25 мг/м³.

На рис. 1 представлены максимальные зафиксированные значения удельных выходов СО, образующегося при термическом разложении материалов для внутренней отделки помещений, которые были изготовлены на основе древесины и ее заменителей, а на рис. 2 — минимальные значения показателей токсичности продуктов горения этих материалов, соответственно.

Установлено, что обработка материалов различными огнезащитными составами не привела к изменению класса опасности материалов: как исходные, так и обработанные материалы по токсичности продуктов горения относятся к высокоопасным.

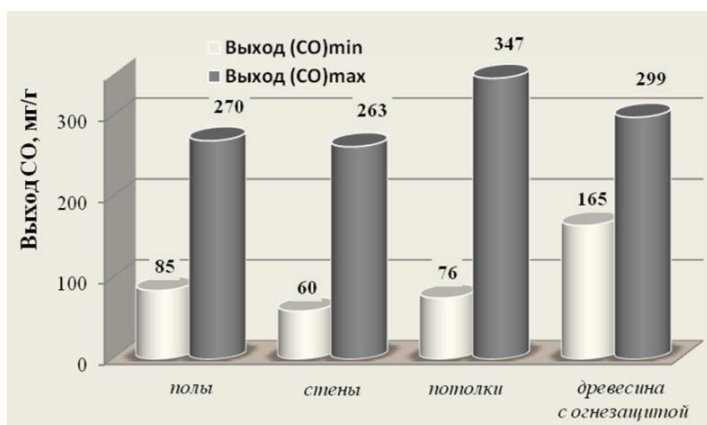


Рис. 1. Минимальные и максимальные значения удельных выходов оксида углерода (СО), зафиксированные при горении материалов на основе древесины и ее заменителей, используемых при различных вариантах отделки

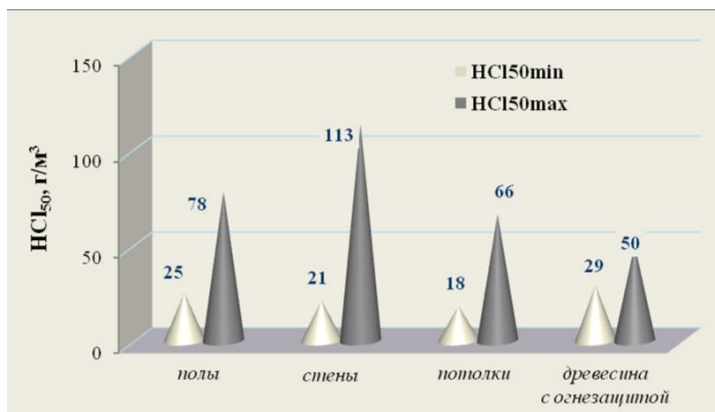


Рис. 2. Минимальные и максимальные значения показателей токсичности продуктов горения (HCl₅₀), зафиксированные при горении материалов на основе древесины и ее заменителей, используемых при различных вариантах отделки

Проведенная сравнительная оценка токсической опасности отделочных материалов на основе древесины и ее заменителей, показала, что наиболее токсичными при горении были потолочные покрытия, изготовленные на основе древесины, наименее токсичными — настенные покрытия, изготовленные на основе заменителей дерева (древесно-стружечные плиты).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маркизова Н.Ф., Преображенская Т.Н., Башарин В.А., Гребенюк А.Н. Токсичные компоненты пожара. – СПб: ФОЛИАНТ, 2008. – 208 с.
2. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84): Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения: – Введ. 01.01.91. – Переиздание ноябрь 2011 г. с Изменением № 1, утвержденным в июле 2000 г. – 104 с.
3. Соколик Г.А. [и др.] Совершенствование подходов к оценке токсичности газовой среды, образующейся в результате возгорания материалов различного назначения, при их совместном применении / Г.А. Соколик [и др.] // Сборник трудов XXXI Международной научно-практической конференции «Предотвращение. Спасение. Помощь», 17 марта 2021 г. – Химки: ФГБВОУ ВО АГЗ МЧС России, 2021. – С. 140–145.
4. Свирщевский С.Ф., Лейнова С.Л., Соколик Г.А., Рубинчик С.Я. Токсическая опасность продуктов горения напольных покрытий, изготовленных на основе древесины. Сборник материалов V Международной научно-практической конференции «Современные пожаробезопасные материалы и технологии», 14 октября 2021 г. – Иваново: МЧС России, 2021 – С. 142–148.

УДК 577.118

Д. В. Ситанов, Д. И. Блинов, А. И. Князев

Ивановский государственный химико-технологический университет

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННОЙ МЕТОДИКИ ЭКСПРЕСС АНАЛИЗА СОСТАВА ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И БИОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР В УСЛОВИЯХ ЗАДЫМЛЕНИЯ И ИНТЕНСИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТРАВЛЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Работа носит поисковый характер и посвящена теоретическим вопросам определения факта отравления человека токсичными веществами, в том числе продуктами горения. Показано, что кожные покровы живых организмов, а также покровы объектов растительного происхождения, имеют возможность массообмена с окружающей средой, что рассматривалось как основа предлагаемой методики. В качестве источника эмиссии ионного

состава клеток использовался диэлектрический барьерный разряд в воздухе, зажигаемый в непосредственной близости к исследуемому образцу.

Ключевые слова: металлы; плазма; характеристический спектр; клеточные структуры.

D. V. Sitanov, D. I. Blinov, A. I. Knyazev

NATURAL SCIENTIFIC ASPECTS OF INNOVATIVE METHODS FOR EXPRESS ANALYSIS OF THE COMPOSITION OF NATURAL OBJECTS AND BIOLOGICAL STRUCTURES UNDER CONDITIONS OF SMOKE AND INTENSIVE IMPACT OF TOXIC SUBSTANCES

The work is exploratory in nature and is devoted to theoretical issues of determining the fact of human poisoning by toxic substances, including combustion products. It was shown that the skin of living organisms, as well as the skin of objects of plant origin, have the ability to exchange mass with the environment, which was considered as the basis of the proposed methodology. A dielectric barrier discharge in air, ignited in close proximity to the sample under study, was used as a source of emission of the ionic composition of cells.

Keywords: metals; plasma; characteristic spectrum; cellular structures.

Введение

Современный уровень развития техники и технологии характеризуется явными признаками междисциплинарности. Новые прорывные научные решения и связанные с ними практические подходы к решению задач становятся эффективными только на стыке различных дисциплин. Такой подход принято называть междисциплинарным [1]. Одним из важных приоритетных направлений развития экономики России является повышение защищенности граждан не только в социальной сфере, но и в здравоохранении, а также защиты от воздействия неблагоприятных экологических факторов, в том числе факторов, связанных с производственной деятельностью. При этом риски, связанные с возгоранием на объектах производственной сферы, исключать нельзя хотя бы потому, что в случае их возникновения последствия их воздействия на человека могут оказаться очень серьезными [2]. В [3] рассматриваются вопросы, связанные с влиянием опасных факторов пожара. Они достаточно серьёзны, и в связи с этим разрабатываются и используются ряд профилактических мер, призванных уменьшить их роль на человека [4]. Однако влияния факторов продуктов горения могут быть скрытым, и их проявление может носить отсроченный (накопительный) характер. При этом самочувствие человека может быть вполне удовлетворительным, однако внутренние процессы организма уже свидетельствуют о наличии определенного вида расстройств [5]. В данной работе показаны физические принципы, которые можно заложить в основу создания мобильного устройства, позволяющего осуществлять контроль ранних признаков отравления организма продуктами горения различного происхождения.

Основы методики и её техническая реализация

Определенный баланс микроэлементов очень важен для организма. Это различные катионы и анионы, присутствующие в организме в виде различных химических соединений. Так известно, что нарушение пропорций микроэлементов с одной стороны может приводить к серьёзным заболеваниям, а с другой стороны свидетельствовать о проявлении защитных функций организма на внешние, в том числе и отравляющие, факторы. Например, избыток натрия (как правило, в виде диссоциированной формы NaCl) приводит к патологическим ситуациям, однако растворы NaCl используют как диуретик при отеке головного мозга. С другой стороны, в результате внутренних физиологических процессов, с целью задержания жидкости в организме (например, с целью вывода токсинов), может увеличиваться содержание натрия в клетках. Последнее является следствием уменьшения калия и кальция (что в свою очередь тоже является своеобразной патологией). То есть, изменение состава клеточной жидкости можно связать с фактами отравления организма в результате контактов с неблагоприятными климатическими и (или) техногенными факторами [6]. Используя данный принцип можно предложить простой, но эффективный метод контроля наличия в клеточных структурах химических элементов. Причем настроить методику можно так, чтобы фиксировать только избыточные концентрации элементов. В качестве способа реализации методики мы использовали диэлектрической барьерный разряд (ДБР) при атмосферном давлении в воздухе. В случае использования ДБР переменный ток будет протекать, и замыкаться на барьерных структурах биологических образцов. При правильном подборе мощности, вкладываемой в разряд, повреждения кожных покровов не будет, а элементарный состав клеточных структур эпителия будет определяться спектрально. Таким образом, средством визуализации внутреннего строения клеточных структур будет спектр излучения разряда, который следует сравнивать с характеристическим спектром, используемым в качестве эталона.

Для наших экспериментов с целью возбуждения разряда в непосредственной близости от кожных покровов мы использовали зонд оригинальной конструкции и генератор с фиксированной частотой 15 кГц. Напряжение на выходе генератора могло меняться до 10 кВ, что было с большим запасом для целей наших экспериментов. Выходное напряжение каждый раз подбиралось экспериментально с учетом специфики объекта исследования. Для нас являлось обязательным требование отсутствия повреждений биологических структур за счет деструктивного действия разряда.

Качественный состав жидкой фазы приповерхностных слоев биологических структур контролировался спектрально с использованием портативного малого дифракционного 55-миллиметрового спектрометра CLMG-7206 фирмы Gain Express. Спектрометр не требовал отдельного источника питания, имел малые размеры и, в связи с этим, мог использоваться даже в полевых условиях. В качестве детектора использовалась веб-камера

Logitech HD Webcam C270 (1,3 Мпикс), осуществляющая автоматическую коррекцию освещенности и обеспечивающая естественную цветопередачу. Отметим, что для получения резонансных линий металлов в спектрах излучения разрешающей способности данной камеры было вполне достаточно.

На рис. 1 приведено схематическое изображение кутикулы, представляющей собой множества жестких, но гибких, неминеральных внешних покрытий организма, обеспечивающих его защиту. Подобное строение защитных покровов имеют все живые организмы и растения. На рис. 1 в качестве примера показано строение эпидермиса листовой пластины растения.

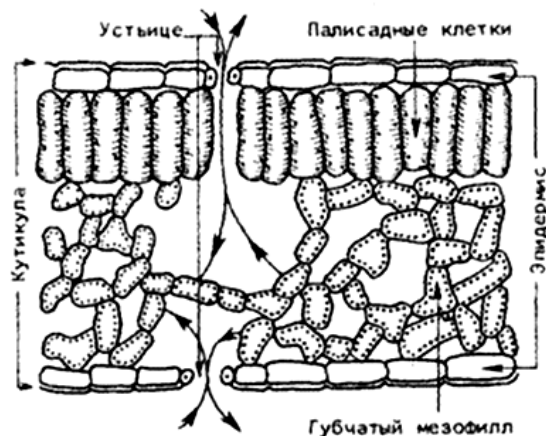


Рис. 1. Строение кутикулы (стрелками показаны каналы массообмена)

Клетки мезофилла окружены средой, в которой присутствует вода, содержащая различные анионы и катионы. В эпидермисе расположены так называемые устьица, образованные двумя смыкающимися клетками. Через эти устьица обеспечивается испарение воды и газообмен с окружающей средой. При зажигании разряда вблизи биологической структуры в них могут реализовываться высокие напряженности электрического поля за счет неоднородности объекта. В клетках живого организма под действием плазмы образуются колебания с различными частотами, а под действием электромагнитных волн иницируются волновые процессы. При этом вполне вероятно, что в биологических структурах металлы, находящиеся в ионизованном состоянии, могут быть подвержены перемещению под действием электромагнитных полей. Другими словами, можно ожидать эмиссию зараженных частиц в объем плазмы с последующим их возбуждением и получением характеристического излучения.

Выводы и перспективы дальнейшего исследования

Итак, в работе показано, что с использованием недорогого оборудования, можно контролировать состав клеточных структур и следить за динамикой патологического воздействия отравляющих факторов на организм человека. В настоящее время выполнены эксперименты по эмиссии катионов в объем плазмы, локализуемой в непосредственной близости от кожных покровов. Дальнейшее развитие этого направления в области изучения возможности спектрального контроля анионов, позволит спроектировать устройство для комплексного анализа состояния организма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов О.П., Винник М.А. Междисциплинарность – основа синтеза наук. / Сложные системы. 2012. № 1 (2). С. 4-6.
2. Власов К.С., Григорьев А.Н., Данилов М.М., Денисов А.Н., Пилецкий Р.В. Оценка факторов влияющих на принятие управленческого решения при тушении пожаров на химических предприятиях. // Гражданская оборона на страже мира и безопасности: сборник материалов VII Международной научно-практической конференции, посвященной Всемирному дню гражданской обороны в год 90-летия со дня образования Академии ГПС МЧС России. Москва, 2023. С. 294-298.
3. Пузач С.В., Смагин А.В., Лебедченко О.С., Доан В.М., Полевода И.И., Полоз Д.А., Осяев В.А., Кузьмицкий В.А. Роль динамики опасных факторов пожара в патогенезе отравления человека на пожаре. / Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. 2010. № 1 (11). С. 4-10.
4. Мельников И.Н., Захарченко М.Ю. Биоразлагаемая насадка на респиратор от отравления монооксидом углерода при пожаре. // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XII международной научно-практической конференции, посвященной году гражданской обороны, 29–30 ноября 2017 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 505-507.
5. Соколик Г.А., Лейнова С.Л., Свищевский С.Ф. Оценка токсической опасности продуктов горения полимерных материалов и материалов, содержащих полимеры. // Чрезвычайные ситуации: предупреждение и ликвидация: сборник научных трудов VII Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию создания первого в Республике Беларусь научного подразделения в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и пожаров. В 2-х частях. 2016. С. 56-68.
6. Звездина Ю.Д., Снеткова Н.В., Биржина С.А. Микроэлементный состав организма, как этиологический фактор возникновения ретенции и первичной адентии. / Dental Forum. 2011. № 3. С. 53.
7. Антонов В. Г. Водно-электролитный обмен и его нарушения: руководство для врачей. – М.: ГЭОТАР – Медиа. 2020. – 208 с.

УДК 699.812:666.972.16+691.6

С. С. Смирнова, Д. С. Чашкин, Т. А. Мочалова, О. Е. Сторонкина
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ МЯГКОЙ МЕБЕЛИ ОТ КАЛЬЯННЫХ УГЛЕЙ

В статье описываются результаты исследования воспламеняющей способности кальянных углей марок «Carbopol» и «Cocos» при контакте с элементами мягкой мебели.

Ключевые слова: тлеющие кальянные угли; мягкая мебель; пожарно-техническая экспертиза.

S. S. Smirnova, D. S. Chashkin, T. A. Mochalova, O. E. Storonkina

ASSESSMENT OF FLAMMABILITY OF UPHOLSTERED FURNITURE FROM HOOKAH COALS

The article describes the results of a study of the flammability of hookah coals of the «Carbopol» and «Cocos» brands in contact with elements of upholstered furniture.

Keywords: smoldering hookah coals, upholstered furniture, fire-technical expertise

В последние годы стало популярным курение кальянов, как в специализированных кальянных комнатах, так и в домашних условиях. При этом, в случае опрокидывания кальяна, раскаленные угли могут оказаться на поверхности горючих материалов, например, мягкой мебели. Следовательно, существует высокая вероятность возникновения пожара [1].

Целью данного исследования является моделирование условий возгорания мягкой мебели при контакте с тлеющими кальянными углями.

Объектами исследования служили кальянные угли марок «Carbopol» (диаметр 35 мм) и «Cocos» и модельные образцы элементов мягкой мебели.

Образцы для проведения исследований имитировали мягкую мебель: верхний слой – обивочная ткань, затем тонкий слой синтетический прокладочной ткани, поролон, деревянная основа, которая устанавливалась на опоры для мебели высотой 8 см.

Нами были изготовлены модельные образцы «диванов»:

– образец №1 — в основе мебельный щит (материал — сосна), на который укладывали поролон высотой 4 см (в качестве набивочного материала), поверх поролона укладывали прокладочный материал и обивочную ткань марки «Vicont»;

– образец №2 — в основе мебельный щит (материал — сосна), поролон высотой 4 см, прокладочный материал, обивочная ткань марки «Николь»;

– образец №3 — в основе ламинированная ДСП, поролон высотой 4 см, прокладочный материал, обивочная ткань марки «Vicont»;

– образец №4 — в основе ламинированная ДСП, поролон высотой 4 см, прокладочный материал, обивочная ткань марки «Николь».

При проведении исследований определяли время прогорания образца, температуру в зоне тления измеряли с помощью пирометра «Testo 845».

Все испытания проводились при температуре окружающей среды $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

Характеристики обивочной ткани, исследуемой в работе, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Параметры обивочных тканей

№	Вид ткани	Состав	Плотность, г/м ²
1.	«Николь»	полиэстер 100 %	264
2.	«Vicont»	полиэстер 100 %	500

Ранее нами определено, что чем больше плотность ткани, тем дольше она сопротивляется прогоранию, аккумулируя при этом тепло от углей в месте их контакта, и тем самым, увеличивается температура тления [2]. Кроме того, нами показано, что в условиях принудительной вентиляции зажигательная способность тлеющих кальянных углей возрастает [3].

Методика проведения данного исследования заключалась в следующем: в металлической емкости разжигали уголь с помощью газовой горелки в течение 5 минут, после чего его помещали на поверхность образцов.

В ходе экспериментов установлено, что раскаленные кальянные угли обеих марок быстро прожигают обивочные ткани и поролон «сидений» моделей диванов: в течение 1 минуты угли достигли основы. При этом наблюдали сильное выделение дыма при горении образцов № 1 и № 3. Ткани, в местах контакта раскаленных углей со «спинкой» моделей дивана, плавилась, это типично для тканей из полиэстерных волокон [4]. Температура в данной зоне достигала максимального значения 171 °С.

Воспламенения и распространения пламени по поверхности образцов в нашем опыте зафиксировано не было.

Ниже в табл. 2 представлены результаты изменения температуры в очаге тления.

Таблица 2. Результаты испытания

Время (мин)	Образец 1		Образец 2		Образец 3		Образец 4	
	t °С		t °С		t °С		t °С	
	Carbopol	Cocos	Carbopol	Cocos	Carbopol	Cocos	Carbopol	Cocos
5	300	142	300	145	252	152	264	150
10	315	110	350	200	242	147	273	237
15	312	107	315	215	250	240	236	172
20	300	127	325	250	270	140	283	240
25	295	151	327	272	202	141	259	217
30	301	150	287	250	207	155	247	277
35	308	149	300	230	144	133	245	235
40	317	164	318	221	139	131	243	234
45	317	164	318	220	105	130	220	200
60	318	178	320	235	93	125	186	130

Как видно из данных таблицы в течение часа температура в очаге тления остается высокой ввиду низкой теплоотдачи изделий. На 38 минуте исследований был зафиксирован рост температуры в очаге тления образцов № 1 и № 2. Это связано с началом гетерогенного горения (тления) мебельного щита, выполненного из сосновой древесины (начало пиролиза древесины происходит при 160–170 °С [5]). Глубина прогара мебельного щита в местах его контакта с тлеющими кальянными углями разных марок, составила в 5-6 мм. Вид угля («Carbopol» или «Cocos») не оказал достоверного влияния на глубину прогара мебельного щита.

Температура в очаге тления образцов № 3 и № 4 постепенно снизилась, что, вероятно, связано с отсутствием процесса тления ламинированной ДСП, который мог бы поддерживать высокую температуру в очаге.

В ходе эксперимента нижняя поверхность мебельного щита и ламинированной ДСП под очагом тления также нагрелась, в среднем до температуры 35 °С.

Таким образом, при попадании раскаленных кальянных углей на мягкую мебель, они быстро прожигают/проплавливают обивочные ткани на основе ПВХ и набивочный материал (поролон). Если в качестве основы под мягкую мебель использован мебельный щит из сосны, то он в условиях аккумуляции тепла начинает тлеть, что может в дальнейшем привести к воспламенению и пожару.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Удилов Т.В., Кузнецов К.Л., Азовкина А.В. Исследование зажигательной способности кальянных углей // Вестник Восточно-Сибирского института Министерства внутренних дел России, 2013, Вып. 4 (67), С. 107 - 114.
2. Кулик Е.В. Воспламеняемость отделочных текстильных материалов от кальянных углей / Е.В. Кулик, Т.А. Мочалова, О.Е. Сторонкина // Актуальные вопросы естествознания: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 30 марта 2023 года – Иваново: ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», 2023. – С. 55-59. – EDN UVNJOV.
3. Мочалова Т.А. Исследование способности к воспламенению и устойчивому горению мягких элементов мебели от кальянных углей / Т.А. Мочалова, О. Е. Сторонкина // Современные проблемы гражданской защиты. – 2023. – № 3(48). – С. 95-99. – EDN VCNIOX.
4. Кирюхин С.М., Шустов Ю.С. Текстильное материаловедение. М.: Колосс, 2011. 360 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). ISBN 978 - 5 - 9532 - 0619 – 8.
5. Демидов П.Г., Шандыба В.А., Щеглов П.П. Горение и свойства горючих веществ. – 2-е изд., перераб. – М.: Химия, 1981, – 272 с.

УДК 544.23.022 : 614.841

А. Н. Соколов, Г. А. Пригорелов, А. В. Свиридов

Военная академия радиационной, химической и биологической защиты
имени Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко

ОТРАВЛЕНИЕ ПРОДУКТАМИ ГОРЕНИЯ, СОДЕРЖАЩИМИ ЦИАНИДЫ

Отравление продуктами горения — основная причина смертности при пожарах. Одними из наиболее токсичных и опасных химических веществ, выделяющихся при горении, являются синильная кислота и её соли — цианиды. В статье показан обзор исследований механизмов поражающего действия токсичных продуктов горения, последствий отравлений цианидами, указаны основные направления антидотной терапии при остром отравлении цианидами.

Ключевые слова: продукты горения; пожары; синильная кислота; цианиды; антидотная терапия.

A. N. Sokolov, G. A. Prigorelov, A. V. Sviridov

POISONING BY GORENJE PRODUCTS CONTAINING CYANIDES

Poisoning by gorenje products is the main cause of death in fires. Gorenje acid and its salts, cyanides, are one of the most toxic and dangerous chemicals released during combustion. The article provides an overview of studies on the mechanisms of the damaging effects of toxic combustion products, the consequences of cyanide poisoning, and indicates the main poisoning of antidote therapy in acute cyanide poisoning.

Keywords: gorenje products; fires; prussic acid; cyanides; antidote therapy.

Более 80 % пострадавших при пожарах погибают в результате отравления продуктами горения, которые представляют собой сложную смесь аэрозолей, газов и паров, образующихся при пиролизе или термическом разложении горящих материалов. К основным токсичным соединениям дыма относятся: монооксид углерода (угарный газ), диоксид углерода (углекислый газ), цианистый водород, диоксид азота, диоксид серы, альдегиды, фосген, хлороводород, фтороводород и другие [1]. Токсичность синильной кислоты при пожарах в 35 раз выше, чем монооксида углерода. Концентрация ее в воздухе достигает 200 ppm, что приводит к смерти при воздействии на протяжении 30–60 минут.

Общепринято выделить следующих основных механизмов поражающего действия дыма и токсичных продуктов горения: раздражающее действие, обусловленное непосредственным контактом, приводящим к изменению pH, специфическим токсическим эффектам и неспецифическим

химическим реакциям; термическое повреждение, возникающее вследствие действия раскалённых газов, паров, капель и частиц, присутствующих в дыме; гипоксическое состояние, обусловленное замещением кислорода воздуха при воздействии простых асфиксантов (азот, метан) или нарушением клеточного метаболизма при воздействии тканевых асфиксантов (монооксид углерода, синильная кислота, сероводород и другие).

Ингаляционное поражение токсичными соединениями сопровождается развитием ожогов дыхательных путей и гипоксии. Общим результатом токсического эффекта при этом является формирование острого энергетического дефицита при отсутствии характерного специфического (морфологического) субстрата отравления: структурные изменения носят вторичный характер. Клиника поражения токсичными продуктами горения укладывается в картину ожога дыхательных путей и отравления веществами общетоксического действия.

Цианогруппу (CN) имеют следующие соединения: нитрилы (синильная кислота, дициан, цианид калия, хлорциан, пропионитрил); изонитрилы (фенилизонитрилхлорид); цианаты (фенилцианат); изоцианаты (метилизоцианат, фенилизотиоцианат); тиоцианаты (роданид калия); изотиоцианаты (метилизотиоцианат). Наименее токсичными (ЛД₅₀ более 500 мг/кг) являются цианаты и тиоцианаты; изоцианаты и изотиоцианаты обладают раздражающим и удушающим действием. Общеядовитое действие (за счёт отщепления в организме иона -CN^- от исходного вещества) проявляют нитрилы и в меньшей степени изонитрилы. Высокой токсичностью, кроме самой синильной кислоты и её солей, отличаются хлорциан, бромциан и пропионитрил (уступает цианиду калия в токсичности в 3–4 раза).

В 2007 году Национальный институт охраны труда (NIOSH) США опубликовал доклад «Предотвращение смертельных исходов, связанных с сердечными приступами и другими внезапными сердечно-сосудистыми событиями» (NIOSH, 2007), в котором отмечается, что цианистый водород образуется при неполном сгорании любого вещества (как природного, так и синтетического), содержащего углерод и азот. Термическое разложение и пламенное горение азотсодержащих материалов (шерсть, полиакрилонитрил, пенополиуретан, полиамиды, полиимиды, некоторые сорта бумаги и бумажных изделий и другие) являются причиной появления цианистого водорода в окружающей атмосфере. Для его генерации во время горения и пиролиза требуются относительно высокие температуры. Так, например, при сгорании в помещении объёмом около 30 м³ 1 кг акрилонитрила выделяется цианистый водород в абсолютно смертельной концентрации, приводящей к гибели человека через несколько минут после воздействия [2].

В эксперименте на приматах, подвергнутых воздействию пиролизных продуктов полиакрилонитрила, цианистый водород является основным токсичным продуктом.

В декабре 2009 года при пожаре в ночном клубе (г. Пермь, Россия) погибло 156 человек (111 непосредственно на месте происшествия, 45 — в стационаре). Одной из главных причин летального исхода было отравление продуктами горения, прежде всего цианидом, образовавшимся при горении пластмассы и пенополистирола.

Потенциально смертельный уровень цианида в крови был зарегистрирован у лиц, подвергнувшихся воздействию токсичных продуктов горения и выживших на фоне проводившейся специфической антидотной терапии.

В ходе анализа смертельных случаев при пожарах цианид был обнаружен в крови пострадавших в каждом исследовании, в котором он был измерен. При этом процент смертельных случаев при токсических концентрациях цианида (менее 1 мг/л) в крови варьировался от 33 % до 87 %. Анализ концентрации карбоксигемоглобина и цианида в крови при смертельных исходах свидетельствует о синергизме угарного газа и цианидов: их концентрация в крови пострадавших ниже, чем при изолированном отравлении токсикантами [3]. Наличие цианидов в крови пострадавших сопровождается их обнаружением в некоторых внутренних органах (лёгких, печени, селезёнке). Аналогично синильной кислоте и многочисленным её производным действуют сульфиды (в том числе, сероводород) и азиды (в частности, азид калия).

При проведении исследования [4] 39 пациентов, подвергшихся ингаляционному воздействию продуктов горения, выявлено, что концентрация лактата более 10 ммоль/л в плазме крови коррелировала с токсическими (более 40 мкмоль/л) уровнями цианида в крови (концентрация менее 40 мкмоль/л определялась как нетоксическая, от 40 до 100 мкмоль/л — как потенциально токсическая, 100 мкмоль/л и более — как потенциально летальная). Авторы пришли к выводу, что высокие концентрации лактата в плазме косвенно свидетельствует об отравлении цианидами у лиц, подвергшихся воздействию токсических продуктов горения без значительных ожогов (менее 15 % площади поверхности тела).

Воздействие продуктов горения, содержащих цианиды, сопровождается респираторными и сердечно-сосудистыми эффектами, приводящими к нарушению поведенческих реакций. Быстрое развитие гипоксии и судорог является характерной особенностью острого отравления продуктами горения, содержащими цианид. В экспериментах на обезьянах макаках исследовали особенности влияния сублетальных концентраций дымовых газов на поведенческие реакции. Одна группа животных подвергалась воздействию паров синильной кислоты, вторая — газообразных продуктов пиролиза полиакрилонитрила, содержащих синильную кислоту в качестве основного токсического компонента.

Сразу после воздействия у животных обеих групп фиксировалось резкое увеличение минутного объёма дыхания с одновременным увеличением амплитуды Т-волны ЭКГ, снижением частоты сердечных сокращений, а вскоре

— увеличением медленных дельта-волн ЭЭГ с последующей потерей сознания, развитием апноэ и судорожных пароксизмов. ПДК синильной кислоты — 0,3 мг/м³, пороговая концентрация и токсическая доза — 1,3 мг/м³ и 0,1 мг·мин/л, смертельные — 25 мг/м³ и 1,5 мг·мин/л. При пероральном приёме минимальная смертельная доза – более 0,75–1 мг/кг. Через кожу синильная кислота проникает в высоких концентрациях паров (свыше 500 мг/м³) или в жидком виде [5]. Скрытый период практически отсутствует. При ингаляции паров синильной кислоты симптомы возникают в течение нескольких секунд, смерть – в течение нескольких минут. Без соответствующего лечения смертельный исход возможен по истечении 1 часа и более. Минимально смертельные дозы для взрослых составляют 0,2 г цианида калия и 0,3 цианида натрия, для детей — 1,2–5 мг/кг.

Для рассматриваемой патологии характерна выраженная зависимость между концентрацией синильной кислоты и проявлениями её токсичности, которая отражена в табл. 1.

Таблица 1. Зависимость между концентрацией синильной кислоты и проявлением токсичности

Концентрация, мг/л	Проявления токсичности
0,024-0,048	Лёгкие симптомы отравления при вдыхании в течение нескольких часов
0,05-0,06	Максимально переносимый предел в течение 1 часа без опасных токсических последствий
0,12-0,15	Опасно для жизни при ингаляции в течение 30–60 мин
0,24-0,36	Смерть в течение 5–10 мин
0,42	Быстрая смерть

Из таблицы видно, что опасная концентрация синильной кислоты и цианидов оценивается в 0,12–0,42 мг/л при ингаляционном поражении. Тем не менее, при поражении синильной кислотой с её концентрацией от 0,024 до 0,12 мг/л возможно, при адекватном лечении, полное выздоровление без существенных последствий. Вместе с тем, возможны отдалённые последствия в виде сердечно-сосудистых и неврологических расстройств. В течение нескольких недель после перенесения острого отравления синильной кислотой наблюдаются головные боли, повышенная утомляемость, нарушение координации движений, затруднения речи, иногда параличи и парезы отдельных групп мышц, нарушения психики. У выживших после тяжёлого отравления наблюдается медленное восстановление, при этом чем тяжелее отравление, чем позже начато лечение, тем более вероятны глубокие и стойкие изменения в отдалённом периоде интоксикации. По мнению Н. Ф. Маркизовой [1] полное выздоровление при отравлении синильной кислотой принципиально невозможно.

Цианидная интоксикация обусловлена ингибированием базального аэробного метаболизма с одновременным нарушением множественных биохимических путей и активизацией каскадов повреждения клетки. Время, которое необходимо для достижения критических состояний, зависит от дозы (концентрации) и продолжительности воздействия цианидов. Различные материалы, в частности: кирпич, бетон, древесина, а также ткани могут адсорбировать пары синильной кислоты, которые полностью не удаляются проветриванием помещения. Поэтому небезопасно находиться в помещении непосредственно после пожара из-за остаточных количеств синильной кислоты и цианидов.

Основные направления терапии при цианидном отравлении показаны в табл. 2.

**Таблица 2. Основные направления антидотной терапии
при остром отравлении цианидами**

Механизм антидотного действия		Направления антидотной терапии	Антидоты
Химический	Образование нетоксичных соединений	Образование циангидринов	Глюкоза, кетоглюкорат
		Образование цианкобаламинов	Препараты кобальта
Биохимический	Поставка ложного субстрата (Fe^{3+})	Метгемоглобинообразователи	Амилнитрит, нитрит натрия, антициан (диметиламинофенол)
	Активация тканевого дыхания	Акцепторы электронов	Метиленовый синий (хромосмон)
Модификация метаболизма	Стимуляция детоксикации	Образование роданистых соединений	Тиосульфат натрия

Таким образом, актуальна проблема опасности отравления при пожарах продуктами горения, особенно цианидами. Для ее решения необходимо разрабатывать новые эффективные огнезащитные композиции.

В Военной академии радиационной, химической и биологической защиты имени Маршала Советского Союза С. К. Тимошенко ведется научно-исследовательская работа, связанная с разработкой огнезащитных составов с применением в качестве антипиренов доступных реагентов: жидкого стекла, борной кислоты, солей фосфорной кислоты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маркизова, Н.Ф. Токсичные компоненты пожаров. / Н.Ф. Маркизова, Т.Н. Преображенская, В.А. Башарин, А.Н. Гребенюк. – СПб.: Фолиант, 2008. – 208 с.

2. Иличкин, В.С. Токсичность продуктов горения полимерных материалов. Принципы и методы определения. / В.С. Иличкин. – СПб.: Химия, 1993. – 136 с.
3. Белешников, И.Л. Судебно-медицинская оценка содержания цианидов в органах и тканях людей, погибших в условиях пожара. / И.Л. Белешников. Автореф. канд. дисс. – СПб, 1996.
4. Гладких, В.Д. Токсикология цианидов: клиника, диагностика, лечение. / В.Д. Гладких, Н.В. Баландин, Г.В. Вершинина – М.: Комментарий, 2019. – 256 с.
5. Бонитенко, Ю.Ю. Чрезвычайные ситуации химической природы (химические аварии, массовые отравления, медицинские аспекты) / Ю.Ю. Бонитенко, А.М. Никифоров. СПб.: Гиппократ, 2004. – 464 с.

УДК: 614.84

Н. А. Таратанов¹, Е. В. Карасев¹, Е. Ю. Курочкина¹, А. В. Таратанова²

¹Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²МБОУ СШ № 17 г. Иваново

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ СТЕКЛА В ЦЕЛЯХ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

В статье приводятся экспериментальное исследование поведения стекла в условиях высоких температур в целях пожарно-технической экспертизы. Доказано, что механическое разрушение стекла (в результате удара твердым предметом) в ходе тушения пожара, может внести свой вклад в формировании деформации стеклянных изделий.

Ключевые слова: стекло; влияние высоких температур; пожарно-техническая экспертиза; деформация и разрушение стекла.

N. A. Taratanov, E. V. Karasev, E. Yu. Kurochkina, A. V. Taratanova

INVESTIGATION OF THE BEHAVIOR OF GLASS FOR THE PURPOSE OF FIRE-TECHNICAL EXPERTISE

The article presents an experimental study of the behavior of glass at high temperatures for the purpose of fire-technical expertise. It is proved that the mechanical destruction of glass (as a result of impact with a solid object) during fire extinguishing can contribute to the formation of deformation of glass products.

Keywords: glass; the influence of high temperatures; fire-technical expertise; deformation and destruction of glass.

В современном мире изделия из стекла стали распространенными и привычными каждому человеку. Стекло широко применяют в архитектуре, строительстве, оптической промышленности, медицине, машиностроении, приборостроении, интерьере, электротехнике и в быту. Зайдя в любую жилую квартиру мы увидим стеклянную посуду, остекление оконных проемов и многое другое. Этот материал нашел широкое применение благодаря такому набору свойств как высокая прочность, прозрачность, твердость, устойчивость к химическим веществам, невысокая стоимость производства в сравнении с прочими материалами.

Что же такое стекло? Стекло является аморфным телом, получаемым путем переохлаждения расплава, независимо от его химического состава и температурной области затвердевания, и обладающим, в результате постепенного увеличения вязкости, механических свойств твердых тел. Процесс перехода из жидкого состояния в стеклообразное должно быть обратимым.

Для пожарно-технической экспертизы исследование стекла на месте пожара является обязательным, изучая изделия из стекла можно проследить путь конвекции и судить о значительной температуре этих потоков. Конвекционные потоки с температурой в несколько сот градусов, встречая на своем пути стеклянные изделия, нагревают их, что вызывает их деформацию и последующее разрушение. Конвекция имеет восходящий характер. Это необходимо учитывать при расследовании пожаров.

Проведенное ниже исследование поможет наглядно показать зависимость степени деформации и разрушения стекла от внешнего температурного воздействия.

Ход исследования

Температурному воздействию в муфельной печи подвергались заранее подготовленные четыре образца стекла примерно одинаковые по форме и массе.

Образцы поочередно нагревались до температур 350, 500, 600 и 700 градусов Цельсия (рисунок).

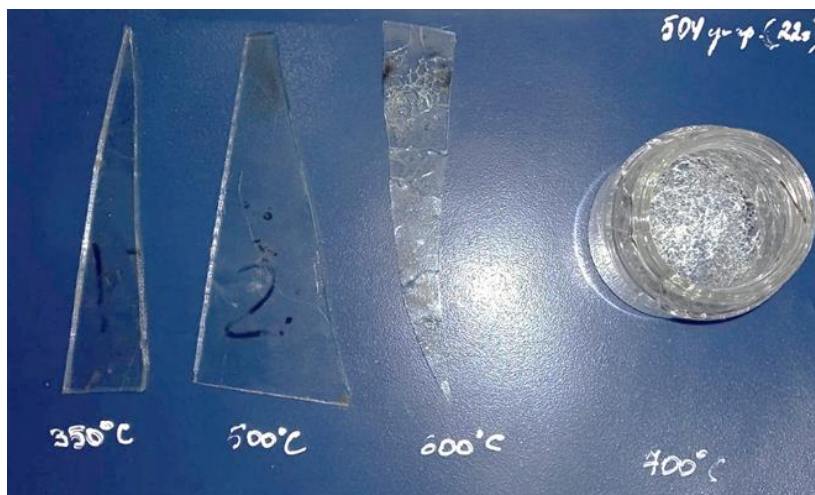


Рисунок. Результаты
экспериментального
исследования

До температуры 300 градусов никаких видимых невооруженных глазом изменений со стеклом не происходило.

При температуре 350 градусов появились первые заметные признаки деформации (микротрещины), расположенные по краям образцов, длиной примерно 1 см, в количестве двух штук. При этом первоначальная форма образца сохраняется.

При нагреве стекла до 500 градусов микротрещины приобрели более выраженный характер, о чем говорит увеличение их размера и глубины. Первоначальная форма образца при этом также сохраняется.

Более заметные изменения происходили уже при температуре 600 градусов, изменения касались, в частности, растрескивания образца по всему объему (площади). Наиболее тонкие края образца изменили свою форму.

При температуре 700 градусов также наблюдалось растрескивание по всему объему образца, первоначальная форма видоизменена. Далее на образец была подана вода, что в результате резкого перепада температур привело к дальнейшему распространению и раскрытию трещин. Результаты исследования представлены на рисунке.

Данное исследование наглядно показало видимые изменения стекла и зависимость их характера и интенсивности от температуры. Так же важное значение при анализе характера разрушения стекла имеет иные факторы воздействия на него такие как механическое разрушение стекла (в результате удара твердым предметом), ход тушения пожара, как было наглядно показано на примере образца № 4, может внести свой вклад в формировании деформации изделий из стекла.

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 им. генерал-лейтенанта Д.И. Михайлика, 2023. – С. 106-110. – EDN WSBABK.

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. – EDN ZPEJUB.

3. 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 EOQONU.

УДК 699.812:666.972.16+691.6

А. А. Федоров, Н. П. Плохов, Т. А. Мочалова, О. Е. Сторонкина

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОЦЕНКА ВОСПЛАМЕНЯЕМОСТИ НАПОЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ ОТ КАЛЬЯННЫХ УГЛЕЙ

В статье описываются результаты исследования воспламеняющей способности кальянных углей марок «Carbopol» и «Cocos» при контакте с напольными покрытиями различного химического состава.

Ключевые слова: тлеющие кальянные угли; напольные покрытия; пожарно-техническая экспертиза.

A. A. Fedorov, N. P. Plokhov, T. A. Mochalova, O. E. Storonkina

ASSESSMENT OF FLAMMABILITY OF FLOOR COVERINGS FROM HOOKAH COALS

The article describes the results of a study of the flammability of hookah coals of the «Carbopol» and «Cocos» brands upon contact with floor coverings of various chemical compositions.

Keywords: smoldering hookah coals; floor coverings; fire-technical expertise.

В настоящее время в строительстве применяют огромное количество разнообразных напольных покрытий. При этом напольные покрытия отличаются между собой по химическому составу и возможному сочетанию в их композициях слоев (например, армирующий слой, теплозвукоизоляционный слой, защитный слой). Наряду с высокими эксплуатационными характеристиками напольные покрытия обладают повышенными пожароопасными свойствами. Напольные покрытия любого типа характеризуется большой площадью поверхности, как правило, практически не имеющей разрывов, и являющейся одним из основных путей распространения горения на пожарах в зданиях.

С каждым годом растет популярность и потребление кальяна, для курения которого применяются кальянные угли, представляющие собой специальные твердотопливные композиции, способные длительное время тлеть, выделяя большое количество тепла [1]. В случае попадания кальянных углей на поверхности горючих материалов, например текстильных [2], может произойти возгорание и пожар. В литературе отсутствуют данные по зажигательной способности кальянных углей в отношении напольных покрытий.

Целью работы является оценка зажигательной способности кальянных углей при контакте с различными напольными покрытиями.

В качестве объектов исследования нами были выбраны ламинат, паркетная доска, ковролин (способ производства тафтинг).

Ламинат марки «Wineo» (образец 1), состав: верх — покрытие, пропитанное меламином высокой стойкости к истиранию, декоративная бумага, основа — крафт картон, водостойкая-волоконистая плита. Ламинат укладывался на подложку под ламинат марки «Solid» из пенополистирола, толщиной 3 мм.

Паркетная доска (образец 2), состав: верх — дуб 4 мм, средний и нижний слой — древесина сосновая, 10 мм.

Ковролин марки «НЕВА ТАФТ» (образец 3), состав — ворс 100 % полиамид, масса ворса 280–1200 г/м², высота 3–10 мм, поверхностная плотность покрытия 1000–2000 г/м², основа — 100 % синтетический джут.

Ковровая напольная плитка марки «ESSENCE» (образец 4), состав ворса 100 % полиамид, вес ворса 500 г/м², высота ворса 2,6 мм, основа — битум, общая толщина 5,5 мм.

В качестве углей были выбраны два вида:

1. Быстроразгорающийся уголь марки «Carborol» — это прессованный уголь, в который добавляют химические вещества, легко воспламеняющиеся от открытого огня, в том числе селитру, которая позволяет ему быстро разгораться. Выпускается в виде круглых таблеток, диаметром 32 мм и 40 мм и высотой около 15 мм.

2. Уголь древесный, изготовленный из натурального дерева (из ветвей лимонного, оливкового и других деревьев, из виноградной лозы) марки «Cocos» — это кусковой уголь в виде брусков разной формы. Уголь разжигается и тлеет дольше, он не выделяет запаха горения и дыма при розжиге.

При проведении исследований фиксировали время и глубину прогорания материала, температура в зоне соприкосновения напольного покрытия с тлеющим углем. Температуру определяли пирометром «Testo 845», глубину прогара — штангенциркулем. Испытания проводились при температуре окружающей среды 20±2°C.

Методика проведения исследования заключалась в следующем. На горизонтальную поверхность укладывали образцы напольных покрытий: ламинат укладывали на подложку под ламинат, ковролин монтировали на гипсоволокнистые листы. После чего на поверхность напольных покрытий помещали предварительно разожженный кальянный уголь. Уголь разжигали с помощью газовой горелки в металлической емкости в течение 5 минут.

Ниже в таблице представлены результаты проведенного исследования.

Таблица. Результаты испытания

Время (мин)	Образец 1 ламинат марки «Wineo»		Образец 2 паркетная доска		Образец 3 ковролин «НЕВА ТАФТ»		Образец 4 ковровая напольная плитка «ESSENCE»	
	t °C		t °C		t °C		t °C	
	Carbopol	Cocos	Carbopol	Cocos	Carbopol	Cocos	Carbopol	Cocos
5	228	188	252	191	212	158	216	102
10	296	206	301	225	234	180	197	112
15	317	205	340	260	241	189	222	112
20	202	157	347	280	230	194	242	111
25	336	183	354	252	268	213	314	124
30	334	195	360	315	257	212	293	132
35	340	172	367	304	257	210	266	122
40	360	130	353	362	279	233	284	129
45	350	170	340	291	289	170	218	127
60	390	167	349	290	115	206	90	130

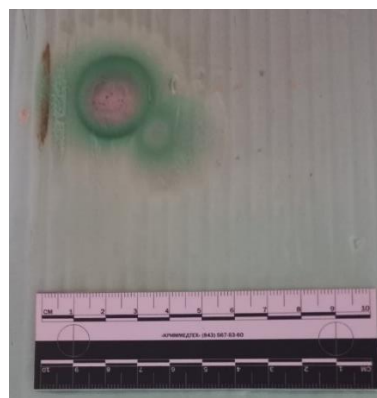
Из представленных данных видно, что при помещении раскаленного кальянного угля на поверхность напольных покрытий наблюдается рост температуры в месте их контакта. При этом с течением времени температура может немного снижаться, но затем наблюдается ее рост. Это, по-видимому, обусловлено химической неоднородностью угля и его неравномерным тлением.

Спустя час с момента начала исследований температура в месте контакта угля с напольными покрытиями снижалась от первоначальной у ковровых покрытий при контакте с углем марки «Carbopol», а при контакте с углем марки «Cocos» температура имеет тенденцию к снижению, но не успевает снизиться до первоначальных значения за время исследования. У паркетной доски и ламината наоборот наблюдается рост температуры относительно первоначальной, что, вероятно, объясняется начавшимся пиролизом и гетерогенным горением древесины.

Кальянный уголь марки «Carbopol» изначально имеет более высокую температуру тления, чем образец кальянного угля марки «Cocos». Поэтому температура образцов напольных покрытий в месте соприкосновения с ним выше. Это вызвало прогар подложки под ламинатом под участком, на котором располагался уголь марки «Carbopol» (рис. 1). Глубина прогара ламината в месте его контакта с углем марки «Carbopol» составила 2,9 мм, а в месте контакта с углем марки «Cocos» — 1 мм



А)



Б)

Рис. 1. Образец 1 Ламинат марки «Wineo» в месте контакта с раскаленным углем на 60 минуте исследования

А) слева образец угля «Carbopol», справа образец угля «Cocos»

Б) прогар подложки под ламинатом, контактировавшим с углем марки «Carbopol»,

Поверхность паркетной доски в месте контакта с кальянным углем начала тлеть (рис. 2), что вызвало рост температуры. Глубина прогара в месте его контакта с углем марки «Carbopol» составила 6,3 мм, а в месте контакта с углем марки «Cocos» — 5,4 мм



Рис. 2. Образец 2 Паркетная доска в месте контакта с раскаленным углем на 60 минуте исследования (слева образец угля «Cocos», справа образец угля «Carbopol»)

Уголь марки «Carbopol» в нашем исследовании прожог образцы ковровина (рис. 3-4). При этом битумная основа образца 4 расплавилась и кипела. Прожигающая способность угля марки «Cocos» оказалась значительно ниже.



А)



Б)

Рис. 3. Образец 3 ковровин «НЕВА ТАФТ» в месте контакта с раскаленным углем на 60 минуте исследования
А) образец угля «Carbopol», Б) образец угля «Cocos»



Рис. 4. Образец 4 ковровая напольная плитка марки «ESSENCE» в месте контакта с раскаленным углем на 60 минуте исследования
А) образец угля «Carbopol», Б) образец угля «Cocos»

Экспериментально определено, что исследованные образцы напольных покрытий при контакте с тлеющими кальянными углями марок «Carbopol» и «Cocos» испытывают тепловые деформации и повреждения – ковролин плавится, поверхность ламината и паркетной доски обугливается. Подложка под ламинатом в месте его соприкосновения с углем также проплавилась насквозь. Однако воспламенения и распространения пламени по поверхности изученных напольных покрытий не наблюдалось.

Таким образом, зажигательная способность кальянных углей при взаимодействии с напольными покрытиями, определяется свойствами последних, в частности химическим составом. Так, натуральная древесина, в случае ее разогрева тлеющим кальянным углем до 367°C начинает тлеть, что может со временем перейти в пламенное горение и пожар.

Полученные результаты исследования могут быть использованы при производстве пожарно-технических экспертиз для установления причины возникновения пожара от источников зажигания малой мощности, а именно, раскаленных углей для кальяна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Удилов Т.В., Кузнецов К.Л., Азовкина А.В. Исследование зажигательной способности кальянных углей // Вестник Восточно-Сибирского института Министерства внутренних дел России, 2013, Вып. 4 (67), С. 107 - 114.
2. Кулик Е.В. Воспламеняемость отделочных текстильных материалов от кальянных углей / Е.В. Кулик, Т.А. Мочалова, О.Е. Сторонкина // Актуальные вопросы естествознания: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 30 марта 2023 года – Иваново: ФГБОУ ВО ИПСА ГПС МЧС России, 2023. – С. 55-59. – EDN UVNJOV.

УДК 699 812.2

С. В. Федосов¹, С. А. Сырбу², И. Ю. Шарабанова², А. М. Соколов²

¹НИУ МГСУ

²Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

В статье обосновывается возможность применения лазерного излучения для определения различных пожарно-технических характеристик материалов при воздействии потока лучистой энергии. Выполнены эксперименты по определению таких характеристик для материала в виде арамидной ткани типа Номекс, которая, например, применяется для изготовления одежды сотрудников МЧС. Показано, что лазерное излучение представляет собой удобный инструмент по определению пожарно-технических характеристик материалов.

Ключевые слова: пожарно-технические характеристики; лазерное излучение; поток лучистой энергии; материал.

S. V. Fedosov, S. A. Syrbu, I. Yu. Sharabanova, A. M. Sokolov

DETERMINATION OF FIRE-TECHNICAL CHARACTERISTICS OF MATERIALS USING LASER RADIATION

The article substantiates the possibility of using laser radiation to determine various fire-technical characteristics of materials when exposed to a stream of radiant energy. Experiments have been carried out to determine such characteristics for a material in the form of aramid fabric of the Nomex type, which, for example, is used to make clothes for employees of the Ministry of Emergency Situations. It is shown that laser radiation is a convenient tool for determining the fire-technical characteristics of materials.

Keywords: fire-technical characteristics; laser radiation; radiant energy flux; material.

В время борьбы с пожарами сотрудники МЧС могут подвергаться воздействию мощных потоков лучистой энергии открытого пламени. Также при работе персонала с высоковольтными установками частым явлением оказывается поражение персонала электрической дугой. Работники горячих цехов также могут подвергаться воздействию мощных потоков лучистой энергии. Воздействие таких потоков лучистой энергии может привести к поражению человека по причине воспламенения различных материалов и изделий. Поэтому большое значение имеют знания пожарно-технических характеристик различных материалов: воспламеняемость, горючесть, распространение пламени, проницаемость для потоков лучистой энергии.

Следует отметить, что существуют нормативные документы, которые регламентируют применение различных методов определения пожарно-технических характеристик материалов при воздействии потоков лучистой энергии [1–4]. Существуют устройства (радиометры), позволяющие измерять плотность мощности потоков лучистой энергии [5]. Однако не вполне однозначен порядок оценки проницаемости различных материалов для потоков лучистой энергии с точки зрения защитных пожарно-технических показателей, как для человека, так и различных материалов, а также изделий.

Существующие методы определения пожарно-технических характеристик материалов основаны на том, что поток лучистой энергии организуется посредством нагревания радиационной панели до определенной температуры. В результате чего это тело становится источником потока лучистой энергии, фотоны которого имеют длину электромагнитной волны в широком спектре как видимой, так и инфракрасной части оптического диапазона частот. Образец испытуемого материала располагается на некотором расстоянии от источника лучистой энергии для того, чтобы исключить теплопередачу конвективными потоками воздуха. Такая установка снабжена датчиками и средствами наблюдения за объектом испытания.

Следует отметить, что радиационная панель, нагретая до достаточно высокой температуры, является не единственно возможным источником потока лучистой энергии для проведения испытаний. К числу таких источников, очевидно, следует отнести непрерывное лазерное излучение, которое представляет собой направленный поток фотонов. Отличительной особенностью лазерного излучения является то, что эти фотоны имеют одинаковую длину электромагнитной волны в силу свойства монохроматичности лазерного излучения. Важным достоинством такого источника потока лучистой энергии является возможность плавного управления мощностью и плотностью мощности (интенсивности) этого потока в больших пределах. Это обеспечивает универсальность использования лазерного излучения при определении различных пожарно-технических характеристик на одной и той же экспериментальной установке.

В целях проверки возможности применения лазерного излучения для определения пожарно-технических показателей материалов была разработана и изготовлена лабораторная установка с использованием CO_2 — лазера непрерывного излучения типа ИЛГН-704. ИЛГН-704 – это газовый CO_2 лазер непрерывного излучения с номинальной мощностью излучения 40 Вт, длиной волны $\lambda=10,6$ мкм (дальний инфракрасный диапазон), которая приблизительно соответствуют середине спектра излучения, исходящего из канала дуги или пламени.

На рис. 1 схематично представлена конструкция этого лабораторного стенда.

Элементы установки расположены на металлической этажерочной конструкции (рис. 1), в верхней части которой располагается излучатель лазера и технологическая кабина. Излучение лазера направлено внутрь технологической кабины, где располагаются датчик измерителя мощности лазерного излучения, испытуемый образец, закрепленный на штативе, объектив для фокусировки/расфокусировки лазерного излучения, затвор лазерного излучения. Установка также снабжена блоком управления затвором лазерного излучения с помощью реле времени, которое обеспечивает подачу лазерного излучения на испытуемый образец на заранее установленный период времени.

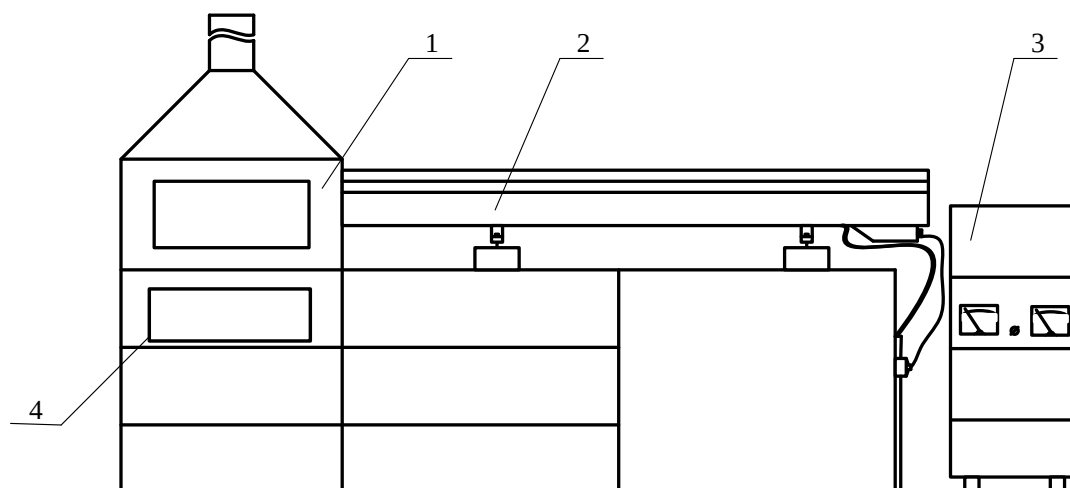


Рис. 1. Размещение аппаратуры на лабораторном стенде:

- 1 — технологическая кабина лазерной установки; 2 — излучатель лазерной установки; 3 — источник питания высокого напряжения;
4 — блок измерителя мощности лазерного излучения

С помощью этой установки выполнены эксперименты по определению защитных и пожарно-технических свойств образца материала. В качестве испытуемого материала была использована арамидная ткань типа Номекс, которая применяется для изготовления рабочей одежды сотрудников МЧС, оперативного персонала высоковольтных подстанций и др. Использование ткани в экспериментах удобно тем, что такого материала имеет практическое значение такой показатель, как его проницаемость для потока лучистой энергии, которая характеризует защитные свойства материала для человека.

Поток лучистой энергии интенсивностью q , воздействующий на материал, можно разделить на следующие составляющих: первая из них — это та часть, которая отражается от поверхности и имеет интенсивность q_0 ; вторая — часть потока, которая поглощается материалом и имеет интенсивность $q_n(x)$, которая убывает по мере проникновения вглубь материала, т.е. вдоль координаты x , отсчитываемой от поверхности; третья — это часть потока,

которая выходит из материала после прохождения через него, имеющая интенсивность $q_{вых}$. Вполне очевидно, что имеет место равенство [5,6]

$$q = q_o + q_n(x=h) + q_{облх}, \quad (1)$$

где h — толщина материала.

На рис. 2 представлена полученная в опыте зависимость интенсивности излучения на выходе из материала от его интенсивности на входе в материал.

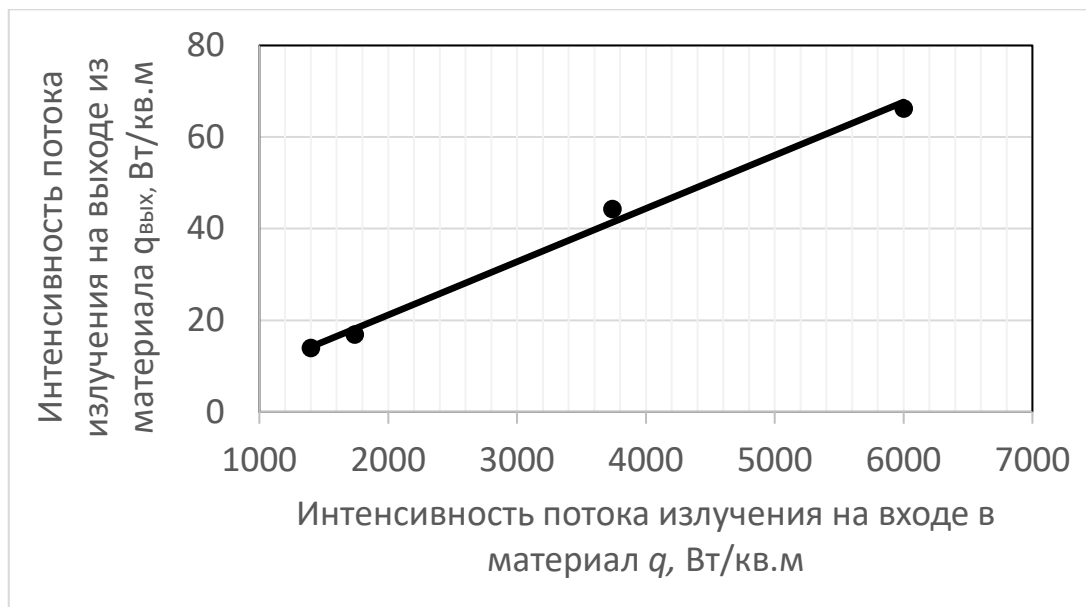


Рис. 2. Зависимость интенсивности потока лучистой энергии на выходе из материала от интенсивности на входе в материал

Как следует из рис. 2, между указанными величинами существует линейная связь. Можно сделать вывод, что полученный результат в полной мере соответствует закону Бугера-Ламберта [5, 6]. При этом интенсивность потока лучистой энергии при прохождении через ткань снижается в среднем на два порядка. Другими словами, эта ткань обладает пусть не идеальными, однако весьма неплохими защитными свойствами. Характерно, в опытах были достигнуты высокие значения интенсивности воздействующего лучевого потока, которые соответствуют рекомендованным в [2]: $1000 \div 5000 \text{ Вт/м}^2$, и даже превышают их (рис. 2). Тем не менее, это не привело к повреждению испытуемой ткани, а только остались следы воздействия лазерного излучения, как видно из рис. 3. Чем больше интенсивность излучения, тем более отчетливыми становятся эти следы.

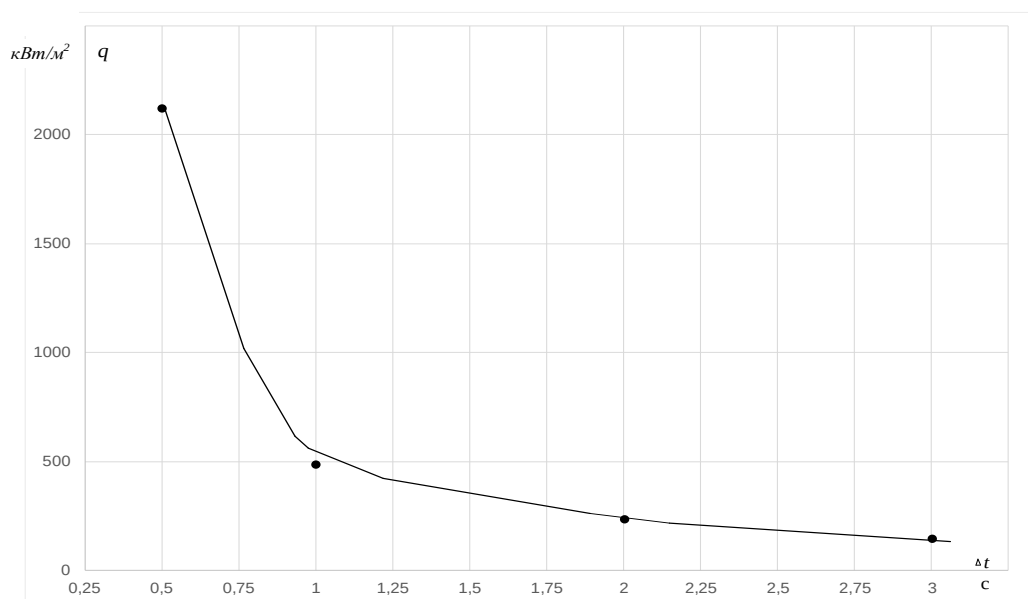
Также были выполнены эксперименты по определению параметров излучения, при которых происходит разрушение материала в виде обугливания или оплавления. В этом случае на материал подавалось излучение с заданной

интенсивностью и осуществлялась выдержка во времени равной $\Delta t = 0,5; 1; 2; 3$ с. При плавном увеличении интенсивности лазерного излучения q от опыта к опыту определялось то его значение, при котором происходит повреждение ткани. На рис. 4 представлены зависимости такого значения интенсивности от длительности воздействия излучения неизменной интенсивности.



Рис. 3. Внешний вид испытуемой ткани после опытов по определению её проницаемости для потока лучистой энергии

Там же представлен внешний вид образца ткани после таких экспериментов. Из рис. 4 следует, что представленная зависимость имеет весьма нелинейный характер.



а)



б)

Рис. 4. Зависимость интенсивности излучения, вызывающей повреждение ткани, от длительности воздействия излучения (а) и внешний вид ткани после опытов (б)

По зависимостям такого вида (рис. 4а) можно определять допустимую длительность воздействия потока лучистой энергии известной интенсивности, либо определять допустимую интенсивность потока лучистой энергии для известного времени воздействия.

Кроме представленных, были выполнены опыты по определению других пожарно-технических показателей, например параметров потока лучистой энергии, приводящих к воспламенению материалов. Выполнены опыты по сравнению огнезащитных свойств арамидных тканей различных производителей.

Результаты всех экспериментов позволяют сделать вывод о том, что лазерное излучение представляет собой удобный инструмент по определению пожарно-технических характеристик материалов.

Для этого необходимо проведение теоретических разработок и экспериментальных исследований в целях создания практических методик такого применения лазерного излучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 30244-94. Материалы строительные. Методы испытаний на горючесть.
2. ГОСТ 30402-96. Материалы строительные. Метод испытания на воспламеняемость.
3. ГОСТ 30444-97. Строительные материалы. Метод испытания на распространение пламени.
4. ГОСТ 12.1.044-89 (ИСО 4589-84), п.4.18 и п.4.20. МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. Система стандартов безопасности труда. ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНОСТЬ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ.
5. Козелкин В. В., Усольцев И. Ф. Основы инфракрасной техники. М., «Машиностроение», 1974, 336 с.
6. Лазерная техника и технология. Кн. 1-7 / под ред. А.Г. Григорянца, высшая школа, 1987.

УДК 699.812.3

А. Д. Хабилова, В. В. Постоева, Т. В. Плисс

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕСТОЙКОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СПОСОБОМ ПРОПИТКИ И ОЦЕНКА ЕЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Проведены исследования по пропитке в горяче-холодной ванне и объемной пропитке образцов древесины с применением огнебиозащитного состава для увеличения времени от начала воздействия открытого пламени до их воспламенения. Выполнена оценка эффективности пропитанных образцов данного материала. Результатом является сравнение способов пропитки для дальнейшего применения при строительстве зданий и сооружений различного класса функциональной пожарной опасности.

Ключевые слова: образцы древесины; пропитка в горяче-холодной ванне; объемная пропитка; автоклав вертикальный лабораторный (АВЛ-4); огнезащитная эффективность.

A. D. Khabirova, V. V. Postoeva, T. V. Pliss

RESEARCH OF FIRE RESISTANCE OF WOODEN STRUCTURES BY IMPREGNATION METHOD AND ASSESSMENT OF ITS EFFECTIVENESS

Research has been carried out on impregnation in a hot-cold bath and volumetric impregnation of samples of wooden structures using a fire-retardant composition to increase the time from the beginning of exposure to an open flame to their ignition. The effectiveness of impregnated samples of this material was assessed. The result is a comparison of impregnation methods for further use in the construction of buildings and structures of various classes of functional fire hazard.

Keywords: wooden samples; impregnation in a hot-cold bath; volumetric impregnation; vertical laboratory autoclave (AVL-4); fire retardant efficiency.

В настоящее время необходимость огнезащитной пропитки деревянных конструкций составляет одну из важных проблем, это обуславливается тем, что на территории Российской Федерации имеется достаточное количество объектов защиты, выполненных из древесины. Поэтому огнезащитную пропитку можно использовать, как один из способов снижения скорости и времени распространении пламени по древесине.

Целью работы является изучение способов повышения огнестойкости древесины методами горяче-холодной ванны и объемной пропитки, определение огнезащитной эффективности.

Определены задачи исследования, такие как:

1. изучение нормативных документов;
2. изучение свойств материала;
3. выбор методов испытаний;
4. выбор показателей, по которым проводится оценка;
5. проведение исследования и анализ полученных данных.

В работе исследована сухая древесина, выполненная из сосны, которая обладает такими свойствами, как горючесть (Г4), воспламеняемость (В3), дымообразующая способность (Д3), токсичность продуктов горения (Т3). Структура исследуемого материала характеризуется пористостью, обуславливающей высокую впитывающую способность.

На начальном этапе перед выполнением работы был разработан план проведения исследований, подготовлены образцы древесины соответствующих размеров и формы. Производился их визуальный осмотр на наличие трещин и повреждений. [1]

Для оценки методов пропитки служили следующие характеристики: привес образцов, группа огнезащитной эффективности.

В работе использовались: образцы древесины (сосна), огнебиозащита ББ-11 (Антипиросепт), автоклав вертикальный лабораторный (АВЛ-4), ванна для пропитки образцов, весы, газовая горелка, штатив с держателем, секундомер, пинцет.

Пропитка в горяче-холодной ванне заключается в погружении в ванну, заполненную пропиточным раствором, образцов древесины.

В данном методе взвешивались образцы в сухом виде в количестве девяти штук ($P_{исх}$, г). Шесть образцов помещались в ванну с огнебиозащитой ББ-11: для первой группы, состоящей из трех образцов, время составляло 5 мин, для второй – 24 ч. Производили сушку в течение семи дней. Пропитанные образцы повторно взвешивали ($P_{пр}$, г) и определяли привес (%). Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты пропитки в горяче-холодной ванне

Показатель	Без пропитки			Пропитка в горяче-холодной ванне					
	1	2	3	1	2	3	4	5	6
$P_{исх}$, Г	4,62	3,69	3,60	4,30	4,26	4,16	4,38	4,51	4,65
$P_{пр}$, Г	-			После 5 минут пропитки			После 24 ч пропитки		
				4,33	4,30	4,19	4,45	4,59	4,72
Привес, %	-			0,69	0,93	0,72	1,57	1,74	1,48

Объемная пропитка заключается в использовании автоклава, в котором происходит обработка образцов под давлением, за счет чего антипирен проникает глубоко в структуру материала.

Автоклав вертикальный лабораторный (АВЛ-4) предназначен для пропитки импрегнатами разной природы, состоящий из цилиндрических сосудов, переливного крана, сливного крана, вентилей вакуумной линии, вентилей подачи воздуха, моновacuуметра, термopapры и предохранительного клапана.

При проведении исследования образцы древесины взвешивались в количестве 3 штук ($P_{исх}$, г) и загружались в корзину автоклава. Заполняли емкость для импрегната огнебиозащитой ББ-11 в объеме 600 мл. Создавали в автоклаве разрежение, равное одной атмосфере. Выдержка образцов под вакуумом составляла 5 мин. Затем, за счет компрессора создавалось давление в автоклаве, равное 4 атмосферам и выдержка также составляла 5 мин. Остатки импрегната перекачивались в емкость для хранения. Образцы древесины

подвергали сушке в течение 7 дней и повторно взвешивали ($P_{пр,г}$) для определения привеса (%). Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты объемной пропитки

Показатель	Объемная пропитка		
	1	2	3
$P_{исх}, г$	3,35	3,21	3,31
$P_{пр}, г$	3,37	3,25	3,32
Привес, %	0,59	1,23	0,30

Для оценки огнезащитной эффективности пропитанной древесины использовался визуальный метод, в котором горючесть определялась путем поднесения газовой горелки к опытному образцу.

Огневому испытанию подвергались 12 штук образцов древесины: без пропитки — 3 шт., пропитка горяче-холодной ванны — 6 шт., объемная пропитка — 3 шт.

Предварительно взвешивали испытуемые образцы и рассчитывали средний вес каждой группы (масса до огневого воздействия, г). Фиксировали каждый образец в держатель штатива, подводили пламя газовой горелки на высоту 40–50 мм и одновременно включали секундомер. Испытание длилось 1 мин. После огневого воздействия рассчитывали средний вес (масса после огневого воздействия, г). Определяли потерю массы образцов древесины (%) и группу огнезащитной эффективности. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3. Результаты огневых испытаний

Показатель	Способ пропитки			
	Объемная	Поверхностная		Без пропитки
		После 5 мин	После 24 ч	
Масса до огневого воздействия, г	3,31	4,27	4,59	3,97
Масса после огневого воздействия, г	1,84	2,12	2,8	1,79
Потеря массы, %	44,41	50,35	39,0	57,52
Группа огнезащитной эффективности	Не огнезащитный состав			

Выводы:

1. после пропитки в горяче-холодной ванне и 5 минут воздействия на образцы древесины, привес составил менее 1 %, а при 24 ч воздействия – около 2 %. При объемной пропитке показатели приблизительно соответствуют таким же данным. Огнебиозащита ББ-11 оказалась не эффективна по повышению

огнестойкости древесины по причине необходимости большего времени выдерживания образцов в огнезащитных составах;

2. так как потеря массы при огневом воздействии составляет более 25 %, то данный состав не обеспечивает огнезащиту древесины, так как испытания проводились в течение короткого времени. Следовательно, нельзя сказать, что огнебиозащита ББ-11 не является эффективной. Для более точного результата необходимо большее количество времени выдерживания образцов в огнезащитных составах. [1]

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 53292-2009. Огнезащитные составы и вещества для древесины и материалов на ее основе. Общие требования. Методы испытаний = Fire retardant compositions and substances for wood. General requirements. Test methods: национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 февраля 2009 г. № 68-ст : введен впервые : дата введения 2010-01-01 / разработан Федеральным государственным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны» (ФГУ «ВНИИПО») МЧС России. – Москва : Стандартинформ, 2019. – 16 с ; 29 см. – Текст : непосредственный.

УДК 614.842.615

*С. Н. Хахин, И. Н. Николаев, А. Ю. Никитина, Г. А. Дышина,
Е. А. Серебряков*
АО «ИВХИМПРОМ»

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ Р 50588-2012

В данном докладе рассмотрены методы оценки качества пенообразователей для тушения пожаров в соответствии с ГОСТ Р 50588-2012. Представлена структура лабораторных подразделений и обзор оборудования лабораторий АО «ИВХИМПРОМ». Рассмотрены методические инструкции, изложенные в ГОСТ Р 50588-2012. Представлены новые разработки химических продуктов для тушения пожаров.

Ключевые слова: пенообразователь; показатели качества; внешний вид; плотность; вязкость; температура застывания; кратность и устойчивость время тушения и время повторного воспламенения пены; поверхностное и межфазное натяжение.

S. N. Khakhin, I. N. Nikolaev, A. Yu. Nikitina, G. A. Dyshina, E. A. Serebryakov

MODERN METHODS FOR ASSESSING THE QUALITY OF FOAMING AGENTS FOR FIRE FIGHTING IN ACCORDANCE WITH GOST R 50588-2012

This report discusses methods for assessing the quality of foam concentrates for extinguishing fires in accordance with GOST R 50588-2012. The structure of laboratory units and an overview of the laboratory equipment of JSC IVKHIMPROM are presented. The methodological instructions set out in GOST R 50588-2012 are considered. New developments of chemical products for extinguishing fires are presented.

Keywords: foaming agent; quality indicators; appearance; density; viscosity; pour point; expansion rate and stability; extinguishing time and foam re-ignition time; surface and interfacial tension.

Ассортимент продукции химзавода

Ивановский химический завод (ныне АО «ИВХИМПРОМ») был основан в 1838 году и специализируется на производстве и реализации химической продукции органического синтеза для различных отраслей промышленности.

Предприятие имеет развитую инфраструктуру: инновационно-технологический центр, производственные цеха, складские помещения, полное энергетическое обеспечение, что позволяет вести технологические процессы на современном уровне.

В настоящее время в ассортименте предприятия представлены следующие химические продукты:

- пенообразователи для пожаротушения,
- авиационные бензины для малой авиации,
- смазочно-охлаждающие жидкости,
- моторные масла, присадки, ингибиторы коррозии,
- текстильно-вспомогательные вещества,
- препараты для производства химволокон,
- химические препараты для нефте-, газо-, горнодобывающих отраслей промышленности,
- кремнийорганические полимерные смолы,
- новые продукты «Арамидные нити» и «Плоскосворачиваемые напорные рукава».

Рассмотрим только пенообразователи для тушения пожаров и смачиватели для предупреждения и локализации возгораний.

Нормативная база и показатели качества

С точки зрения естественных наук оценка качества пенообразователей сводится, в основном, к физическим методам исследований. Вот эти основные показатели: внешний вид, плотность, вязкость, температура застывания, кратность и устойчивость пены, время тушения.

Список нормативной документации по пенообразователям для пожаротушения

Российские документы

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 4 июля 2008 г.: одобрен Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 11 июля 2008 г. (в ред. Федер. закона от 14 июля 2022 г. N 276-ФЗ).
2. О требованиях к средствам обеспечения пожарной безопасности и пожаротушения (ТР ЕАЭС 043/2017).
3. ГОСТ 4.99-83. СПКП. Пенообразователи для тушения пожаров. Номенклатура показателей.
4. ГОСТ Р 50588-2012. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний.
5. ГОСТ Р 53280.1-2010. Установки пожаротушения автоматические. Огнетушащие вещества. Часть 1. Пенообразователи для тушения пожаров водорастворимых горючих жидкостей подачей сверху. Общие технические требования и методы испытаний.
6. ГОСТ Р 53280.2-2010. Установки пожаротушения автоматические. Огнетушащие вещества. Часть 2. Пенообразователи для подслоного тушения пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах. Общие технические требования и методы испытаний.
7. НПБ 304-2001. Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний. (статус действует)
8. НПБ 203-98. Пенообразователи для подслоного тушения нефти и нефтепродуктов в резервуарах. Общие технические требования. Методы испытаний. (статус действует)
9. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров. Рекомендации ВНИИПО. М. 2022
10. Временные методические рекомендации по проверке систем и элементов противопожарной защиты зданий и сооружений при проведении мероприятий по контролю (надзору) (утв. МЧС России 03.07.2014)

Зарубежные стандарты

1. ISO 7203-1:2019. Огнетушащие вещества. Пенообразователи. Часть 1. Требования к низкократным пенообразователям, применяемым для тушения водонерастворимых жидкостей подачей сверху.
2. ISO 7203-2:2019. Огнетушащие вещества. Пенообразователи. Часть 2. Требования к среднекратным и высокократным пенообразователям, применяемым для тушения водонерастворимых жидкостей подачей сверху.
3. ISO 7203-3:2019. Огнетушащие вещества. Пенообразователи. Часть 3. Требования к низкократным пенообразователям, применяемым для тушения водорастворимых жидкостей подачей сверху.
4. EN 1568-1:2018. Огнетушащие вещества. Пенообразователи. Часть 1. Требования к среднекратным пенообразователям, применяемым для подачи на поверхность водонерастворимых горючих жидкостей.
5. EN 1568-2:2018. Огнетушащие вещества. Пенообразователи. Часть 2. Требования к высокократным пенообразователям, применяемым для подачи на поверхность водонерастворимых горючих жидкостей.
6. EN 1568-3:2018. Огнетушащие вещества. Пенообразователи. Часть 3. Требования к низкократным пенообразователям, применяемым для подачи на поверхность водонерастворимых горючих жидкостей.
7. EN 1568-4:2018. Огнетушащие вещества. Пенообразователи. Часть 4. Требования к низкократным пенообразователям, применяемым для подачи на поверхность водорастворимых горючих жидкостей.
8. IMO MSC.1/Circ.1312:2009. Руководство по характеристикам, критериям испытаний и надзору за пенообразователями низкой кратности для стационарных систем пожаротушения.
9. IMO MSC/Circ.670:2009. Руководство по характеристикам, критериям испытаний и надзору за пенообразователями высокой кратности для стационарных систем пожаротушения.
10. IMO MSC/Circ.798:2009. Руководство по характеристикам, критериям испытаний и надзору за пенообразователями средней кратности для стационарных систем пожаротушения.
11. NFPA 11:2021. Стандарт для низкократных, среднекратных и высокократных пенообразователей и комбинированных систем.
12. Военная спецификация MIL-F-24385F на средства пожаротушения, жидкий концентрат AFFF для пресной и морской воды

Рис. Перечень российских и зарубежных нормативных документов на пенообразователи для тушения пожаров

Сказанное выше, можно наглядно увидеть в сравнении двух редакций российского стандарта ГОСТ Р 50588 — за 1993 и 2012 годы. В 1993 году было заметно меньше испытаний (не было динамической вязкости, поверхностного натяжения, время тушения на ацетоне, время повторного воспламенения). На рисунке представлен перечень российских и зарубежных нормативных документов на пенообразователи для тушения пожаров. Основополагающими стандартами в нашей стране и республиках ближнего зарубежья являются ГОСТ Р 50588 и их аналоги в республиках с тем же набором показателей качества. За рубежом действует европейский стандарт EN 1568 в 4-х частях. Значительно позже вышел международный стандарт ISO 7203 в 3-х частях.

Остальные стандарты, как российские, так и зарубежные, служат дополнением с учетом специфики объектов Заказчика, или средств и способов тушения пожаров. Это авиационные и морские структуры, нефтяные компании и горная промышленность (имеют свои регламенты). Существует особый стандарт — Military specification Mil — F-24385F (Военная спецификация на концентрат AFFF для пресной и морской воды), который действует на военных объектах США на всех континентах мира.

Следует отметить, что в рамках сотрудничества с Западом в плане взаимных поставок продукции пожарно-технического назначения в различные страны мира, головным институтом ВНИИПО ставился вопрос о гармонизации наших стандартов с международными нормами, а, следовательно, и методик испытаний. После большой работы, проделанной институтом, в 2001 году были выпущены Нормы пожарной безопасности НПБ 304-2001, учитывающие все международные требования, на основе которых и был разработан национальный стандарт ГОСТ Р 50588-2012.

Методы оценки качества пенообразователей

АО «ИВХИМПРОМ» наряду со своим научным потенциалом имеет широкие связи с научно-исследовательскими институтами страны, что дает возможность активно работать по расширению и обновлению ассортимента, а также улучшению качества выпускаемой продукции.

Успешной деятельности предприятия способствует наличие в структуре испытательных лабораторий. Испытательный центр предприятия аккредитован в качестве Испытательной лаборатории (центра) Федеральной службой по аккредитации и соответствует требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025 и «Критериям аккредитации». Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.512982 от 31.10.2014 г.

ИЦ располагает квалифицированным персоналом, обладающим техническими знаниями и опытом работы, необходимыми для осуществления своей деятельности, а также необходимым испытательным и вспомогательным оборудованием, средствами измерений и прочими ресурсами. Основной задачей ИЦ является обеспечение высокого уровня организации и проведения испытаний.

Область аккредитации Испытательного центра включает более 400 методик испытаний. Объектами испытаний являются универсальные, промышленные, моторные, турбинные масла, масла для дизельных двигателей, авиационные бензины, смазочно-охлаждающие жидкости, пенообразователи для пожаротушения и многие другие продукты.

Качество выпускаемых пенообразователей должно соответствовать ГОСТ Р 50588-2012 «Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний» [1]. Настоящий стандарт распространяется на пенообразователи, предназначенные для получения с помощью специальной аппаратуры воздушно-механической пены для тушения пожаров.

Коротко рассмотрим показатели и оборудование для лабораторных и полигонных испытаний, прописанных в данном стандарте.

Проблемы пенного пожаротушения

На сегодняшний день в ассортименте АО «ИВХИМПРОМ» для пенного пожаротушения имеются все три группы пенообразователей (ПО): углеводородные, фторсинтетические и фторпротеиновые.

Исторически сложилось так, что в России отечественная наука была ориентирована на углеводородные ПО, а за рубежом упор делался на фторсодержащие ПО, как более эффективные. Но, как показала жизнь, и более экологически вредные. Соединения фтора не разлагаются, практически, ни при каких условиях.

К нам в Россию фторсодержащие пенообразователи пришли массово только в 2002 году. Однако, уже в 2005 году в результате борьбы за экологию, Западу пришлось отказаться от первых составов на основе PFOS и PFOA, и снизить эффективность тушения. Соответственно, и мы перешли на составы, основанные на короткоцепочечных перфтороктановых ПАВ, полученных методом теломеризации и не содержащих (PFOS) перфтороктансульфонатов и (PFOA) соединений перфтороктановой кислоты. И надо помнить, что применять их можно лишь в отдельных случаях: вдали от живой флоры и фауны, на особо пожаровзрывоопасных объектах (например, на нефте-, газо-, горнодобывающих предприятиях).

В рекомендациях ВНИИПО [2] четко прописаны условия утилизации фторсодержащих ПО: «При разливе фторсодержащих ПО (типов AFFF, FFFP, AFFF/AR, AFFF/AR-LV) они должны быть собраны и отправлены на переработку или утилизацию, которая проводится путем сжигания концентрата или рабочего раствора ПО при температуре более 1000 °С».

На Ивановском химическом заводе углеводородные ПО были и остаются лидерами по продажам и поставкам нашим Заказчикам.

Следует отметить, проблему сырьевых компонентов. С введением экономических и политических санкций изменился рынок сырья и для пенообразователей. Сегодня, с устоявшегося сотрудничества с Западом, по поставкам сырьевых компонентов, готовых концентратов, пришлось заново выстраивать логистические цепочки с дружественными странами Востока.

Перспективные разработки

За последние два десятилетия имело место внедрение ряда важных и определяющих показателей (динамическая вязкость, время повторного воспламенения, поверхностное и межфазное натяжение), ужесточение норм технических характеристик, таких как время тушения и срок хранения, в том числе и в связи с появлением новых марок ПО (универсальный низковязкий, углеводородный спиртоустойчивый) и новых средств пожаротушения на территории России (систем подачи компрессионной пены CAFS) и т.п.

Немаловажным является применение смачивателей для тушения пожаров класса А — для тушения лесных и торфяных пожаров, эндотермических пожаров на угольных шахтах типа Многоцелевой смачиватель ППМ (смачиватель природных и промышленных материалов), предназначенный для обработки твердых горючих материалов, а также для пылеподавления и пылеосаждения.

Заключение

АО «ИВХИМПРОМ» производит практически все виды и типы пенообразователей, выпускаемых производителями в стране и за рубежом. При этом нами рассматриваются дальнейшие тенденции развития мирового пенного пожаротушения. Учитывается экологическая составляющая при подборе компонентов для пенообразователей, а также их оптимальная эффективность (комплекс пожаро-технических свойств). При подборе типа и марки ПО в процессе проектирования учитываются требования и параметры систем пожаротушения. Это, в первую очередь, тип пенообразователя, концентрация рабочего раствора, кратность и устойчивость пены, расход пенообразователя, его огнетушащая способность, условия и сроки хранения.

При выборе пенообразователя Заказчиком важно учитывать, где и как он будет применяться. Не допускать применение фторсодержащих пенообразователей в автоматических системах пожаротушения, на городских объектах, в зданиях и сооружениях, и там, где для обеспечения пожаровзрывобезопасности объекта достаточно использовать углеводородные пенообразователи целевого назначения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 50588-2012 Пенообразователи для тушения пожаров. Общие технические требования и методы испытаний. Порядок применения пенообразователей для тушения пожаров. Рекомендации ФГБУ ВНИИПО МЧС России. М. 2022.

УДК 614.841

П. С. Шабарова¹, О. Е. Сторонкина^{1,2}, Т. А. Мочалова¹

¹Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

²Ивановский государственный университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧАСТНОСТИ ТЛЕЮЩЕГО ТАБАЧНОГО ИЗДЕЛИЯ К ВОЗНИКНОВЕНИЮ ПОЖАРА ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ ПРИЧИН ВОЗГОРАНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Распространение пожара в салоне автомобиля определяется различными факторами, наиболее важными среди которых являются величина пожарной нагрузки в салоне, скорость выгорания материалов и условия газообмена.

В данной статье представлены экспериментальные данные по оценке воспламеняемости текстильных материалов отделки автокресел при воздействии тлеющих табачных изделий.

Ключевые слова: текстильные материалы, тлеющие табачные изделия, температура самовоспламенения.

P. S. Shabarova, O. E. Storonkina, T. A. Mochalova

STUDY OF THE INVOLVEMENT OF SMOLDERING TOBACCO PRODUCT TO FIRE WHEN IDENTIFYING THE CAUSES OF VEHICLE FIRE

The spread of fire in the car interior is determined by various factors, the most important of which are the magnitude of the fire load in the cabin, the rate of burnout of materials and gas exchange conditions.

This article presents experimental data on assessing the flammability of textile finishing materials for car seats when exposed to smoldering tobacco products.

Keywords: textile materials, smoldering tobacco products, auto-ignition temperature.

Автотранспорт — это специфический и в тоже время сложный объект для исследования и установления причины пожара. Анализ пожаров на автотранспортных средствах показывает, что они характеризуются своей быстротечностью, которая обусловлена использованием при изготовлении и эксплуатации автомобиля большого количества легкогорючих материалов. Однако, возможны случаи, когда пожары на автомобилях развиваются медленно, проходя через стадию тлеющего горения. Одной из таких причин пожаров на автотранспорте является тлеющее табачное изделие (далее, ТТИ). Материалов в автомобиле, способных к тлению, достаточно много — это и текстильные изделия, ткани, прокладочные материалы, пенополиуретан и т.д.

Температура тления ТТИ и их тлеющая способность определяются теплофизическими свойствами табака и бумаги, из которых они изготавливаются, а также интенсивностью диффузии окислителя к зоне тления [1].

В качестве объектов исследования были выбраны образцы текстильных материалов, состоящие из волокон различного состава, используемые при изготовлении мягких элементов автокресел.

Испытания на воспламеняемость проводили в соответствии с ГОСТ Р 53294-2009, устанавливающим методы определения воспламеняемости от малокалорийных источников зажигания изделий (постельных принадлежностей, элементов мягкой мебели, штор и занавесей) [2, 3].

При проведении испытаний (тяга отсутствовала) с ТТИ на поверхности исследуемых материалов образовывались четко выраженные локальные зоны выгорания, с хорошо очерченной границей между обгоревшей и необгоревшей частями макета и обугливанием в глубину в пределах этих зон (рис. 1–2). Время тления сигареты во всех пяти экспериментах в среднем составило около 500 сек.

Для образца экокожи (с подложкой из хлопка, синтепона, поролона) разложение материала прекращалось к моменту окончания тления ТТИ. После удаления сгоревшей сигареты выявлено, что верхний слой образца из полиуретана разложился и затвердел (рис. 1), что характерно для этого полимера. Прогар образца в длину составил 25 мм.

Для образца материала «Полиэстер» (с подложкой из нетканой основы и поролона), также наблюдалось полное прекращение тления материала к окончанию тления табачного изделия (рис. 2). При осмотре образца после удаления ТТИ выявлено, что ткань под ним расплавилась, расплав затвердел и стал стекловидным, это характерно для тканей, содержащих полиэстер в составе. Прогар в длину составил 50 мм.



Рис. 1. Образец материала «Экокожа»
после удаления ТТИ



Рис. 2. Образец материала «Полиэстер»
после удаления ТТИ

Ткани «Велюр», «Автожаккард» и «Твид» также не поддерживали пламенного горения при воздействии ТТИ, а лишь оплавлялись и обугливались в месте воздействия тлеющей сигареты.

Полученные экспериментальные данные хорошо согласуются с результатами испытаний, проведенных согласно методике по определению условий самовозгорания веществ и материалов [4, 5]. Измерения проводили на установке ОТП на базе ФГБУ СЭУ ФПС ИПЛ по Ивановской области. Метод реализуется в диапазоне температур от 25 до 600 °С (табл.).

Температура самовоспламенения исследуемых образцов тканей составила от 500 до 600 °С, что превышает температурные условия опыта с ТТИ. Это объясняет отсутствие воспламенения тлеющим табачным изделием исследованных образцов отделочных текстильных материалов для автокресел.

Таблица. Значения температур самовоспламенения образцов отделки автокресел и температур тления ТТИ

Описание образца	Температура самовоспламенения материала	Температура тления ТТИ
Ткань «Полиэстер» (с подложкой из нетканой основы и поролона), состав: 100 % полиэстер	$t_{\text{св}} = 580^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{тл}} = 311^{\circ}\text{C}$
Ткань «Велюр», состав: хлопок – 60 %, полиэстер – 40 %	$t_{\text{св}} = 500^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{тл}} = 304^{\circ}\text{C}$
Ткань «Автожаккард», состав: хлопчатобумажная, синтетическая или смесевая пряжа	$t_{\text{св}} = 600^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{тл}} = 305^{\circ}\text{C}$
Ткань «Твид», состав: шерстяная ткань и металлизированная нить	$t_{\text{св}} = 582^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{тл}} = 297^{\circ}\text{C}$
Ткань «Экокожа» (с подложкой из хлопка, синтепона, поролона), состав: хлопок – 75 %, полиуретан – 25 %	$t_{\text{св}} = 571^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{тл}} = 283^{\circ}\text{C}$

Как показало проведенное исследование интенсивное самостоятельное горение сигареты (в отсутствии тепловой изоляции) составляло несколько секунд, затем ТТИ покрывалось слоем пепла, что резко снижало температуру до величины, при которой возгорание большинства материалов становилось невозможным.

А материалы, имевшие в своем составе синтетические волокна, при попадании на них тлеющего табачного изделия лишь оплавлялись, поэтому пламенное горение своего развития не получило.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таубкин И. С., Рудакова Т. А., Сухов А. В. К вопросу о пожарной опасности сигарет и папирос // Теория и практика судебной экспертизы. Научно-практический журнал. РФЦСЭ. М.: 2009, № 1 (13). С. 55–60.

2. ГОСТ Р 53294-2009 «Материалы текстильные. Постельные принадлежности. Мягкие элементы мебели. Шторы. Занавеси. Методы испытаний на воспламеняемость».

3. Сосина М.Е. Исследование декоративных тканей на способность к возгоранию при воздействии источников зажигания малой мощности / М.Е. Сосина, О.Е. Сторонкина, Т.А. Мочалова // 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. 143-146. – EDN CSEVTH.

4. Методика определения условий теплового самовозгорания веществ и материалов / Ю.Р. Шебеко [и др.]. М.: ВНИИПО, 2004. 67 с.

5. Сторонкина О.Е. Оценка воспламеняемости современных текстильных материалов декоративного назначения / О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова // Современные проблемы гражданской защиты. – 2022. – № 3(44). – С. 67-71. – EDN BUPEJF.

РАЗДЕЛ 3
КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ

SECTION 3
COMPUTER AND INFORMATION TECHNOLOGIES FOR ENSURING
STRUCTURAL FIRE SAFETY

УДК 614.841.31

А. А. Айол

Санкт-Петербургский учебно-методический центр по гражданской обороне
и чрезвычайным ситуациям

ПЕРСПЕКТИВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОРЯДКА И КРИТЕРИЕВ
ОТНЕСЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ К ОПРЕДЕЛЕННОЙ КАТЕГОРИИ
РИСКА В РАМКАХ ПОЖАРНОГО НАДЗОРА

В статье рассматриваются вопросы, дополняющие основные положения по определению порядка и критериев отнесения объектов защиты к категории риска в пожарном отношении.

Ключевые слова: негативное последствие пожаров; ежегодный мониторинг; пожарная безопасность; негативное последствие пожара; ожидаемый риск; допустимый риск.

А. А. Ayol

PROSPECTS FOR IMPROVING THE PROCEDURE AND CRITERIA
FOR ASSIGNING PROTECTION OBJECTS TO A CERTAIN RISK
CATEGORY WITHIN THE FRAMEWORK OF FIRE SUPERVISION

The article discusses issues that complement the basic provisions for determining the procedure and criteria for classifying objects of protection as a fire risk category.

Keywords: negative consequences of fires; annual monitoring; fire safety; negative consequences of fire; expected risk; acceptable risk.

В соответствии с главой 5 Федерального закона № 248-ФЗ [1] в основу организации регулирования периодичности контрольно-надзорных и профилактических мероприятий положены принципы соразмерности вмешательства в деятельность контролируемых лиц, управления рисками причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям.

В рамках действующего законодательства Положением о федеральном государственном пожарном надзоре [2] установлены порядок и критерии отнесения объектов защиты к определенной категории риска, от которых зависит частота контрольных (надзорных) мероприятий.

Присвоение соответствующей категории риска осуществляется индивидуально в отношении каждого поднадзорного объекта. Соответствующее полномочие реализуется на основании показателя тяжести потенциальных негативных последствий пожаров для групп объектов защиты, однородных по видам экономической деятельности и классам функциональной пожарной опасности, с учетом индекса индивидуализации, отражающего характеристики противопожарного состояния конкретного объекта и характеризующего добросовестность подконтрольного лица.

С 1 января 2025 года Правительство Российской Федерации планирует внести коррективы в порядок и критерии отнесения объектов защиты к определенной категории риска [3]. В частности, определено, что является объектом защиты. Это поднадзорные здания, сооружения и помещения, а также наружные установки. Теперь при отнесении их к определенной категории риска причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям в результате пожаров будут использоваться сведения из автоматизированной аналитической системы поддержки и управления контрольно-надзорными органами Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (далее — МЧС России), а также сведения статистической отчетности Федеральной службы государственной статистики.

Критерии отнесения объектов защиты к определенной категории риска основываются на определении величин причинения вреда (ущерба) охраняемым законом ценностям в результате пожаров с использованием оценок социальных и материальных негативных последствий пожаров. В настоящее время данные оценки не учитываются.

В перспективе допустимый и ожидаемый риски причинения вреда жизни или здоровью граждан в результате пожаров будут определяться не на основании ежегодного мониторинга сведений, содержащихся в единой государственной системе статистического учета пожаров и их последствий, а на основании сведений, содержащихся в автоматизированной аналитической системе поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России, и сведений статистической отчетности Федеральной службы государственной статистики. Кроме этого, будут определяться *допустимый и ожидаемый риск причинения материального ущерба от пожара на объекте защиты (далее - риск материальных негативных последствий пожара)*.

Расчеты допустимого и ожидаемого рисков материальных негативных последствий пожаров осуществляются при выполнении одного из следующих условий (далее — условия негативных последствий):

а) объект защиты находится в государственной или муниципальной собственности;

б) на объекте защиты осуществляют экономическую деятельность более одного контролируемого лица.

Допустимый риск материальных негативных последствий пожара будет рассчитываться на основании сведений о средней стоимости основных фондов организаций, содержащихся в формах статистической отчетности Федеральной службы государственной статистики.

Величина **допустимого риска материальных негативных последствий** пожара ($Q_{M(доп)n}$) для каждого условия негативных последствий будет определяться по формуле:

$$Q_{M(доп)n} = e^{-m} \times U_{M(недоп)n}$$

где n — индекс условия определения материальных негативных последствий пожаров. Принимается в зависимости от выбранного условия негативных последствий;

e — основание натурального логарифма, принимается равным 2,72;

m — количество категорий риска, принимается равным 6.

Величина **недопустимого материального ущерба** от пожара ($U_{M(недоп)n}$) составляет 20 процентов средней стоимости основных фондов в расчете на один объект защиты и будет определяться по формуле:

$$U_{M(недоп)n} = 0,2 \times G_{ос.ф.n}$$

где $G_{ос.ф.n}$ — стоимость основных фондов в расчете на один объект защиты для каждого условия негативных последствий.

Величина **ожидаемого риска материальных негативных последствий** пожара на объектах защиты ($Q_{M.n}$) будет определяться по формуле:

$$Q_{M.n} = P_{M.n} \times U_{M.n}$$

где $P_{M.n}$ — вероятность возникновения пожаров с материальными последствиями на объектах защиты для каждого условия негативных последствий в период проведения ежегодного мониторинга;

$U_{M.n}$ — материальный ущерб на объектах защиты для каждого условия негативных последствий в период проведения ежегодного мониторинга.

Вероятность возникновения пожаров с **социальными последствиями** в период проведения ежегодного мониторинга по группе объектов защиты, однородных по видам экономической деятельности и классам функциональной пожарной опасности (P_C), будет определяться по формуле:

$$P_C = \frac{M_{пс}}{T \times M_{об.с.}}$$

где $M_{ПС}$ — количество пожаров с социальными последствиями, происшедших на объектах защиты в соответствующей группе в период проведения ежегодного мониторинга;

T — период проведения ежегодного мониторинга, равный одному году;

$M_{ОБ.С.}$ — количество объектов защиты в соответствующей группе в период проведения ежегодного мониторинга.

Вероятность возникновения пожаров с **материальными последствиями** ($P_{М.н.}$) в период проведения ежегодного мониторинга на объектах защиты для каждого условия негативных последствий будет рассчитываться по формуле:

$$P_{М.н.} = \frac{M_{П.М.н.}}{T \times M_{ОБ.М.н.}}$$

где $M_{П.М.н.}$ — количество пожаров с материальными последствиями на объектах защиты для каждого условия негативных последствий в период проведения ежегодного мониторинга;

$M_{ОБ.М.н.}$ — количество объектов защиты для каждого условия негативных последствий в период проведения ежегодного мониторинга, единиц.

Материальный ущерб ($U_{М.н.}$) на объектах защиты для каждого условия негативных последствий в период проведения ежегодного мониторинга, будет определяться по формуле:

$$U_{М.н.} = \frac{M_{у.н.}}{M_{П.М.н.}}$$

где $M_{у.н.}$ — расчетный материальный ущерб от пожаров на объектах защиты для каждого условия негативных последствий в период проведения ежегодного мониторинга.

Расчетный материальный ущерб от пожаров на объектах защиты будет определяться на основе методик, утверждаемых федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности, посредством автоматизированной аналитической системы поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России.

Показатель тяжести потенциальных негативных последствий пожаров ($K_{г.т.}$) на сегодняшний день определяется по формуле:

$$K_{г.т.} = \frac{Q_c}{Q_{сдоп}}$$

где Q_c — ожидаемый риск негативных последствий пожаров по группе объектов защиты;

$Q_{сдоп}$ — допустимый риск негативных последствий пожаров.

Показатель тяжести потенциальных материальных негативных последствий пожаров ($K_{M.n}$) будет определяться по формуле:

$$K_{M.n} = \frac{Q_{M.n}}{Q_{M(доп)n}}$$

Интегральный показатель тяжести потенциальных негативных последствий пожаров ($K_{Г.Т.М.n}$) будет определяться по формуле:

$$K_{Г.Т.М.n} = \sqrt{K_{Г.Т.}^2 + K_{M.n}^2}$$

Расчет интегрального показателя тяжести потенциальных негативных последствий пожаров ($K_{Г.Т.М.n}$) осуществляется с учетом показателя тяжести потенциальных материальных негативных последствий пожаров ($K_{M.n}$) в соответствии с условиями негативных последствий.

В случае если объект защиты не удовлетворяет условиям негативных последствий при определении значения интегрального показателя тяжести потенциальных негативных последствий пожаров ($K_{Г.Т.М.n}$) значение показателя тяжести потенциальных материальных негативных последствий пожаров ($K_{M.n}$) будет приниматься равным нулю.

В целях осуществления планирования контрольных (надзорных) мероприятий федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным на решение задач в области пожарной безопасности, будут проводиться ежегодные расчеты показателей тяжести потенциальных социальных и материальных негативных последствий пожаров. На основе указанных расчетов за 5-летний период будут определяться среднепятилетние значения показателей тяжести потенциальных социальных и материальных негативных последствий пожаров, которые используются для планирования контрольных (надзорных) мероприятий в течение 5 лет начиная с 1 января 2025 г. По истечении указанного периода будет производиться актуальный расчет среднепятилетних значений показателей тяжести потенциальных социальных и материальных негативных последствий пожаров.

Среднепятилетние значения показателей тяжести потенциальных социальных и материальных негативных последствий пожаров будет публиковаться на официальном сайте федерального органа исполнительной власти, уполномоченного на решение задач в области пожарной безопасности, в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

Предлагаемый дифференцированный подход, учитывающий большее количество критериев объектов защиты должен существенно повысить их уровень пожарной безопасности и при этом снизить нагрузку со стороны органов, осуществляющих надзорную деятельность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» от 31.07.2020 № 248-ФЗ.
2. Постановление Правительства РФ от 12.04.2012 № 290 «О федеральном государственном пожарном надзоре».
3. Постановление Правительства РФ от 14.09.2023 № 1502 «О внесении изменений в Положение о федеральном государственном пожарном надзоре».

УДК: 614.84.81:631

С. Г. Аксенов, Р. М. Яппаров, Э. Р. Ахмеджанова
ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий

К ВОПРОСУ О ПРОФИЛАКТИКЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ

В статье рассмотрены особенности в тушении пожаров в сельской местности, их противопожарная профилактика. Представлены статистические данные за определенный промежуток времени, проведен анализ данных, выявлены проблемы, влияющие на эффективность принимаемых мер пожарной безопасности в сельских поселениях. На основе полученных результатов сформированы предложения, направленные на совершенствование мер пожарной безопасности.

Ключевые слова: пожарная безопасность; повышение эффективности; сельская местность; правила пожарной безопасности; статистические данные; профилактика.

S. G. Aksenov, R. M. Yapparov, E. R. Akhmedzhanova

FEATURES OF EXTINGUISHING FIRES IN RURAL AREAS

The article discusses the features of extinguishing fires in rural areas and their fire prevention. Statistical data for a certain period of time is presented, data analysis is carried out, problems are identified that affect the effectiveness of fire safety measures taken in rural settlements. Based on the results obtained, proposals were formed aimed at improving fire safety measures.

Keywords: fire safety; increasing efficiency; countryside; fire safety rules; statistical data; prevention.

Зачастую тушение пожаров в селах и деревнях затруднено, так как не всегда имеется возможность быстро прибыть пожарным машинам к месту возгорания, и особенно становится сложно, когда появляется большой очаг огня и для тушения пожара требуется еще больше средств, сил и времени. Такая проблема существует в каждом населенном пункте и, зачастую, при

возникновении пожара жители населенных пунктов в отдаленных местностях могут с этим столкнуться [1]. Поэтому здесь необходимо уделять больше внимания не только соблюдению правил пожарной безопасности, но и грамотному решению вопроса в случае возникновения чрезвычайной ситуации для того, чтобы была возможность быстро справиться с огнем.

Пожары в населенных пунктах можно разделить на три группы – пожары в производственной зоне, пожары в жилой зоне, пожары на отдельно стоящих объектах. При тушении пожаров в сельской местности основными водоисточниками являются естественные и искусственные образования - реки, озера, артезианские скважины, пруды, колодца. При этом могут возникнуть осложнения подачи воды к очагу возгорания по причине удаленности водоисточников, а также при заборе воды пожарными машинами из-за большой глубины водозабора, крутых берегов рек, озер и т.д. Данная проблема является одной из основных причин, приводящей к развитию крупных пожаров [5]. Особенно в период снегопада, грязи, слякоти на дорогах, осенью и весной становится невозможно подъехать к месту возгорания, либо это становится трудновыполнимой задачей и занимает много времени, что приводит к тяжелым последствиям. Эффективным решением, конечно, будет организация водоснабжения за счет использования водопроводных сетей, но это труднореализуемая задача ввиду недостаточности финансовых средств.

Статистика последних лет по этой причине не вызывает пока оптимизма [4]. Так, в сельской местности в 2018–2022 годах прямой материальный ущерб от пожаров только вырос (см. рис. 1).

Год	2018	2019	2020	2021	2022
Количество пожаров, тыс. ед.	55,2	205,7	205,5	175,4	160,2
Прямой материальный ущерб от пожаров, тыс. р.	6028767	5996030	6970487	6485685	8154636
Количество погибших людей при пожарах, чел	4057	4247	4054	3989	3778
Количество травмированных людей при пожарах, чел.	2987	3175	2908	2869	2873

Рис 1. Пожары в сельской местности и их последствия в 2018–2022 гг.

Люди, к сожалению, пренебрегают правилами пожарной безопасности и возводят дома на расстоянии менее, чем этого требуют правила и нормы пожарной безопасности, что и является основным фактором крупных возгораний, потому что безразличие становится одной из причин возникновения пожаров [3]. При возгорании одного здания, очаг пожара быстро переходит на другое и быстро охватывает сразу несколько зданий до приезда пожарной бригады.

Наиболее пожароопасными являются деревянные строения, расстояние между ними должно быть не менее 15 метров согласно требованиям нормативов [2]. В случае если материал сооружения более огнестойкий (бетон, кирпич и др.), то расстояние должно быть в пределах 6–12 метров. Ближе всех можно располагать здания из негорючих материалов без деревянных элементов — это расстояние 6 метров. Большинство пожаров в жилой зоне возникают на чердаках, сараях и т.д., находящихся под одной крышей. При ветре искры быстро распространяются на расстояние 600 метров и более.

При возникновении пожара на животноводческих комплексах огонь быстро переносится на сгораемые конструкции и материалы. За небольшой промежуток времени огонь может охватить все помещение, далее перейти на чердак, а после этого наружу. Во время пожаров, происходящих, например, в сараях, очень страдают животные, так как максимальная температура, которую они могут перенести составляет 50 °С. Гибель животных наступает от удушья, высоких температур, отравления дымом.

В зимний период выходы, необходимые для сохранения тепла, из сараев заваливаются снегом, вовремя не расчищаются, и эвакуировать животных из помещения станет намного сложнее. Основной задачей при тушении пожаров на данном объекте является спасение всех птиц и зверей, а также ликвидация пожара.

К эвакуации привлекается обслуживающий персонал, знающий привычки животных и умеющий обращаться с ними. По прибытию на место руководитель тушения пожаров оперативно оценивает ситуацию и анализирует обстановку, устанавливает: размер горения (очага), число пострадавших животных, состояние путей эвакуации и возможность дальнейшего их использования, место их последующего размещения, наличие угрозы соседним зданиям и сооружениям.

Если пожар возникает на поле, то тушение должно производиться осторожно по причине того, что могут быть провалы в почве. Оказавшись в сильном задымлении, пожарным нужно сохранять самообладание и двигаться по компасу в сторону дороги. Если присутствует угроза распространения огня на жилую зону, руководитель тушения пожаров направляет группу опытных пожарных на автоцистерне для блокирования очага возгорания.

На рис. 1 приведены последствия пожаров в сельской местности. Так, мы видим, что на протяжении последних пяти лет количество пожаров повысилось на 34,4 %, а также увеличился прямой материальный ущерб почти в 1,5 раза, количество травмированных людей при пожарах увеличилось на 100 человек, при этом отрадно то, что количество погибших уменьшилось всего на 300 человек.

Одной из причин, снижающих эти показатели, является фактор времени прибытия пожарных подразделений к месту пожара, например, в сравнении с городской местностью (см. рис. 2). По этой причине жители сел и деревень сами, не дожидаясь прибытия пожарных, приступают к тушению пожара, что и

приводит к неблагоприятным последствиям. У населения нет достаточных знаний о правильном использовании тушащих веществ, и отсутствует специальное оборудование для безопасной ликвидации пожара.

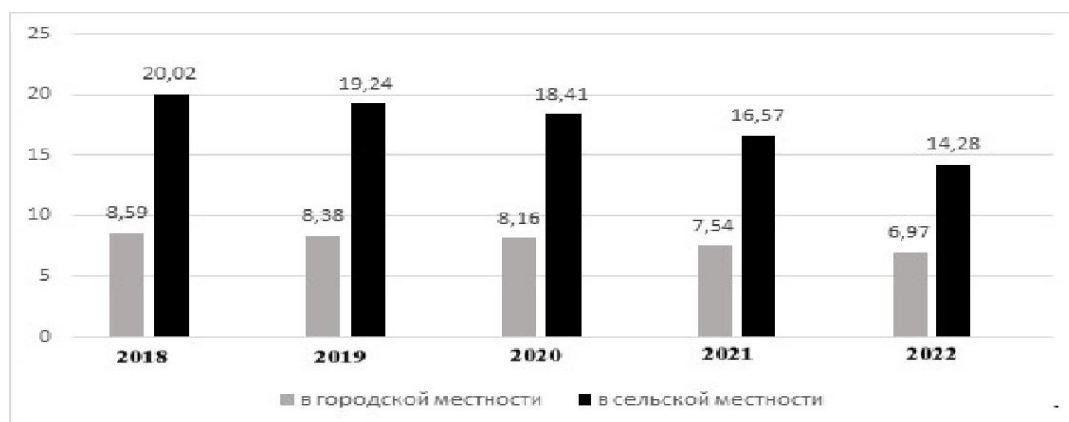


Рис. 2. Среднее время прибытия первого караула к месту пожара

Для снижения частоты возникновения пожаров в сельской местности необходимо, изначально, при проектировании и строительстве зданий, помещений, сооружений учитывать нормативные требования, а также существующие правила пожарной безопасности. А именно учитывать требуемые расстояния между зданиями и сооружениями, наличие исправного водоснабжения, надлежащее обустройство подъездов к естественным источникам воды, обеспечение помещений пожарной сигнализацией и др.

На наш взгляд, самый действенным методом, направленным на профилактику возникновения пожаров в сельской местности, будет осторожность и ответственность каждого за себя и свой дом, что по существу является естественным для человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тушение пожаров на сельскохозяйственных объектах [Электронный ресурс] // URL: <https://the-distance.ru/tushenie-pozharov-na-selskoxozyajstvennyx-obektax/> (дата обращения: 20.02.2024).
2. Пожары в сельской местности. Как уберечь свой дом от огня? [Электронный ресурс] // URL: <https://38.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/4539988/> (дата обращения: 20.02.2024).
3. Особенности тушения огня в сельской местности [Электронный ресурс] // URL: https://fireguys.ru/metodicheskie_plany/pozharno-takticheskaja-podgotovka/osobennosti-tusheniya-pozharov-v-selskoi-mestnosti.html/ (дата обращения: 20.02.2024).
4. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.- аналитич. сб. [Электронный ресурс] / Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. - 80 с. // URL:

<https://ptm01.ru/assets/images/biblioteka/Статистика/2022/ВНИИПО/sbornik-2022-rogary.pdf> (дата обращения: 20.02.2024).

5. Фаритова, Л. Р. Проблемы комплектования пожарно-спасательных команд пожарной и аварийно-спасательной техникой / Л. Р. Фаритова, Р. М. Яппаров // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности : Сборник трудов секции № 9 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. 248-253. – EDN RGJUOL.

УДК 614.84

А. М. Ахметгалина

Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет)

ЗАЩИТА ОТ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В статье рассмотрена проблема защиты от природных пожаров населенных пунктов Челябинской области. С развитием научно-технического процесса пожароопасная обстановка ухудшается. В большинстве случаев причиной является деятельность человека с нарушением требований пожарной безопасности. Проанализирована возможность предупреждения и ограничению распространения природных пожаров. Определена необходимость в развитии технических средств защиты населенных пунктов в условиях чрезвычайной ситуации.

Ключевые слова: безопасность; чрезвычайная ситуация; природные пожары; лесные пожары; Челябинская область.

A. M. Akhmetgalina

PROTECTION FROM NATURAL FIRES OF SETTLEMENTS OF THE CHEL YABINSK REGION

In the article the problem of protection from natural fires of settlements of the Chelyabinsk region is considered. With the development of scientific and technological process the fire hazardous situation is worsening. In most cases the reason is human activity with violation of fire safety requirements. The possibility of preventing and limiting the spread of natural fires has been analyzed. The necessity in development of technical means of protection of settlements in emergency conditions is determined.

Keywords: safety; emergency situation; natural fires; forest fires; Chelyabinsk region.

На территории Российской Федерации ежегодно происходит чрезвычайная ситуация, связанная с природными пожарами. Вводится противопожарный режим, устанавливающий дополнительные требования пожарной безопасности.

В Челябинской области в 2023 году пожароопасный сезон был одним из самых сложных за последние несколько лет. Число пожаров за весенне–летний сезон этого года на 11 % превысило аналогичный показатель прошлого года. За 2023 год был ликвидирован 701 природный пожар на площади 11,2 тысячи гектаров, что сравнимо с размером города Миасса. В то время как площадь Челябинской области составляет 8,8 миллионов гектар, а леса занимают 2,6 миллиона гектар. На территориях 14 муниципальных образований области в течение сезона вводился особый противопожарный режим. В национальном парке «Зигальга» на территории Катав-Ивановского района случился крупный лесной пожар, из-за чего был введен режим чрезвычайной ситуации.

Большие площади лесных массивов создают предпосылки к возникновению лесных пожаров, что потребует привлечение значительных сил и средств для их тушения. Несмотря на более низкий температурный режим в области и повышенную влажность, в засушливые жаркие годы возможно возникновение верховых пожаров. Но даже в такой сложной обстановке, площадь лесных пожаров является наименьшей по Уральскому федеральному округу. Оперативность тушения составила 96 %, что является лучшим показателем среди субъектов Уральского федерального округа.

Засушливая погода как фактор, создающий благоприятные условия для развития пожара. Статистика причин природных пожаров практически не изменяется в течение последних лет. Примерно 70–75 % случаев возгорания связаны с действиями человека, неосторожное обращение с огнем, несоблюдение правил пожарной безопасности, разведение костров на торфяниках, бесконтрольные сельхозпалы осенью и весной.

Главной характеристикой лесного пожара является скорость его распространения, которая определяется скоростью продвижения полосы горения по контуру пожара. Наиболее опасным является верховой пожар, так как его скорость распространения в ветреную погоду может достигать 25–30 км/ч. Горящие искры, разносящиеся ветром, создают новые очаги пожара на удалении от основного [1].

Степные пожары легче ликвидировать из-за меньшей мощности слоя горящей массы и невозможности перехода пожара в верховой. Также при степном пожаре возможность возникновения повторного возгорания исключена. Для предотвращения данного пожара необходимо создавать минерализованные полосы.

Нередко часть пожаров, которые поздно заметили и не успели потушить или плохо локализовали, создают чрезвычайную ситуацию, подвергая опасности населенные пункты, расположенные на удалении от пожарных подразделений. Защита населенных пунктов обязательно должна начинаться с

изучения и оценки территории. Необходимо учитывать климат, рельеф природной зоны, гидрографическую сеть, сельское хозяйство, транспортную инфраструктуру. Данные показатели могут существенно влиять на развитие природных пожаров. В районах, где влажно, прохладно и сыро, подобные бедствия возникают намного реже, чем в районах с засушливым климатом.

Факторы, ведущие к возникновению природных пожаров, условно можно разделить на три группы:

1. можно предупредить и повлиять (уровень знаний правил пожарной безопасности населения, противопожарное обустройство);
2. можно учесть (климат, рельеф);
3. невозможно предупредить (стихийные бедствия, метеориты).

Таким образом, чтобы не допустить возникновения природного пожара, вследствие антропогенных воздействий, необходимо введение следующих запретов:

- бросать в лесу горящие спичи, окурки;
- употреблять при охоте пыжи из легковоспламеняющихся или тлеющих материалов;
- разводить костры в густых зарослях и хвойном молодняке, под кронами деревьев, рядом со складами древесины, торфа, в непосредственной близости от созревших сельхозкультур;
- оставлять в лесу самовозгораемый материал: тряпки и ветошь, пропитанные маслом или бензином, стеклянную тару и посуду, которые могут сработать как зажигательные линзы;
- сжигать сухую траву на лесных полянах, в садах, на полях, под деревьями;
- поджигать камыш;
- разводить костёр с помощью легковоспламеняющихся жидкостей или в ветреную погоду;
- оставлять костёр без присмотра или непотушенным после покидания стоянки.

Близость населенных пунктов к лесным массивам увеличивает риски пожарной опасности, несмотря на меры ограничивающие действия людей.

Мероприятия по предупреждению и ограничению распространения лесных пожаров являются основой противопожарной профилактики. Предупреждение возникновения лесных пожаров осуществляется посредством лесной пропаганды и агитации, регулирования посещаемости лесов населением, контроля за соблюдением правил пожарной безопасности.

Лесопожарная пропаганда должна соответствовать времени года и усиливаться в пожароопасном сезоне, обстановке и категории населения, содержать конкретные факты для региона в котором проводится. Необходимо использовать все доступные средства массовой информации, включая и современные возможности для охвата большей части населения. Стоит делать

акцент не на запретах, объяснять причины появления ограничений, доводить до населения возможные последствия.

Ограничение распространения пожара достигается специальными лесоводческими мероприятиями, такими как регулирование состава леса, санитарные рубки и очистка от захламленности, а также путем создания на территории лесного фонда системы противопожарных барьеров, ограничивающих распространение возможных пожаров, устройства сети дорог и водоемов, позволяющих быстрее обеспечить их локализацию.

Отмирающие сухостойные и ветровальные деревья, усиливающие опасность распространения лесных пожаров, вредителей и болезней леса, подлежат немедленной рубке. Очистка мест рубок от порубочных остатков является обязательной. Необходимо проводить регулирование состава древостоев в молодняках и средневозрастных насаждениях. Использование минерализованных полос один из самых распространенных барьеров. Он помогает остановить низовой пожар, а также является опорной полосой при использовании управляемого огня в лесу, для локализации лесных пожаров. В качестве противопожарных барьеров для остановки верховых пожаров могут использоваться защитные хвойные и лиственные полосы вокруг населенных пунктов, также возможно прокладывание противопожарных канав. Создание противопожарных водоемов, устройство подъездов к ним, оборудование специальных заборников воды может существенно уменьшить время ликвидации пожара. Противопожарные дороги нужны не только для быстрого реагирования специальных служб, но и могут использоваться как барьеры на пути низового пожара.

Данные способы, безусловно, хороши и используются уже много лет, но необходимо совершенствовать даже отдаленные населенные пункты.

В Челябинской области уже используется система видеонаблюдения, которая позволяет заблаговременно сообщить о пожаре и не дать ему распространиться на удаленные населенные пункты. Сейчас существует 80 постов, благодаря им было обнаружено почти 300 лесных пожаров. Информация с камер поступает в круглосуточно работающую Региональную диспетчерскую службу Управления и лесопожарные службы лесхозов. К следующему пожароопасному сезону планируется увеличить до 90 постов. На базе этих постов видеонаблюдения возможно и создание систем раннего предупреждения, например датчики дыма. Продукты горения при сильном ветре переносятся на большие расстояния достаточно быстро, если специальный датчик заблаговременно отследит изменение концентрации вредных веществ в воздухе, возможно, оповестить и жителей населенных пунктов и пожарные службы.

Во время особо опасного засушливого периода возможно применение беспилотных летательных аппаратов с целью патрулирования лесных территорий вблизи удаленных населенных пунктов. Помимо датчиков обнаружения пожара, определения их размеров и точных координат, они могут

быть оснащены системами автоматического пожаротушения. Это поможет сдерживать горение до приезда пожарных служб в труднодоступные места.

Еще одна современная система пожаротушения – это водяные пушки, по принципу автополива газона, создающие водяную завесу. Они могут быть установлены на крышах зданий или по периметру поселения. По такому же принципу защиты населенного пункта от проходящего природного пожара может быть установлен противопожарный купол. Данная идея требует больших экономических вложений, но при ее реализации становится возможным защитить культурные и исторические памятники, а также создать хотя бы по одному устойчивому к пожару зданию в удаленных населенных пунктах.

Чрезвычайная ситуация в виде пожаров наносит колоссальный ущерб окружающей среде, населению и экономике региона в целом. Локализация и ликвидация пожаров является главным направлением в совершенствовании системы пожарно-спасательных подразделений. Создание новых научно-технических систем должно позволить сделать жизнь людей безопаснее и комфортнее. В Челябинской области достаточное количество населенных пунктов, для которых необходимо разрабатывать новые меры по защите от природных пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тербнев, В.В. Противопожарная защита и тушение пожаров/ В. В. Тербнев, В.В. Артемьев, А.В. Подгрушный.- М.: Пожнаука, 2007 -. Кн. 5: Леса, торфяники, лесосклады. - 2007. - 356 с.
2. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 № 69-ФЗ (период обращения 19.10.2023).
3. Федеральный закон «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 № 123-ФЗ (период обращения 25.12.2023).

УДК 614.84

***Е. В. Бобринев, Е. Ю. Удавцова, А. А. Кондашов, О. С. Маторина,
Е. С. Трецин***

НИЦ ОУП ПБ ФГБУ ВНИИПО МЧС России

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ РЕСУРСОВ ПОЖАРНОЙ ОХРАНЫ В СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Представлена компьютерная программа для автоматизации процесса расчета ресурсов пожарной охраны в сельских поселениях Российской Федерации в зависимости от рисков пожарной опасности. Для определения ресурсов пожарной охраны рассчитывается уровень пожарной опасности населенного пункта с учетом рисков гибели и травмирования людей и риска уничтожения строений при пожарах. В зависимости от уровня пожарной опасности выдаются рекомендации по составу сил и средств пожарной охраны сельского поселения.

Ключевые слова: сельское поселение; пожарная опасность; пожарная охрана; база данных; интегрированная среда программирования.

E. V. Bobrinev, E. Yu. Udavtsova, A. A. Kondashov, O. S. Matorina, E. S. Treschin

DEVELOPMENT OF A PROGRAM TO SUBSTANTIATE FIRE PROTECTION RESOURCES IN RURAL SETTLEMENTS OF THE RUSSIAN FEDERATION

A computer program is presented to automate the process of calculating fire protection resources in rural settlements of the Russian Federation, depending on the risks of fire danger. To determine the fire protection resources, the fire danger level of the settlement is calculated, taking into account the risks of death and injury to people and the risk of destruction of buildings in case of fires. Depending on the level of fire danger, recommendations are given on the composition of the forces and means of fire protection of a rural settlement.

Keywords: rural settlement; fire danger; fire protection; database; integrated programming environment.

В целях реализации основных положений Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года, направленных на обеспечение качественного повышения уровня защищенности населения, разработана методика обоснования ресурсов пожарной охраны в сельских поселениях Российской Федерации в зависимости от рисков пожарной опасности. Методика утверждена заместителем Министра Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий 19.05.2020 г. № 2-4-71-11-12. Данная методика позволяет формировать ресурсы пожарной охраны в сельских поселениях Российской Федерации в зависимости от уровня пожарной опасности и оптимизировать размещение сил и средств подразделений пожарной охраны, особенно в труднодоступных районах Российской Федерации [1, 2].

Для автоматизации процесса вычисления ресурсной потребности подразделений пожарной охраны в сельских поселениях Российской Федерации разработана компьютерная программа «Ресурсы пожарной охраны». Программа реализована с использованием языка программирования C++.

При разработке программного обеспечения использовалась интегрированная среда программирования (IDE) C++ Builder компании Borland Software [3]. Работа с базой данных реализована с использованием Borland Data Engine (BDE).

Блок-схема программы «Ресурсы пожарной охраны» представлена на рис. 1.

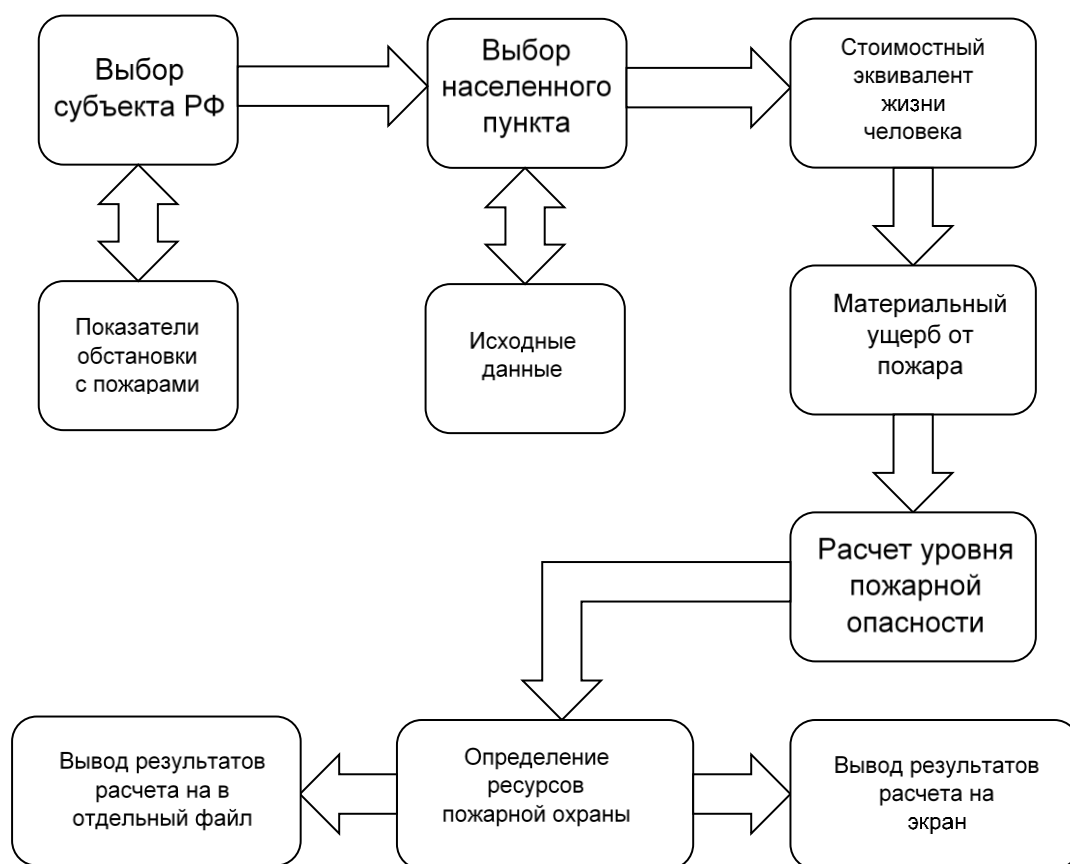


Рис. 1. Блок-схема программы «Ресурсы пожарной охраны»

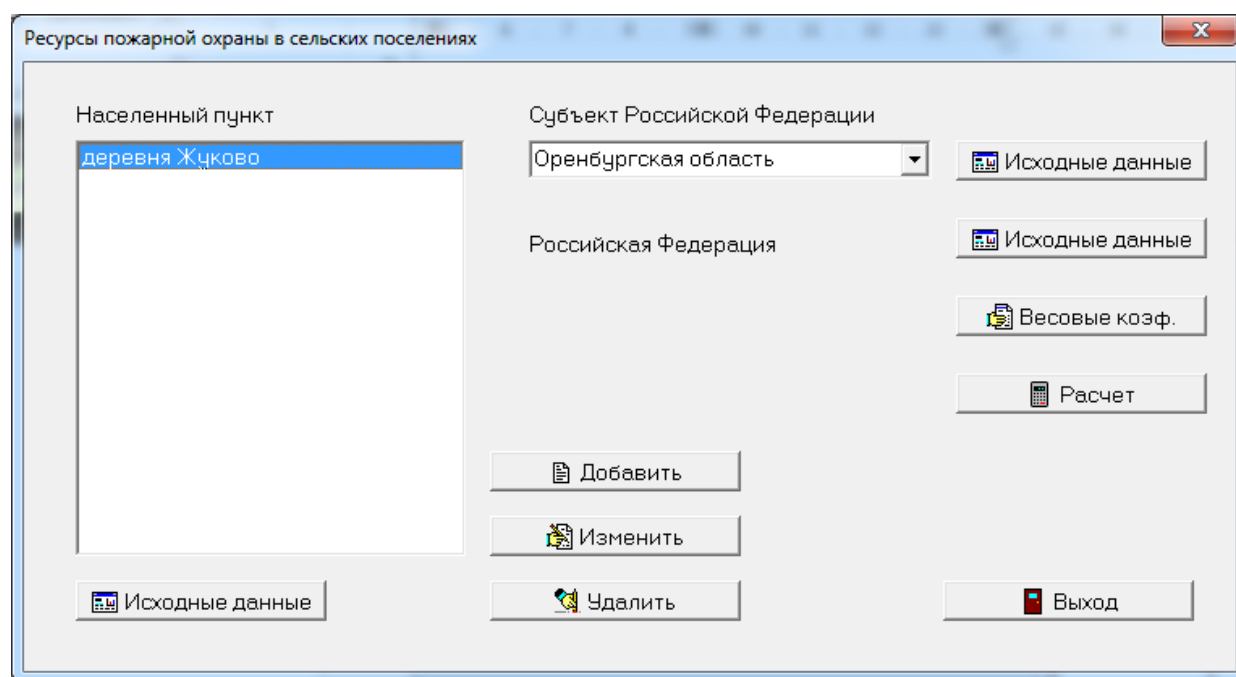


Рис. 2. Главное окно программы «Ресурсы пожарной охраны»

В главном окне программы (рис. 2) задается субъект Российской Федерации. Для выбранного субъекта задаются необходимые для расчета показатели (кнопка «Исходные данные» справа от компонента выбора субъекта), которые включают:

- численность сельского населения, чел.;
- количество пожаров в сельской местности, ед. в год;
- количество погибших при пожарах в сельской местности, чел. в год;
- количество травмированных при пожарах в сельской местности, чел. в год;
- количество уничтоженных строений при пожарах в сельской местности, чел. в год.

Аналогичные показатели задаются в целом для Российской Федерации. Численность сельского населения определяется по данным Федеральной службы государственной статистики [4]. Показатели обстановки с пожарами в сельской местности приведены в [5].

Для заданного субъекта можно выбрать или изменить населенный пункт или создать новый. Список населенных пунктов выводится в левой части окна. Для выбранного сельского населенного пункта задаются следующие показатели (кнопка «Исходные данные» под списком населенных пунктов):

- численность населения, чел.;
- коэффициент, учитывающий состояние дорожного покрытия, безразм.;
- расстояние от сельского поселения до пожарной части, км.

Для расчета уровня пожарной опасности населенного пункта используются стоимостные коэффициенты, значения которых можно задать, нажав кнопку «Весовые коэффициенты»:

- стоимостной эквивалент жизни человека, млн руб.;
- стоимостной эквивалент повреждения здоровья человека, млн руб.;
- остальные потери на одном пожаре, млн руб.

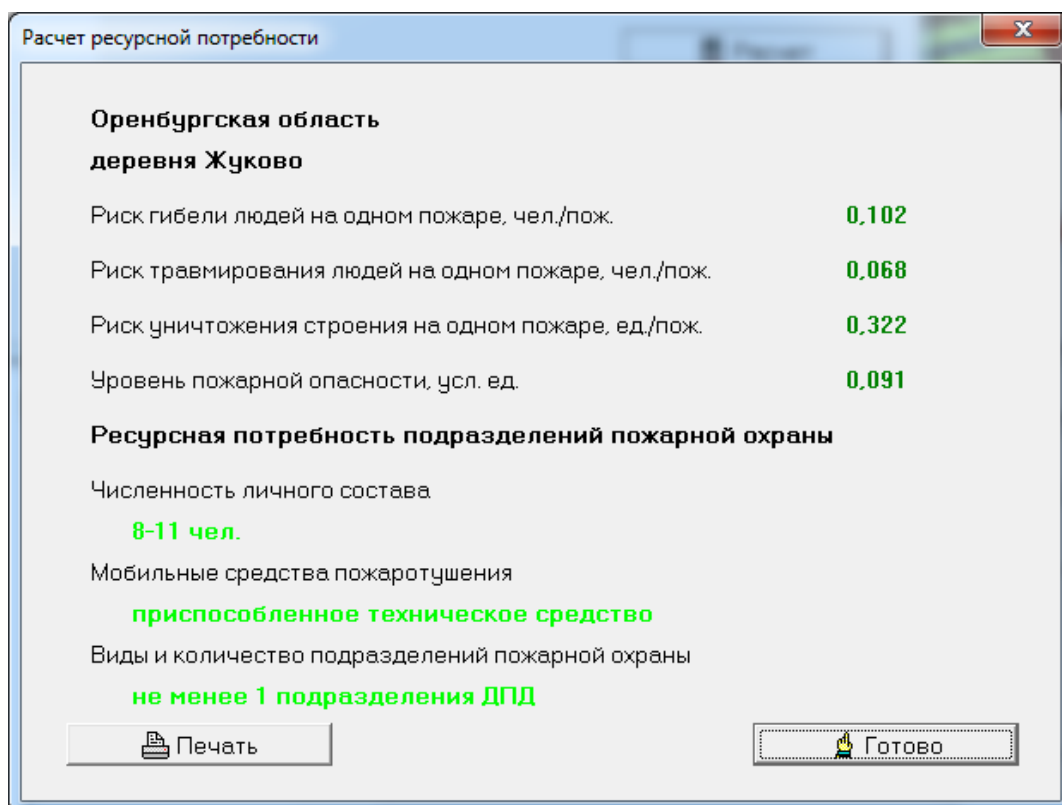
При нажатии кнопки «Расчет» открывается окно, в котором отображаются расчетные значения (рис. 3):

- риска гибели людей на одном пожаре, чел./пожар;
- риска травмирования людей на одном пожаре, чел./пожар;
- риска уничтожения строений на одном пожаре, ед./пожар;
- уровня пожарной опасности, условные ед.

В нижней части окна выводятся необходимые ресурсы подразделений пожарной охраны для защиты населенного пункта:

- численность личного состава, чел.;
- мобильные средства пожаротушения;
- виды и количество подразделений пожарной охраны.

Результаты расчета вместе с исходными данными можно экспортировать в отдельный файл в формате Microsoft Word или отправить на печать.



Оренбургская область	
деревня Жуково	
Риск гибели людей на одном пожаре, чел./пож.	0.102
Риск травмирования людей на одном пожаре, чел./пож.	0.068
Риск уничтожения строения на одном пожаре, ед./пож.	0.322
Уровень пожарной опасности, усл. ед.	0.091
Ресурсная потребность подразделений пожарной охраны	
Численность личного состава	8-11 чел.
Мобильные средства пожаротушения	приспособленное техническое средство
Виды и количество подразделений пожарной охраны	не менее 1 подразделения ДПД

Печать Готово

Рис. 3. Окно с результатами расчета ресурсов пожарной охраны

Таким образом, разработана программа «Ресурсы пожарной охраны», предназначенная для автоматизации процесса расчета ресурсов пожарной охраны в сельских поселениях Российской Федерации в зависимости от рисков пожарной опасности. Данные расчеты могут быть использованы при определении количества и видов подразделений пожарной охраны сельских населенных пунктов, численности их личного состава и технической оснащенности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Порошин А.А., Маштаков В.А., Бобринев Е.В., Кондашов А.А., Удавцова Е.Ю. Определение необходимых ресурсов пожарно-спасательных подразделений в сельских поселениях // Актуальные проблемы пожарной безопасности: тезисы докладов XXX Международной научно-практической конференции, 06–08 июня 2018 года. Ногинск: Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2018. С. 16-19.
2. Порошин А.А., Харин В.В., Кондашов А.А., Бобринев Е.В., Удавцова Е.Ю. Разработка методики обоснования ресурсов пожарной охраны в сельских поселениях Российской Федерации в зависимости от уровня пожарной опасности // Пожарная безопасность. 2018. № 4. С. 32-38.

3. Архангельский А.Я., Тагин М.А. Программирование в С++ Builder 6 и 2006. М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. 1184 с.

4. Численность населения Российской Федерации по полу на 1 января 2022 года (с учётом итогов Всероссийской переписи населения 2020 г.). Федеральной службы государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Chisl_RF_01-01-2022_VPN-2020.xls (дата обращения: 25.01.2024).

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

УДК 614.842.65

К. С. Власов, Е. П. Рожков
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЗАТЯЖНЫХ ПОЖАРОВ

Рассматриваются подходы определению признаков и порядка определения затяжных пожаров, как промежуточной категории при переходе от ординарного пожара к крупному. В целях использования данного понятия в процессе организации долгосрочного планирования деятельности пожарно-спасательного гарнизона.

Ключевые слова: затяжной пожар; планирование; организация деятельности; пожарно-спасательные подразделения; крупный пожар.

K. S. Vlasov, E. P. Rozhkov

APPROACHES TO THE DEFINITION OF PROTRACTED FIRES

Approaches to determining the signs and procedure for determining protracted fires as an intermediate category during the transition from an ordinary fire to a large one is considered. In order to use this concept in the process of organizing long-term planning of the fire and rescue garrison.

Keywords: protracted fire; planning; organization of activities; fire and rescue units; large fire.

В процессе создания и функционирования профессиональной пожарной охраны, как самостоятельной организации — необходимо найти решение вопроса о ее оптимальных размерах, структуре и достаточности ресурсов. Один из методов решения вопроса базируется на оценке объема выполняемых работ, которая в свою очередь основывается на некой системе классификации сложности работ, в нашем случае сложности пожаров, возникающих на охраняемой территории.

Существуют различные способы классификации пожаров, например, по объектам; по видам горючего; по размерам; по продолжительности; по особенностям развития процесса горения и т.д. Для оперативного планирования деятельности пожарно-спасательных подразделений (далее – ПСП) используется система номеров (рангов пожара) [1]. Но для планирования деятельности пожарно-спасательного гарнизона (далее — ПСГ) на длительный период (от года и более) этого недостаточно. Нужен комплексный показатель характеризующий объем и сложность работ, выполняемых пожарными, введем для него условное обозначение – Т.

Анализ научной литературы показывает, что начиная с 1920-х годов специалистами в области пожарной безопасности активно обсуждались различные подходы к классификации пожаров [2] в том числе и зависящие от показателя Т. В 1950 году в официальный оборот было введено понятие «крупный пожар» [3]. В середине 1970-х годов специалистами ВНИИПО было введено понятие «ординарный пожар» [4].

В процессе планирования деятельности ПСГ на длительные периоды, крупные пожары на наиболее пожароопасных объектах гарнизона рассматриваются как самая сложная, уникальная задача для ПСП, для решения которой требуется привлечение практически всех сил гарнизона и применение наиболее эффективных технологий. В противоположность крупным ординарные пожары происходят очень часто и создают поток массовых малозначимых явлений, которые обеспечивают постоянную рабочую нагрузку для ПСП.

Если расположить все пожары на воображаемой шкале Т начиная от минимальных значений к максимальным, то в начале шкалы будут сосредоточены ординарные пожары, а в конце крупные. При этом распределение Т будет ассиметричным и порядка 90 % пожаров по статистике будут относиться к ординарным.

На основании оценки Т возможно определить следующие признаки для ординарных и крупных пожаров (таблица):

Таблица. Признаки для ординарных и крупных пожаров

Признак	Пожар	
	ординарный	крупный
Пожар ликвидируется силами одного ПСП, в районе выезда которого он произошел	+	–
Производится установка пожарных автомобилей на водоисточники	–	+
Используются резервные запасы воздуха для СИЗОД	–	+
Привлекаются аварийные службы жизнеобеспечения	–	+
Время тушения пожара превышает среднее значение для данного района выезда ПСП	–	+

Практическое применение шкалы ординарных и крупных пожаров показало необходимость введения промежуточных категорий для Т.

Поскольку одним из основных факторов, влияющих на Т является длительность пожара, то целесообразно для промежуточной категории использовать понятие «затяжной пожар».

В научной и нормативной литературе к затяжным пожарам предлагается относить по следующим признакам:

а) пожары, где возникла необходимость замены воздушных баллонов СИЗОД на резервные, как правило, принимается 2 часа [5];

б) при длительности пожара 5 часов (в некоторых источниках 4) и более часов, когда требуется организовывать смену личного состава на боевых участках, перерывы для отдыха и приема пищи [6, 7 ст. 108, 8 ст. 138, ст. 243];

в) при угрозе разрушения технологических аппаратов в результате длительного воздействия опасных факторов пожара [9 с. 27];

г) по условиям обеспечения стабильной работы пожарной техники, например, при низких температурах [10];

д) при необходимости создания резерва сил и средств на случай возникновения еще одного (или более) пожаров [8 ст. 51].

Как можно видеть в действующих нормативных документах [8] не описывается алгоритм определения затяжных пожаров, а приведенный выше пункт «д» содержит избыточные требования, поскольку всегда есть угроза одновременного возникновения пожара в другом месте и резерв необходимо предусматривать в любом случае.

Пункты «а» и «б» устанавливают продолжительность затяжных пожаров от 2-х и 4-х часов соответственно. По пунктам «в» и «г» момент времени наступления события может быть определен только расчетными методами.

Вывод: По результатам проведенных исследований предлагается определять «затяжной пожар», как переходную категорию от ординарных к крупным пожарам.

Затяжным следует называть пожар, на котором при достаточном количестве ресурсов ПСП не удастся ликвидировать пожар на начальной стадии. Например, требуется повторная пенная атака, использование резервов (рукавов, воздушных баллонов для СИЗОД и т.п.) или дополнительное время для доступа к очагу пожара, для поиска и спасения людей, для дополнительной разведки пожара и т.п.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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

2. История пожарной охраны. Философско-методологические проблемы пожарной безопасности: Учебник / В. А. Абрамов, В. С. Сметанин; под общ. ред. проф. В.А. Абрамова. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2012 – 526 с.

3. Инструкция по изучению пожаров - Утв. ГУПО МВД СССР, 13 с. 10.07.1950 нач. ГУПО генерал-майор П.М. Богданов, 12 с. URL: <https://www.twirpx.org/file/3053003/> Дата обращения: 13.03.2020.
4. Абдурагимова Т.И. Количественная оценка боевой работы по тушению крупных пожаров // Портал PRO ПБ [Электронный ресурс] URL: <https://propb.ru/articles/blog-abduragimova-i-m/kolichestvennaya-otsenka-kachestva-boevoy-raboty-po-tusheniyu-ordinarnykh-pozharov-pri-uchastii-abdu> (дата обращения 07.03.2023).
5. В.Б. Габдуллин, А.Д. Ищенко Длительность работы звена газодымозащитной службы у очага при тушении затяжных пожаров на объектах энергетики в условиях задымления / Материалы VII Международной научно-практической конференции «Пожаротушение: проблемы, технологии, инновации» в 2 ч. Ч. 2. - М.: Академия ГПС МЧС России, 2020. – 173 с.
6. Постановление администрации Юрлинского муниципального района Пермского края от 27.02.2012 № 93 URL: https://pojaru.net.ru/_fr/7/7645182.doc Дата обращения: 23.01.2024
7. Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ ст. 108 URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/ Дата обращения: 23.01.2024.
8. Приказ МЧС России от 16 октября 2017 г. № 444 «Об утверждении Боевого устава подразделений пожарной охраны, определяющего порядок организации тушения пожаров и проведения аварийно-спасательных работ».
9. Физико-химические основы развития и тушения пожаров: учеб. пособие / С. А. Бобков, А. В. Бабурин, П. В. Комраков. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. – 210 с.
10. История развития технических средств борьбы с пожарами, приспособленных для работы в условиях низких температур / Алешков М.В., Безбородько М.Д., Ольховский И.А., Двоенко О.В. – М.: Пожаровзрывобезопасность 2016 т. 25 № 11 DOI: 10.18322/PVB.2016.25.11.77-83.

УДК 699.81

А. В. Голкин, А. В. Карпов, С. В. Усолкин, С. А. Пехотики
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

АНАЛИЗ ВЫБОРА ПРОЕКТНЫХ АВАРИЙ (СЦЕНАРИЕВ ПОЖАРА) ПРИ РАСЧЕТНОМ ОБОСНОВАНИИ БЕЗОПАСНОЙ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ МЕТРОТРАМВАЯ

В работе проведен краткий анализ основных причин и вероятные места возникновения пожаров в подземных сооружениях метроtramваев, а также предложены основные проектные аварии (сценарии пожаров), которые следует учитывать при расчетном обосновании безопасной эвакуации людей при пожаре для рассматриваемых объектов.

Ключевые слова: пожарная безопасность; метроtramвай; сценарий пожара; эвакуация.

A.V. Golkin, A. V. Karpov, S. V. Usolkin, S. A. Pekhotikov

NALYSIS OF THE SELECTION OF DESIGN DESIGN ACCIDENTS (FIRE SCENARIOS) IN THE CALCULATION JUSTIFICATION OF SAFE EVACUATION OF PEOPLE IN FIRE FOR METROTRAM OBJECTS

The work provides a brief analysis of the main causes and probable locations of fires in underground structures of metro trams, and also proposes the main design basis accidents (fire scenarios) that should be taken into account when calculating the safe evacuation of people in case of fire for the objects under consideration.

Keywords: fire safety; metro tram; fire scenario; evacuation.

Метроtramвай представляет собой вид скоростного tramвая (также — обычного tramвая) с наземными и подземными или надземными участками и занимает промежуточную нишу между обычным tramваем и метро.

Данный вид транспорта довольно распространен с таких странах как Германия, Бельгия, Испания, США и др. В России с 1984 года метроtramваи эксплуатируются в Волгограде, кроме того, до конца 2024 года планируется ввести в эксплуатацию три линии метроtramвая в городе Челябинск, а также в будущем планируется запустить данный вид транспорта в г. Омск. Таким образом прослеживается устойчивая тенденция на развития данного вида транспорта в регионах России, в связи с чем встает вопрос по обеспечению пожарной безопасности данного вида транспорта, а также разработке дополнительных требований к объектам связанной с ним инфраструктуры.

В соответствии со ст.6 Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» одним из условий обеспечения пожарной безопасности, в том числе безопасной эвакуации людей при пожаре, являются результаты исследований, расчетов и (или) испытаний.

Основные расчетные методы подтверждения безопасной эвакуации людей при пожаре изложены в ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность общие требования» и Методике определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и пожарных отсеках различных классов функциональной пожарной опасности, согласно которым для подтверждения безопасной эвакуации людей при пожаре необходимо определять вероятность эвакуации людей путем сравнения расчетного времени эвакуации людей, с учетом времени начала эвакуации, и времени от начала пожара до блокирования

эвакуационных путей в результате распространения на них опасных факторов пожара.

Основой корректности проведения данного расчета служит правильность выбора наиболее опасных сценариев пожара, при которых реализуются наихудшие условия для обеспечения безопасности людей.

Возможные аварийные ситуации в подземных сооружениях метроtramвая во многом схожи с авариями в метро, и при их рассмотрении можно применить аналогичный подход. Вместе с тем пожары на подвижном составе, в том числе связанные с неисправностью контактной сети будут иметь принципиальные отличия. Поэтому их необходимо проанализировать более подробно.

Одной из самых распространенных причин таких пожаров является неисправность электрооборудования.

Кроме того, возможны загорания и от механического оборудования. Например, в результате искрения или заклинивания тормозных колодок вагонов, перекосов механизмов двигателей и других причин, например:

27 октября 2021 г. в г. Челябинске в трамвае произошло возгорание.

Как сообщили в пресс-центре ГУ МЧС России по Челябинской области, причиной пожара стало короткое замыкание электропроводки двигателя [10].

1 ноября 2021 г. в Москве трамвай загорелся из-за повреждения контактной сети [11].

4 апреля 2022 г. в Волгограде произошло задымление и возгорание трамвая из-за короткого замыкания внутри салона [12].

21 апреля 2017 г. в Красноярске загорелся двигающийся трамвай. Как рассказали в МЧС, у трамвая произошло короткое замыкание электропроводки. Пожар охватил переднюю часть вагона [13].

31 января 2017 г. в Красноярске сгорел снегоуборочный трамвай. Из-за короткого замыкания снегоуборочная техника загорелась [14].

8 января 2022 г. в Набережных Челнах на остановке сгорел трамвай, по мнению специалистов пожар произошел из-за короткого замыкания в электрообогревателе, который расположен под одним из пассажирских сидений в вагоне [15].

23 августа 2021 г. в Нижнем Тагиле из-за замыкания электрооборудования в колесной паре произошло возгорание трамвайного вагона [16].

В 2021 году произошло 57 пожаров трамваев [5], при которых один человек был травмирован, 2 трамвая уничтожено, 55 трамваев повреждено.

В соответствии со статистическими данными пожары произошли по следующим причинам:

- недостатки конструкции и изготовления — 2;
- нарушение правил технической эксплуатации электрооборудования — 1;
- прочие причины, связанные с нарушением правил устройства и эксплуатации;
- неисправность систем, механизмов и узлов — 18;
- нарушение правил устройства и эксплуатации трамвая — 2;

- неисправность электрооборудования — 28;
- неустановленные причины — 19.

Поскольку возгорания подвижного состава позволяет определить основные причины возгораний: короткое замыкание электропроводки электрооборудования вагона, повреждения контактной сети.

Анализ вероятных мест возникновения пожара показал, что в подземных сооружениях линии скоростного транспорта пожары вследствие обрыва или замыкания контактной сети на подвижном составе могут возникать как в перегонном тоннеле, так и на станционных комплексах (в пассажирской зоне и блоке технических помещений). Кроме того, не исключается вероятность возникновения пожара в салоне вагона подвижного состава по причинам возгорания электропроводки или электрооборудования.

Таким образом, при выборе проектных аварий в подземных сооружениях линии скоростного транспорта особое внимание необходимо уделять следующим видам пожаров:

- загорание крыши вагона вследствие обрыва или замыкания контактной сети при нахождении трамвая в перегонном тоннеле;
- загорание электропроводки или электрооборудования в салоне вагона (электрообогреватель; электропроводка) при нахождении трамвая в перегонном тоннеле;
- загорание крыши вагона вследствие обрыва или замыкания контактной сети при нахождении трамвая на подземном остановочном пункте;
- загорание электропроводки или электрооборудования в салоне вагона (электрообогреватель; электропроводка) при нахождении трамвая на подземном остановочном пункте.
- Пожары в подземных сооружениях метротрамвая, не связанные с подвижным составом.

При этом, учитывая большое количество находящихся в метротрамвае пассажиров, расчеты следует проводить для максимальных пассажиропотоков в «час пик».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон №123-ФЗ от 22 июля 2008 г. «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. Методика определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности, утвержденная приказом МЧС от 14 ноября 2022 г. № 1140.
3. ГОСТ 12.1.004-91 «Пожарная безопасность общие требования»;
4. СП 98.13330.2018 (СНиП 2.05.09-90 Актуализированная редакция) «Трамвайные и троллейбусные линии».
5. Федеральный банк данных «Пожары».
6. СП 122.13330.2023 «Тоннели железнодорожные и автодорожные» (Актуализированная редакция СНиП 32-04-97).

7. СП 120.13330.2022 «Метрополитены» (актуализированная редакция СНиП 32-02-2003).
8. Методические рекомендации по расчету устойчивости воздушного потока в тоннелях метрополитена при пожаре. Минстрой России, ФАУ «ФЦС». –М.: 2019.
9. «Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». 2-е изд., М.: ВНИИПО, 2014. 226 с.
10. В челябинском трамвае вспыхнул пожар [Электронный ресурс] // Сетевое издание «МК - Урал» chel.mk.ru. URL: <https://chel.mk.ru/incident/2021/10/27/v-chelyabinskoy-tramvae-vspykhnul-pozhar.html> (дата обращения: 27.02.2024);
11. Трамвай загорелся в Москве [Электронный ресурс] // Портал iz.ru. URL: <https://iz.ru/1244110/2021-11-02/tramvai-zagorelsia-v-moskve> (дата обращения: 27.02.2024).
12. В Волгограде потушили трамвай [Электронный ресурс] // Сетевое издание «НовостиВолгограда.ру». URL: <https://novostivolgograda.ru/news/2022-04-04/v-volgograd-potushili-tramvai-1562964> (дата обращения: 27.02.2024).
13. На Матросова прямо на ходу загорелся трамвай [Электронный ресурс] // Портал prmira.ru. URL: <https://prmira.ru/news/2017-04-21/na-matrossova-pryamo-na-hodu-zagorelsya-tramvai-2840103> (дата обращения: 27.02.2024).
14. В Красноярске из-за короткого замыкания сгорел трамвай [Электронный ресурс] // Сетевое издание «Сибирское Агентство Новостей». URL: <https://krsk.sibnovosti.ru/news/345350/> (дата обращения: 27.02.2024).
15. Стала известна предварительная причина, по которой в Челнах сгорел трамвай [Электронный ресурс] // Сайт «Чаллы-ТВ». URL: <https://tvchelny.ru/news/obshchestvo/stala-izvestna-prichina-po-kotoroy-sgorel-tramvai-na-ostanovke-studencheskaya-v-chelnakh> (дата обращения: 27.02.2024).
16. В Нижнем Тагиле вспыхнул трамвай. Его тушили пенной атакой [Электронный ресурс] // Сетевое издание «Е1.РУ Екатеринбург Онлайн». URL: <https://www.e1.ru/text/incidents/2021/08/23/70093469/> (дата обращения: 27.02.2024).

УДК 614.849

В. А. Горский

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)

ИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ В ПЕРИОД ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В статье рассмотрены подходы к организации и проведению информационного сопровождения населения в период чрезвычайных ситуаций. Проведен анализ и оценка эффективности существующего информационного сопровождения, проанализированы

методы и инструменты коммуникации с населением, выработано и исследовано средство эффективного канала связи посредством внедрения чат-бота в Telegram.

Ключевые слова: информационное сопровождение; информирование населения; чрезвычайные ситуации; кризисная коммуникация; чат-бот; информационная система.

V. A. Gorskiy

INFORMATION SUPPORT OF THE POPULATION DURING EMERGENCY SITUATIONS

The article considers approaches to the organization and conduct of information support for the population during emergency situations. The analysis and evaluation of the effectiveness of existing information support was carried out, methods and tools of communication with the population were analyzed, a means of effective communication channel was developed and investigated through the introduction of a chatbot in Telegram.

Keywords: information support; informing the public; emergencies; crisis communication; chatbot; information system.

Вследствие постоянных изменений климатических процессов на планете, воздействия технологических характеристик промышленного производства, нарастания напряженной военной обстановки, а также по ряду других причин, в настоящее время растет вероятность возникновения крупных чрезвычайных ситуаций.

Информационное сопровождение населения о возможных опасностях при возникновении чрезвычайных ситуаций является неотъемлемой частью обеспечения безопасности населения Российской Федерации и имеет стратегическое значение для предотвращения чрезвычайных ситуаций, минимизации их последствий и, тем самым, защиты жизни и здоровья граждан [1].

Цель научной статьи заключается в исследовании и анализе технологических средств информационного сопровождения населения в период чрезвычайных ситуаций, их эффективности, а также выработке рекомендаций по внедрению дополнительного средства эффективного канала связи посредством внедрения чат-бота в Telegram.

В настоящее время ведется работа по модернизации существующих и созданию новых нормативных правовых актов, устанавливающих порядок оповещения населения, механизмы информационного сопровождения о возможных угрозах и действиях по защите населения от неблагоприятных ситуаций. Создание и совершенствование таких механизмов осуществляется в соответствии с требованиями Конституции Российской Федерации, указов Президента Российской Федерации, федеральных конституционных законов, законов, постановлений Правительства Российской Федерации и ведомственных нормативных актов Министерства Российской Федерации по

делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) [2, 3].

МЧС России является органом исполнительной власти на федеральном уровне, который организует информационное сопровождение населения в период чрезвычайных ситуаций, а также отвечает за прогнозирование и предотвращение чрезвычайных ситуаций, координацию действий в случае их возникновения.

Вместе с тем, стоит отметить, что особого внимания требует разработка системы регулярного тестирования механизмов информационного сопровождения с целью обеспечения их надежности и эффективности в случае реального происхождения чрезвычайного события.

Изменения в Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» были внесены применительно также к уточнению определений «информирование» и «оповещение» населения о чрезвычайных ситуациях.

В соответствии с данными изменениями информирование представляет собой распространение сведений о прогнозируемых или возникших чрезвычайных ситуациях посредством средств массовой информации или других информационных источников, мерах по их предотвращению и ликвидации, о правилах поведения населения в случае возникновения чрезвычайной ситуации, распространения знаний в области гражданской обороны, защиты людей на водных объектах и обеспечения пожарной безопасности. Оповещение в свою очередь позиционируется как направление информации о чрезвычайной ситуации природного и техногенного характера, а также о ведении военных действий с помощью средств оповещения, включая использование сирен, громкоговорителей, телевизионных средств, радиоприемников, доступных средств связи, а также информации о правилах поведения людей и защиты [4].

Указом Президента определены основные задачи в области информационного сопровождения населения, к числу которых относятся также развитие систем, использование современных технических средств и систем информационного сопровождения, разработка и внедрение новых методов и механизмов информационной работы с населением.

Для обеспечения эффективного информационного сопровождения населения в период чрезвычайных ситуаций были разработаны различные системы, которые включают в себя разнообразные технологические решения. Такой системой является система автоматизированной рассылки SMS-сообщений или система оповещения населения, реализуемая с помощью технологических решений электросвязи и информационных технологий [5]. Однако, стоит отметить, что информация, передаваемая по данным каналам связи, часто является официальной и формализованной, что может вызвать затруднения у населения в восприятии и объективном понимании доносимой информации. Кроме того, такие системы стремительно устаревают и не всегда

соответствуют требованиям, предъявляемым к современным технологическим решениям и информационным технологиям в соответствии с принципами и векторами развития цифровой экосистемы и информационной инфраструктуры.

В качестве решения данной проблемы вполне целесообразным представляется внедрение чат-бота в кроссплатформенной системе мгновенного обмена сообщениями (мессенджер) Telegram в дополнение к уже используемым технологическим решениям. Данный метод, как средство для достижения цели, имеет свои положительные стороны в плане предоставления актуальных новостей и уведомлений о текущей ситуации простым и доступным (неформализованным) языком для каждой категории граждан, инструкций и рекомендаций по соблюдению безопасности и оказанию первой помощи, контактных данных экстренных служб помощи и, в том числе, ответов на часто задаваемые вопросы. Представляется, что структурированный и информативный контент окажет помощь населению в случае быстрого получения необходимой информации и реагирования на чрезвычайные ситуации более эффективно и в спокойном эмоциональном диапазоне.

Однако, стоит отметить, что механизм внедрения и использования такого средства, как чат-бот в Telegram имеет свои технологические ограничения, проявляемые в виде ограничения использования системы в условиях отсутствия сетевого подключения и необходимости постоянного обновления контента для обеспечения актуальности информации. Тем не менее, использование чат-бота в качестве дополнительного средства информационного сопровождения населения в период чрезвычайных ситуаций к уже существующим способам информирования служит эффективным средством по предоставлению оперативной и актуальной информации с воздействием на психологическую составляющую людей. Автоматизированная система с искусственным интеллектом позволит сохранять необходимую информацию на персональные устройства пользователей и предоставит возможность следовать правильным инструкциям по готовности к чрезвычайным ситуациям до их наступления, во время или после негативного происшествия.

В процессе развития и модернизации системы необходимо с течением времени преодолевать указанные ограничения технических средств, использовать новейшие научные и технические разработки, с целью повышения уровня безопасности населения и улучшения реагирования на чрезвычайные ситуации со стороны соответствующих органов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (последняя редакция) // Собрание законодательства Российской Федерации, 1994. № 35. С. 3648.

2. Указ Президента РФ от 11.01.2018 № 12 «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и

территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года» // Собрание законодательства Российской Федерации, 2016. № 52. С. 7611.

3. Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 (ред. от 17.01.2024) «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» // Собрание законодательства Российской Федерации, 2004. № 7. С. 121.

4. Ахмедова, Х. М. Организационно-правовое регулирование информирования и оповещения населения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций природного или техногенного характера / Х. М. Ахмедова // Молодой ученый, 2022. № 38 (433). С. 87-89.

5. Шарахутдинов, Р. Б. Анализ современных технологий и технических средств оповещения и информирования населения о чрезвычайных ситуациях / Р. Б. Шарахутдинов, В. В. Черкесов // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования, 2020. № 2(6). С. 485-489.

УДК 614.8.084:378

В. В. Ельшин, С. А. Онищенко

Донецкий институт ГПС службы МЧС России

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Пожарная безопасность является одной из важнейших аспектов обеспечения безопасности на объектах защиты. Современные компьютерные технологии играют ключевую роль в обнаружении, контроле и предотвращении пожаров. В данной статье мы рассмотрим, как компьютерные технологии помогают обеспечить пожарную безопасность объектов защиты.

Ключевые слова: система; компьютерные технологии; обучение; мониторинг; аналитика; искусственный интеллект; эффективность.

V. V. Yelshin, S. A. Onishchenko

ON THE ISSUE OF APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN FIRE SAFETY

Fire safety is one of the most important aspects of ensuring safety at protection facilities. Modern computer technologies play a key role in the detection, control and prevention of fires. In this article, we will look at how computer technologies help ensure the fire safety of protection facilities.

Keywords: system; computer technology; training, monitoring; analytics; artificial intelligence; efficiency.

Пожарная безопасность является одним из ключевых аспектов обеспечения безопасности различных объектов — от жилых домов до промышленных предприятий. С развитием компьютерных и информационных технологий возможности в области пожарной безопасности значительно расширились. В данной статье мы рассмотрим, какие решения предлагают современные компьютерные технологии для обеспечения безопасности объектов защиты.

Одной из главных преимуществ автоматического пожарного обнаружения является его способность обнаружить возгорание на самом раннем этапе, когда пожар еще не успел распространиться и не представляет большой угрозы. Благодаря использованию различных датчиков, таких как дымовые, тепловые, газовые или комбинированные, система может точно определить наличие огня и мгновенно предупредить об этом операторов или запустить автоматическую систему тушения.

Также автоматическое пожарное обнаружение имеет возможность определять место возгорания и передавать эту информацию на пульт управления или непосредственно на пожарную часть. Это позволяет ускорить процесс эвакуации людей и сократить время реакции пожарных служб на происшедшее, что существенно повышает шансы на успешное тушение огня и минимизацию возможных ущербов.

Однако автоматическое пожарное обнаружение не является самодостаточной системой. Для обеспечения полной безопасности необходимо дополнять его другими элементами, такими как система оповещения, автоматические установки тушения и интеграция с системами управления эвакуацией. Только комплексное использование всех этих средств позволяет добиться максимальной эффективности в обнаружении пожаров и предотвращении их распространения [1].

Системы управления эвакуацией — это программные или аппаратно-программные комплексы, предназначенные для организации и координации эвакуационных мероприятий в случае чрезвычайных ситуаций или аварий. Они помогают обеспечить безопасность и эффективность процессов эвакуации людей из опасных зон.

Примеры систем управления эвакуацией включают в себя:

1. Планы эвакуации: системы, которые включают подробные схемы зданий с указанием маршрутов эвакуации, мест сбора и безопасных выходов. Эти системы могут быть представлены в виде печатных схем или электронных приложений.

2. Управление доступом: системы, которые контролируют доступ в здание или определенные зоны с помощью электронных пропускных систем или физических барьеров. Они обеспечивают упорядоченную эвакуацию и предотвращают панику и перегрузку.

3. Системы управления сообщениями: системы, которые предоставляют быструю и точную информацию о чрезвычайной ситуации и инструкции по

эвакуации. Это могут быть звуковые оповещения, экраны с текстовыми сообщениями или системы массовой рассылки SMS.

4. Мониторинг и контроль: системы, которые позволяют операторам (например, диспетчерам, представителям службы безопасности) отслеживать и контролировать процессы эвакуации в режиме реального времени. Они позволяют управляющим органам принимать информированные решения и координировать действия различных служб.

5. Обучение и симуляция: системы, которые предоставляют тренировки для персонала по эвакуации и чрезвычайным ситуациям. Они включают в себя виртуальные тренажеры, интерактивные обучающие программы и симуляторы, которые помогают персоналу развить необходимые навыки и знания для эффективной эвакуации.

Эти системы способствуют повышению безопасности и сокращению времени эвакуации в случае чрезвычайных ситуаций, а также могут помочь в расследовании и анализе произошедших инцидентов для последующего улучшения безопасности [2].

Использование сетей связи и облачных технологий в пожарной безопасности может быть полезным и эффективным в ряде случаев. Ниже приведены несколько возможных способов использования этих технологий:

1. Мониторинг и управление системами пожарной безопасности: с помощью сетей связи и облачных технологий можно осуществлять удаленный мониторинг и управление системами пожарной безопасности. Это может включать в себя контроль состояния датчиков пожара, дыма и угарного газа, а также возможность удаленного охранного наблюдения и управления системой противопожарной защиты. Это позволяет оперативно реагировать на возникшие проблемы и минимизировать риски.

2. Оперативное информирование о происшествиях: сети связи позволяют оперативно информировать службы пожарной безопасности о возникших пожарах или других происшествиях. С помощью облачных технологий можно организовать систему автоматической отправки сообщений с информацией о местоположении и характере происшествия, что помогает ускорить реакцию на вызовы и координировать работу спасательных служб.

3. Автоматическое управление системой пожаротушения: облачные технологии позволяют организовать автоматическое управление системой пожаротушения на основе данных, полученных от датчиков пожара и других источников информации. Например, при обнаружении пожара система может автоматически включать систему пожаротушения, оповещать службы пожарной безопасности и предпринимать другие необходимые действия без участия человека.

4. Анализ и прогнозирование рисков: с помощью облачных технологий можно собирать и анализировать данные о произошедших пожарах и других происшествиях, а также об эффективности применяемых мер пожарной безопасности. Это позволяет выявлять тренды и паттерны, прогнозировать

риски и предлагать улучшения в системах пожарной безопасности. Однако, при использовании сетей связи и облачных технологий в пожарной безопасности необходимо учитывать ряд потенциальных проблем, связанных с безопасностью данных, прогнозируемостью и надежностью сетевых соединений. Поэтому важно правильно настроить и обеспечить защиту системы от несанкционированного доступа и вмешательства.

Искусственный интеллект (ИИ) и аналитика данных имеют большой потенциал в области пожарной безопасности. Они могут помочь в предотвращении и быстром реагировании на пожары, а также в анализе данных для определения возможных причин пожаров и разработки эффективных мер предосторожности.

Одной из основных областей, в которых ИИ и аналитика данных могут быть применены, является детектирование пожаров. Используя различные сенсоры и камеры, ИИ может обнаруживать признаки пожара, такие как дым, высокая температура или возгорающиеся материалы. Данные с сенсоров могут быть поданы на аналитическую платформу, которая анализирует их и отправляет предупреждение о пожаре ответственным службам.

Использование ИИ и аналитики данных также может помочь в оптимизации систем безопасности. Анализируя большие объемы данных о пожарах и их причинах, ИИ может выявлять тренды и паттерны, которые могут указывать на проблемные области и помогать в разработке наиболее эффективных мер безопасности.

Кроме того, ИИ и аналитика данных могут быть использованы для прогнозирования риска пожара. Анализируя данные о погоде, климате, расположении зданий и других факторах, ИИ может предсказать возможные риски пожара в определенных районах и предложить соответствующие меры предосторожности.

В целом, применение искусственного интеллекта и аналитики данных в пожарной безопасности может существенно улучшить способность предотвращать пожары, быстро реагировать на них и разрабатывать эффективные меры безопасности. Однако, необходимо учитывать, что ИИ и аналитика данных не являются панацеей, и их эффективность зависит от точности и полноты данных, на которых они основаны.

Темы применения искусственного интеллекта в пожарной безопасности:

1. Пожарная безопасность: понятие, связанное с предотвращением и управлением пожарами для защиты жизни и имущества.

2. Роль искусственного интеллекта: искусственный интеллект может быть использован для разработки систем, которые помогают в предотвращении пожаров и обеспечении безопасности.

3. Применение искусственного интеллекта в предотвращении пожаров: искусственный интеллект может использоваться для анализа данных и выявления потенциальных проблем, которые могут привести к пожарам

4. Использование искусственного интеллекта в обнаружении пожаров: системы искусственного интеллекта могут быть обучены распознавать признаки пожара, такие как дым или повышенная температура, и автоматически сигнализировать о возможном пожаре.

5. Применение искусственного интеллекта в эвакуации людей при пожаре: искусственный интеллект может помочь в определении оптимальных маршрутов эвакуации и предоставлении информации о безопасности для людей, находящихся в здании.

6. Искусственный интеллект и прогнозирование пожаров: с использованием данных о погоде, топографии и других факторах, искусственный интеллект может помочь в прогнозировании возможных пожаров и принятии мер предосторожности [3].

Компьютерные технологии играют жизненно важную роль в обеспечении пожарной безопасности объектов защиты. Они обеспечивают оперативное обнаружение пожаров, оптимизацию процессов эвакуации, мониторинг и контроль за системами безопасности. С искусственным интеллектом и аналитикой данных компьютерные системы становятся еще более эффективными в предотвращении чрезвычайных ситуаций. Использование современных технологий не только повышает уровень безопасности, но и способствует более быстрой и эффективной реакции на чрезвычайные ситуации, спасая жизни и имущество.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматические установки пожаротушения: современное состояние и факторы развития [Электронный ресурс] : Мнения экспертов, 13.10.2020. — URL: <https://www.secuteck.ru/articles/avtomaticheskie-ustanovkipozharotusheniya-sovremennoe-sostoyanie-i-factory-razvitiya> (дата обращения: 29.02.2024).

2. Брушлинский Н.Н., Соколов С.В. // Какова «стоимость» пожаров в современном мире? // Пожаровзрывобезопасность. 2020. №29 (1). С. 79-88 [Электронный ресурс] - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kakova-stoimostpozharov-v-sovremennom-mire/viewer> (дата обращения: 26.01.2024).

3. Мингачев И.Р., Псарев С.А. О комплексной системе противопожарной безопасности объекта // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. № 1(9) С. 604-606 [Электронный ресурс] - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-avtonomnye-ustanovkipozharotusheniya/viewer> (дата обращения: 26.01.2024).

УДК 614.84.31

М. В. Загуменнова¹, А. Г. Фирсов¹, А. И. Загуменнов²

¹ФГБУ ВНИИПО МЧС России

²Институт физико-технических интеллектуальных систем НЯУ МИФИ

КИБЕРФИЗИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Рассмотрены тенденции развития киберфизических систем в области обеспечения пожарной безопасности. Представлены передовые исследования в интеллектуальном обнаружении и тушении пожара позволяющие повысить безопасность и устойчивость объектов защиты к пожарам. Применение искусственного интеллекта открывает новые возможности в обеспечении пожарной безопасности объектов защиты.

Ключевые слова: пожарная безопасность; киберфизические системы; искусственный интеллект; цифровизация; нейронные сети.

M. V. Zagumennova, A. G. Firsov, A. I. Zagumennov

CYBER-PHYSICAL SYSTEMS IN THE FIELD OF FIRE SAFETY

Trends in the development of cyberphysical systems in the field of fire safety are considered. Advanced research in intelligent fire detection and extinguishing is presented to improve the safety and resistance of fire protection facilities. The use of artificial intelligence opens up new opportunities in ensuring fire safety of protection facilities.

Keywords: fire safety; cyberphysical systems; artificial intelligence; digitalization; nylon networks.

Создание интеллектуального (умного) пространства, в котором взаимодействуют люди и технологические (киберфизические) системы и в котором искусственный интеллект (далее — ИИ) обеспечивает сетевое управление, является актуальным направлением для обеспечения лидерства в приоритетных сферах развития страны. Активная цифровизация окружающего пространства связана со сложностью современных систем управления, поэтому централизованное управление такими системами становится неэффективно из-за наличия большого объема информации, сложностью передачи этой информации на разные уровни управления для принятия своевременных и эффективных управленческих решений. Концепция киберфизических систем активно развивается и расширяет области использования, как в относительно небольших проектах (умные дома, офисы, транспорт и т.п.), так и в крупных проектах (умные города, промышленность, здравоохранение, безопасность и т.п.). Все эти технологии повышают качество жизни людей, качество их работы

и производства, в т.ч. обеспечивая безопасность [1]. Понятие киберфизических систем (далее — КФС), основано на взаимодействии вычислительных алгоритмов с физическими процессами. Автоматизированные компьютерные системы осуществляют мониторинг и контроль за физическими процессами, путем передачи данных через узлы системы, где физические процессы влияют на вычисления и наоборот. В режиме реального времени с датчиков собираются данные посредством контроллера и обрабатываются либо локально, либо путем передачи их в облачное хранилище для дальнейшей обработки.

В настоящее время технологии меняют мир, и пожарная безопасность не является исключением. Применение КФС и нейронных сетей, а также анализ больших данных в области пожарной безопасности позволяет более точно и быстро обнаруживать угрозы возникновения пожара. В данной технологии используются видеокамеры с встроенным ИИ, то есть нейронная сеть, которая, следуя предварительно заданным алгоритмам, анализирует изображение и определяет источник пожара, сообщая об этом на центральный пульт. Скорость и точность систем с ИИ существенно превышают возможности обычных датчиков дыма. Например, умные детекторы дыма могут быть подключены к домашней сети Wi-Fi и отправлять уведомления на смартфоны владельцев жилья при обнаружении дыма. Когда система определяет опасность, она автоматически отправляет уведомление в центр управления пожарной безопасностью и (или) на мобильное устройство пользователя. Это сокращает время реагирования и помогает ликвидировать пожары еще на ранней стадии, неразвившейся до полномасштабного пожара. Однако, методы на основе датчиков могут вызвать ложное предупреждение о пожаре, поскольку они не способны отличить огонь от дыма.

На данный момент в сфере пожарной безопасности работает широкая линейка умных датчиков, обладающих системами контроля ошибок и добавочными сенсорами, которые помогают предотвращать и снижать риски возникновения пожаров, а также эффективно ликвидировать пожар и его последствия в начальной стадии развития. Обнаружение пожара на ранней стадии является необходимой мерой, которая может предотвратить серьезные последствия, такие как гибель и травмирование людей, а также материальный ущерб.

Еще одна перспективная и активно развивающаяся технология, позволяющая быстрее и точнее обнаруживать пожары — беспроводные системы сигнализации: беспроводные сенсоры устанавливаются в труднодоступных местах и транслируют данные о состоянии окружающей среды на центральный пульт по радиоканалу.

Использование новых технологий, способствует защите людей и имущества от разрушительных последствий пожаров на основе передовых систем пожаротушения и интеллектуальных детекторов дыма. Эти системы используют датчики и сенсоры, способные обнаружить наличие дыма, огня или повышенной температуры в помещении.

В работе [2] предлагается система пожарной сигнализации на основе облегченной сверхточной нейронной сети. Традиционные подходы к машинному обучению во многом основаны на цвете и движении огня [3, 4, 5]. Однако сходство цвета и движения огня с фоновым изображением является серьезным препятствием, значительно снижающим точность. Компактная сверхточная нейронная сеть, предложенная авторами, для идентификации пожаров, включает в себя модули извлечения ряда признаков и классификаций. Предлагаемая сеть обучается и оценивается на наборе данных FireNet [6]. FireNet — это проект обнаружения пожаров в режиме реального времени, содержащий аннотированный набор данных, предварительно обученные модели и коды вывода, созданные для того, чтобы системы машинного обучения могли быть обучены мгновенно обнаруживать пожар и устранять ложное оповещение с высокой точностью и незначительной задержкой при тестировании в системе видеотестирования. Компактная сверхточная нейронная сеть спроектирована на основе преимуществ слоев свертки, разделяемых по глубине, и начальной сети. В дальнейшем разработанная сеть классификации пожаров будет дорабатываться, чтобы улучшить распознавание, даже когда контекст смешивается с огнем и дымом.

В исследовании [7] авторы используют систему на основе нейронной сети глубокой свертки (CNN) и базовой архитектуры алгоритма глубокого обучения You Only Look Once (далее — YOLO), протестированного с использованием робота-навигатора по обнаружению очага пожара. YOLO — популярный алгоритм обнаружения объектов, известный своей скоростью и точностью. Впервые он был представлен Джозефом Редмоном в 2016 г. В исследовании представлена автоматизированная система оповещения, объединяющая несколько датчиков с использованием алгоритма YOLO на основе глубокого обучения. Система была протестирована на созданном авторами прототипе робота-навигатора, способного обнаруживать пожары путем интеграции распознавания изображений с глубоким обучением для точного обнаружения места пожара. Результаты показали, что алгоритм YOLO может обнаружить очаг пожара и точно определить его место, а также способен точно показать направление развития пожара и измерить границы фронта пламени. Система обнаружения пожара на основе визуального контроля работает быстрее, чем система на основе датчиков, и может немедленно обнаружить пожар.

Обнаружение пожара на основе визуального наблюдения является потенциально полезным методом. С увеличением количества устанавливаемых камер наблюдения возможность обнаружения пожара на основе машинного зрения может быть включена в существующие системы обнаружения пожара. Однако у экспертов возникают вопросы о возможности полной замены традиционных извещателей, а также о стоимости таких систем. Кроме того, законодательство не учитывает устройства данного типа, что вызывает сомнения в законности их применения. В обозримом будущем применение КФС и ИИ позволит улучшить технологии обнаружения и предотвращения

пожаров, разработать оптимальные методики борьбы с огнем и сократить число ложных срабатываний пожарной сигнализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смышляева А.А., Резникова К.М., Савченко Д.В. Современные технологии в Индустрии 4.0 – киберфизические системы // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы», 2020 №3, <https://resources.today/PDF/02INOR320.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/02INOR320.
2. Nguyen, Duy-Linh & Putro, Muhamad Dwisnanto & Vo, Xuan-Thuy & Tran, Tien-Dat & Jo, Kang-Hyun. (2022). Fire Warning Based on Convolutional Neural Network and Inception Mechanism. DOI: 10.1109/MAPR56351.2022.9924654.
3. Khan F., Xu Z., Sun J., Khan F. M., Ahmed A., and Zhao Y. Recent advances in sensors for fire detection. Sensors, vol. 22, no. 9, 2022.
4. Nguyen, Duy-Linh & Putro, Muhamad Dwisnanto & Vo, Xuan-Thuy & Tran, Tien-Dat & Jo, Kang-Hyun. (2022). Fire Warning Based on Convolutional Neural Network and Inception Mechanism. DOI: 10.1109/MAPR56351.2022.9924654.
5. Celik T., Ozkaramanlı H., Demirel H. Fire and smoke detection without sensors: Image processing based approach in 2007. 15th European Signal Processing Conference, pp. 1794–1798, 2007.
6. FireNet <https://www.opensourceagenda.com/projects/firenet>
7. Nori, Ruba & Farhan, Rabah & Abed, Safaa. (2021). Indoor and Outdoor Fire Localization Using YOLO Algorithm. Journal of Physics: Conference Series. 2114. DOI: 10.1088/1742-6596/2114/1/012067.

УДК 614.84

В. И. Искалин, Н. В. Туз, П. В. Клочков, К. В. Домрачев
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

МЕТОД СВЕРТКИ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ СУБЪЕКТА РФ К КЛИМАТИЧЕСКИМ ПОЯСАМ В КОНТЕКСТЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье рассмотрено использование метода анализа иерархий, для описания способа свертки показателя принадлежности субъектов РФ к климатическим поясам. Результат свертки приводится к виду, удобному для сопоставления с показателями пожарной безопасности и другими показателями субъектов РФ.

Ключевые слова: климатические пояса; пожарная безопасность; свертка показателя; метод анализа иерархий.

V. I. Iskalin, N. V. Tuz, P. V. Klochkov, K. V. Domrachev

THE METHOD OF CONVOLUTION OF THE INDICATOR OF BELONGING TO THE SUBJECT OF THE RUSSIAN FEDERATION CLIMATE ZONES IN THE CONTEXT OF FIRE SAFETY

The article considers the use of the method of hierarchy analysis to describe the method of convolution of the index of belonging of the subjects of the Russian Federation to the climatic zones. The result of the convolution is reduced to a form that is convenient for comparison with fire safety indicators and other indicators of the subjects of the Russian Federation.

Keywords: climatic zones; fire safety; convolution of indicators; hierarchy analysis method.

Введение

Пожарная безопасность страны определяется пожарной безопасностью всех регионов. В области обеспечения пожарной безопасности (ПБ) проводятся исследования по выявлению факторов, влияющих на процесс формирования обстановки с пожарами в регионах России и деятельности оперативных подразделений Государственной противопожарной службы. Установлено влияние не только социально-экономических процессов, но и климатических условий, которые могут оказывать как положительное, так и отрицательное воздействие на ПБ. Например, наряду с повышением уровня пожарной опасности, усложнением работы личного состава при ликвидации пожара, затруднением своевременного прибытия пожарной техники к месту пожара, увеличением скорости распространения пожара на открытой местности, они могут способствовать улучшению ситуации в отношении лесных пожаров [1].

Территории поверхности земли вследствие неравномерного прогревания ее солнцем, отличаются климатическими условиями: температурой, атмосферным давлением, количеством и режимом осадков, влажностью, ветрами, что является основанием для деления их на климатические пояса.

Климатическим поясом называют территорию, на которой преобладают относительно одинаковые климатические условия. На территории России выделяют четыре климатических пояса [2]:

- к первому относятся южные районы страны;
- ко второму относятся районы запада, северо-запада, а также Приморский край;
- к третьему относят Сибирь и Дальний Восток;
- к четвертому относят Крайний Север и Якутию.

Наряду с ними, существует особый пояс, включающий Чукотку и территории за Полярным кругом (рис.1).



Рис. 1. Карта климатических поясов России

Размеры климатических поясов, значительно превышают размеры субъекта РФ, однако некоторые субъекты могут располагаться на территории двух и более климатических поясов, что обуславливает наличие в них разных климатических условий и разных показателей пожарной обстановки.

На пожарную безопасность субъекта РФ оказывает влияние множество различных факторов, которые находят отражение, например, в показателях качества жизни населения региона. Для создания качественной системы организации управления и обеспечения пожарной безопасности субъекта РФ на основе анализа и прогноза обстановки с пожарами эффективным инструментом является моделирование его состояния. С этой целью необходимо принадлежность территории субъекта РФ к определенному климатическому поясу или поясам отразить на удобную шкалу и произвести «свертку» к скалярному показателю [3].

В основе алгоритма решения поставленной задачи лежит задача ранжирования объектов с помощью метода анализа иерархий. Данный метод применяется для обоснования принятых решений в условиях неопределенности и многокритериальности, основывается на разделении проблемы на составные части (принцип декомпозиции), парных сравнениях (принцип сравнительных суждений), итоговой оценки (принцип синтеза приоритетов). Высокая универсальность этого метода позволяет решать самые разнообразные задачи в области принятия управленческих решений и является его основным достоинством [4; 5].

Перечень климатических поясов РФ представлен в табл. 1.

Таблица 1. Перечень климатических поясов на территории РФ

Наименование климатического пояса	Код
Первый пояс	P0501
Второй пояс	P0502
Третий пояс	P0503
Четвертый пояс	P0504
Особый пояс	P0505

Примечание. По определению климатические пояса уже ранжированы по убыванию комфортных условий труда, что облегчает решение поставленной задачи.

Изложение основного материала

Используя метод попарного сравнения сопоставим элементы иерархии всех наименований климатических поясов на основе построения матрицы попарных сравнений с целью выявления положительного влияния их на качество жизни населения, выражая результаты целыми числами по девятибалльной шкале.

Принимая во внимание общие критерии или свойства с помощью чисел шкалы можно показать степень преобладания элементов с большей оценкой предпочтительности над элементами с меньшей оценкой, тем самым, определить какой из двух климатических поясов оказывает большее воздействие на улучшение качества жизни населения.

Результаты попарных сравнений климатических поясов представлены в табл. 2,3.

Таблица 2. Результат заполнения экспертом матрицы попарных сравнений объектов – климатических поясов

	P0501	P0502	P0503	P0504	P0505
P0501	1	2	3	5	9
P0502	0,5	1	3	5	7
P0503	0,333333	0,333333	1	5	7
P0504	0,2	0,2	0,2	1	5
P0505	0,111111	0,142857	0,142857	0,2	1
Сумма	2,144444	3,67619	7,342857	16,2	29

Таблица 3. Результат расчета приоритетов объектов

Нормализованная матрица						
	P0501	P0502	P0503	P0504	P0505	Приоритеты
P0501	0,4663	0,5440	0,4086	0,3086	0,3103	0,2264
P0502	0,2332	0,2720	0,4086	0,3086	0,2414	0,1626
P0503	0,1554	0,0907	0,1362	0,3086	0,2414	0,1036
P0504	0,0933	0,0544	0,0272	0,0617	0,1724	0,0454
P0505	0,0518	0,0389	0,0195	0,0123	0,0345	0,0174

Для каждого субъекта РФ из списка районов, которые попали в тот или иной климатический пояс, была рассчитана площадь климатического пояса, «накрывающего» район, и его доля от площади субъекта РФ; результаты расчетов отражены в табл. 4.

Таблица 4. Результаты расчетов, упорядоченные по убыванию рейтинга регионов по принадлежности к климатическим поясам (фрагмент)

Наименование региона	Первый пояс, тыс. кв. км	Второй пояс, тыс. кв. км	Третий пояс, тыс. кв. км	Четвертый пояс, тыс. кв. км	Особый пояс, тыс. кв. км	Площадь территории региона в целом, тыс. кв. км	Первый пояс, доля	Второй пояс, доля	Третий пояс, доля	Четвертый пояс, доля	Особый пояс, доля	Вес, безразм	Рейтинг, балл	Число пожаров с гибелью детей в 2017 году
YNM	P0501	P0502	P0503	P0504	P0505	P01	P0501D	P0502D	P0503D	P0504D	P0505D	P05Sum	P05R	Y01
Брянская область	0,000	34,900	0,000	0,000	0,000	34,90	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,1626	91,92	4
Владимирская область	0,000	29,100	0,000	0,000	0,000	29,10	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,1626	91,92	5
Воронежская область	0,000	52,200	0,000	0,000	0,000	52,20	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,1626	91,92	3
г. Москва	0,000	2,600	0,000	0,000	0,000	2,60	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,1626	91,92	3
г. Санкт-Петербург	0,000	1,400	0,000	0,000	0,000	1,40	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,1626	91,92	0
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Приморский край	0,000	106,308	0,000	58,392	0,000	164,70	0,00	0,65	0,00	0,35	0,00	0,1211	65,62	4
Красноярский край	0,000	0,000	2153,860	212,940	1904,180	2366,80	0,00	0,00	0,91	0,09	0,80	0,1124	60,11	8
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Магаданская область	0,000	0,000	0,000	1,248	461,252	462,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,0175	0,05	4
Камчатский край	0,000	0,000	0,000	0,000	463,400	463,4	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,0174	0,00	1
Мурманская область	0,000	0,000	0,000	0,000	144,900	144,90	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,0174	0,00	0
Ненецкий автономный округ	0,000	0,000	0,000	0,000	176,800	176,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,0174	0,00	0
Чукотский автономный округ	0,000	0,000	0,000	0,000	721,500	721,50	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,0174	0,00	1

В столбцах P0501 – P0505 представлены исходные значения показателей — площади территории субъекта РФ, которые принадлежат тому или иному климатическому поясу, столбец P01 содержит сведения о площади субъекта РФ в целом.

В столбцах P0501D – P0505D отражена принадлежность субъектов РФ климатическим поясам в виде долей от общей их площади.

В столбце P05Sum представлена сумма долей, «взвешенная» на приоритеты климатических поясов, табл. 3, столбец «Приоритеты». Получение этого столбца и было, собственно, целью расчетов.

Столбец P05Sum несет информацию о вхождении субъектов РФ в климатические пояса, с учетом мнения эксперта о приоритетах климатических поясов в отношении их вклада в качество жизни населения региона. Этот столбец суть один из показателей блока «Природно-климатические условия» нашего исследования [6].

Столбец P05R есть результат отражения столбца P05Sum на универсальную шкалу от 0 до 100 баллов, построенную по рекомендациям [3]. Этот показатель имеет смысл рейтинга регионов в аспекте принадлежности субъекта РФ к климатическим поясам. Данные в табл. 4 упорядочены по убыванию рейтинга. Столбец Y01 (Число пожаров, на которых погибли дети в 2017 году) добавлен для иллюстрации.

Из данных табл. 4 весьма затруднительно предположить, что имеется связь между рейтингом субъекта РФ по принадлежности к климатическому поясу и числом пожаров с гибелью детей.

Вывод

В целях выявления связей между условиями климатических поясов, в которых расположен субъект РФ, и показателями, оказывающими влияние на его пожарную безопасность, описано применение метода свертки показателя принадлежности субъекта РФ одному и более климатическим поясам, основанного на методе анализа иерархий. Полученные результаты возможно использовать для выработки и принятия решений по улучшению пожарной безопасности субъекта РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фирсов А.Г. Обстановка с пожарами и природно-климатические условия России и Великобритании: сравнительный анализ / Фирсов А.Г., Порошин А.А., Лупанов С.А. // Пожарная безопасность, 2000. – № 3. С.75 – 85.
2. Карта климатических поясов России / [https://formeks.ru/info /klimaticheskie-roysa-rossii/](https://formeks.ru/info/klimaticheskie-roysa-rossii/).
3. Айвазян С.А. Анализ качества и образа жизни населения. Монография: Центральный экономико-математический ин-т РАН. – М.: Наука, 2012. – 432 с.
4. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. Пер. с англ. / М.: «Радио и связь», 1993. – 278 с.
5. Саати Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: Аналитические сети. Пер. с англ./ М.: Издательство ЛКИ, 2008. – 360 с.
6. Отчет о научно-исследовательской работе «Проведение исследований по разработке научно-методических подходов к профилактике гибели и травматизма детей на пожарах» (НИР «Безопасность несовершеннолетних»). – Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС РОССИИ, 2019. – 202 с.

УДК 614.84

А. С. Ишмеева, И. Н. Губайдуллина

Уфимский университет науки и технологий

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В данной статье рассматриваются эффективность использования технологий искусственного интеллекта в обеспечении пожарной безопасности. Быстрое развитие экономики и общества выдвинуло запрос на новые стандарты, требования и подходы к области ПБ. С помощью ИИ появилась возможность повысить эффективность задач по обеспечению пожарной охраны. Целью данной статьи является изучение роли и эффективности применения ИИ и машинного обучения в области ПБ.

Ключевые слова: пожарная безопасность, искусственный интеллект, эффективность, машинное обучение, мониторинг, современные технологии, лесные пожары.

A. S. Ishmееva, I. N. Gubaidullina

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ENSURING FIRE SAFETY

This article discusses the effectiveness of the use of artificial intelligence technologies in ensuring fire safety. The rapid development of the economy and society has put forward a request for new standards, requirements and approaches to the field of PB. With the help of AI, it has become possible to increase the effectiveness of fire protection tasks. The purpose of this article is to study the role and effectiveness of the use of AI and machine learning in the field of PB.

Keywords: fire safety, artificial intelligence, efficiency, machine learning, monitoring, modern technologies, forest fires.

На протяжении всей своей истории человечество придумывало и внедряло новые способы тушения пожаров. По этой причине пожары, случающиеся в современном мире, являются менее разрушительными, чем те, которые случались в предыдущие года. Например, в древние времена пожары могли стереть с лица земли целые поселения и города. Вместо того, чтобы тушить крупные пожары, было наиболее предпочтительно дать ему выгореть самому. По прошествии времени люди научились использовать воду для тушения возгораний, а также более внимательно относиться к огню. Так появились первые задатки пожарной безопасности, которая обеспечивает защиту населения и по сегодняшний день. С каждым годом появляется все больше разработок, направленных на обеспечение ПБ и увеличение эффективности процесса пожаротушения. Одной из наиболее современных разработок является применение искусственного интеллекта в противопожарных целях.

Согласно определению, искусственный интеллект (ИИ) — это способность компьютера обучаться, принимать решения и выполнять действия, свойственные человеческому интеллекту [2]. ИИ является наукой, находящейся на стыке математики, биологии, психологии, кибернетики и многих других областей. Следовательно, он может быть полезен в самых разных направлениях и профилях. Применение ИИ существенно увеличивает эффективность предупреждения, обнаружения и тушения пожаров [3].

Искусственный интеллект используется для предупреждения или прогнозирования пожаров. Анализ производится на основе различных факторов, например погодных условий, окружающей среды и информации о предыдущих пожарах. После анализа, ИИ составляет определенные паттерны (шаблонное поведение), которые могут сигнализировать о риске возникновения возгораний. Следовательно, региональные или муниципальные власти смогут вовремя предпринять предупредительные меры и усилить противопожарные меры в зоне риска [6].

При наличии пожара необходимо его как можно быстрее обнаружить. Главная цель — обнаружить пожар как можно раньше, т.к. именно в таком случае его легче всего ликвидировать. Для установления местоположения возгорания, ИИ использует доступ к различным технологиям (видеомониторинг, датчики температуры и дыма) [5]. При помощи алгоритмов машина обрабатывает полученные данные на соответствие с установленными признаками пожара. Таким образом, противопожарные службы не дают пожару распространиться и ликвидируют его.

Искусственный интеллект также используется для обеспечения пожарной безопасности в зданиях. С помощью различных алгоритмов он управляет автоматическими системами пожаротушения и эвакуации. При возникновении пожара ИИ активирует противопожарные системы, оптимизирует эвакуационные пути и предоставляет план необходимых действий.

Главная особенность искусственного интеллекта — это его способность обрабатывать большое количество информации. Имея доступ к базе данных, ИИ может помочь в принятии решений по предотвращению возгораний и улучшению противопожарных систем. Применение ИИ сопровождается множеством преимуществ, например автоматизацией процесса обнаружения пожаров, улучшением точности и скорости обнаружения пожаров и совершенствование системы их предупреждения и контроля [4].

Исходя из вышесказанного, мы можем сделать вывод, что искусственный интеллект зачастую применяется для предупреждения и обнаружения природных пожаров. Борьба с пожарами состоит из нескольких этапов:

- 1) обнаружение — установление местоположения возгорания;
- 2) классификация — установление признаков, соответствующих определенной группе;
- 3) прогноз распространения — установления возможных направлений развития пожара;

4) разработка плана — утверждение порядка необходимых действий [1].

В современном мире, обнаружение пожаров происходит при помощи спутников, дронов, видеокамер и различных датчиков (напр. тепловизора). Данные устройства передают огромное количество информации и необходимо ее быстро отсортировать. Классическая задача машинного обучения — классификация отображенных на изображении объектов. К примеру, атмосферное облако необходимо отличить от облака дыма. Также большой эффективностью обладает повышение разрешающей способности фотографий. Это можно выполнить с помощью использования математических алгоритмов, которые улучшают детализацию изображения [7].

К примеру, спутник обнаруживает возгорание. Далее необходимо быстро и точно определить возможные пути и скорость его распространения. С помощью топографической карты местности, данных о погоде и информации о плотности растительности строится точная модель горения. При помощи дронов происходит съемка пожара в реальном времени, с помощью которой выполняется модель распространения огня в реальном времени. Примером подобной технологии служит система FIRETEC, которая умеет считывать влияние воздушных потоков и воздействие соседних линий пожара. Существенным недостатком является то, что для полноценной работы данной системы необходим суперкомпьютер.

При наличии информации о развитии пожара необходимо составить план его тушения. В теории, искусственный интеллект способен его разработать ввиду того, что существует огромное количество наработок для систем управления производственными процессами. Для разработки плана алгоритмам необходимо иметь доступ к информации о доступных ресурсах, количестве людей, техники, ближайших водоемах, дорогах, мостах и их грузоподъемности. Для этих целей, искусственный интеллект должен создать цифровой двойник каждой пожароопасной точке страны (на сегодняшний день еще ни одно государство не достигло настолько высокого уровня цифровизации, но предпосылки уже имеются).

На данный момент технологически доступно только сопоставление плана ликвидации пожара с моделью его распространения. Однако благодаря ему появляется возможность максимально рационально распределить силы пожарных служб. К сожалению, на сегодняшний день нет данных о применении подобных технологий в России. Возможно, это связано с недостаточно точным моделированием либо с несовершенством алгоритмов [8].

Таким образом, мы можем сделать вывод, что искусственный интеллект становится все более распространенным инструментом для обеспечения пожарной безопасности. На данный момент, ИИ применяется для управления автоматическими системами пожаротушения, а также для обнаружения пожаров с помощью данных, полученных с космических спутников. Стоит отметить, что возможности искусственного интеллекта не изучены до конца ввиду того, что существует практически бесконечное количество алгоритмов,

которым можно обучить машину. В современном мире, ИИ используется для программного повышения детализации изображений спутниковой или аэросъемки, обнаружения и классификации возгорания. Однако существует большое количество направлений, в которых в дальнейшем ИИ сможет быть полезен. Например, для предсказания характера распространения пожара требуются значительные вычислительные мощности, поэтому применение ограничено. Создание плана борьбы со стихией требует более высокого уровня цифровизации, которого не достигло еще ни одно государство в мире. Иными словами, потенциал развития применения искусственного интеллекта в области пожарной безопасности виден невооруженным взглядом. В будущем подобные технологии будут играть ключевую роль и станут неотъемлемой частью жизни каждого человека.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов С.Г., Ишмеева А.С. Экологическая безопасность как фактор устойчивого развития страны. Форум. 2023. № 3 (29). С. 95-98.
2. Аксенов С.Г., Яппаров Р.М., Кулешова Е.Ю. Пожарная безопасность каталитического риформинга // Техносферная безопасность. 2022. № 2 (35). С. 75-79.
3. Губайдуллина И.Н. Содержание энергетической безопасности и ее место в системе экономической безопасности государства // Социально-экономические явления и процессы. 2018. Т. 13. № 103. С. 188-192.
4. Губайдуллина И.Н., Ишмеева А.С. Влияние цифровизации на безопасность инфраструктуры // сб.: Обеспечение экономической безопасности России в современных условиях // сб. науч. Трудов Всеросс. Науч. Конф. Москва, 2022. С. 41-44.
5. Ковтунова С.Ю. Экономические аспекты экологической безопасности // сб.: Наука сегодня: теоретические и практические аспекты // междун. науч.-практ. конф. 2015. С. 274-278.
6. Ишмеева А.С., Губайдуллина И.Н. Сущность глобализации и ее влияние на мировую экономику // Социально-экономические и правовые основы развития экономики. Коллект. Моногр. Уфа, 2016. С. 4-23.
7. Харисова З.И., Аксенов С.Г., Хабибрахманов Э.И., Рафикова А.И., Рафиков А.И. О применении технических средств при расследовании пожаров // Закон и право. 2022. № 8. С. 221-225.
8. Харисова З.И., Дорошенко Д.И. Взаимодействие информационных потоков с наукой, бизнесом и технологиями как основной фактор анагенеза // сб.: Социальные технологии работы с молодежью в условиях становления цифрового общества // IV Междун. науч.-практ. конф. Уфа, 2019. С. 305-308.
9. Харисова З.И., Аксенов С.Г., Сулейманова А.И. Об особенностях применения современных технических возможностей при расследовании пожаров // Государственная служба и кадры. 2022. № 2. С. 231-234.

УДК 614+336.76+311

И. А. Кайбичев

Уральский институт ГПС МЧС России

ПОЛОСЫ БОЛЛИНДЖЕРА ПРИ ПРОГНОЗЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПОЖАРНОГО РИСКА

Выполнен прогноз индивидуального пожарного риска с помощью полос Боллинджера. Рассмотрены периоды расчета индикатора 5, 6, 10, 15 лет. Установлено, что оптимальная достоверность прогноза в 92,86 % достигается при периоде 15 лет.

Ключевые слова: индивидуальный пожарный риск; прогноз; полосы Боллинджера.

I. A. Kaibichev

BOLLINGER BANDS IN FORECASTING INDIVIDUAL FIRE RISK

A forecast of individual fire risk was made using Bollinger bands. The calculation periods of the indicator 5, 6, 10, 15 years are considered. It was found that the optimal reliability of the forecast of 92.86 % is achieved for a period of 15 years.

Keywords: individual fire risk; forecast; Bollinger bands.

Выполним анализ индивидуального пожарного риска (рис. 1).

Задача — выполнить прогноз на основе имеющихся данных и сравнить его с фактической обстановкой.

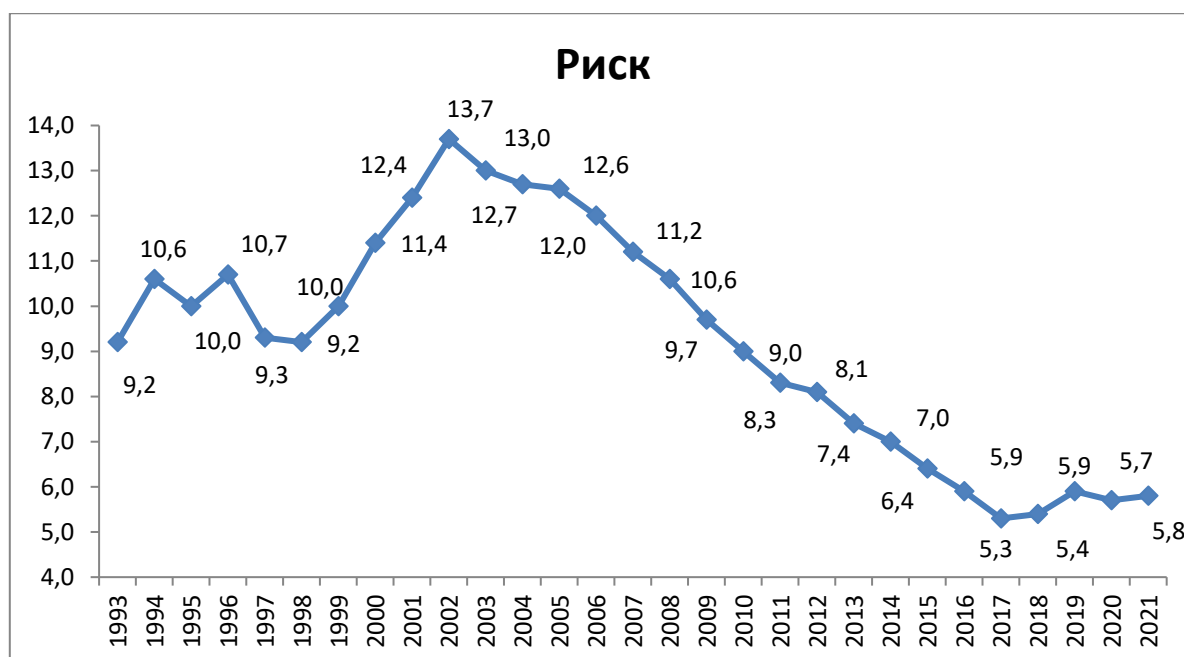


Рис. 1. Индивидуальный пожарный риск 1993-2021 годы

В качестве рабочего инструмента применим полосы Боллинджера [1]. Данный индикатор основан на расчете простого скользящего среднего за выбранный период (на фондовом рынке стандартное значение 20). Прогнозный диапазон получают добавлением (верхняя граница) и вычитанием (нижняя граница) 2 стандартных отклонений.

В рассматриваемой нами ситуации объем данных ограничен. Поэтому первоначально рассмотрим период равным 5 (рис. 2).

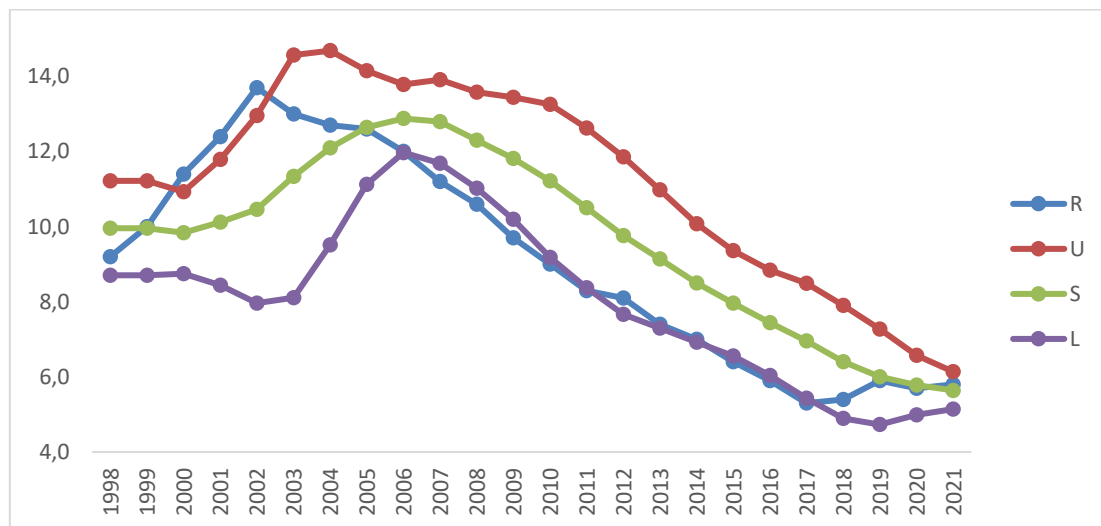


Рис. 2. Индикатор Боллинджера при периоде 5 лет

Анализ показывает 58,33 % случаев попадания реальных значений в прогнозный интервал от нижней (L) до верхней (U) границ полос Боллинджера (рис. 3).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
36	Год	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
37	R	9,2	10,0	11,4	12,4	13,7	13,0	12,7	12,6	12,0	11,2	10,6	9,7
38	U	11,2	11,2	10,9	11,8	13,0	14,6	14,7	14,2	13,8	13,9	13,6	13,4
39	S	10,0	10,0	9,8	10,1	10,5	11,3	12,1	12,6	12,9	12,8	12,3	11,8
40	L	8,7	8,7	8,7	8,4	8,0	8,1	9,5	11,1	12,0	11,7	11,0	10,2
41		Да	Да	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет
42	Год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
43	R	9,0	8,3	8,1	7,4	7,0	6,4	5,9	5,3	5,4	5,9	5,7	5,8
44	U	13,3	12,6	11,9	11,0	10,1	9,4	8,8	8,5	7,9	7,3	6,6	6,1
45	S	11,2	10,5	9,8	9,1	8,5	8,0	7,4	7,0	6,4	6,0	5,8	5,6
46	L	9,2	8,4	7,7	7,3	6,9	6,6	6,0	5,4	4,9	4,7	5,0	5,1
47		Да	Нет	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да	Да

Рис. 3. Сравнение прогноза с фактом при периоде 5 лет

Расширим период до 6 лет (рис. 4). В этом случае наблюдаем уменьшение числа случаев попадания реальных значений в прогнозный интервал от нижней (L) до верхней (U) границ полос Боллинджера до 56,52 % (рис. 5).

Расширим период до 10 лет (рис. 6). При этом наблюдаем увеличение числа случаев попадания реальных значений в прогнозный интервал от нижней (L) до верхней (U) границ полос Боллинджера до 84,21 % (рис. 7).

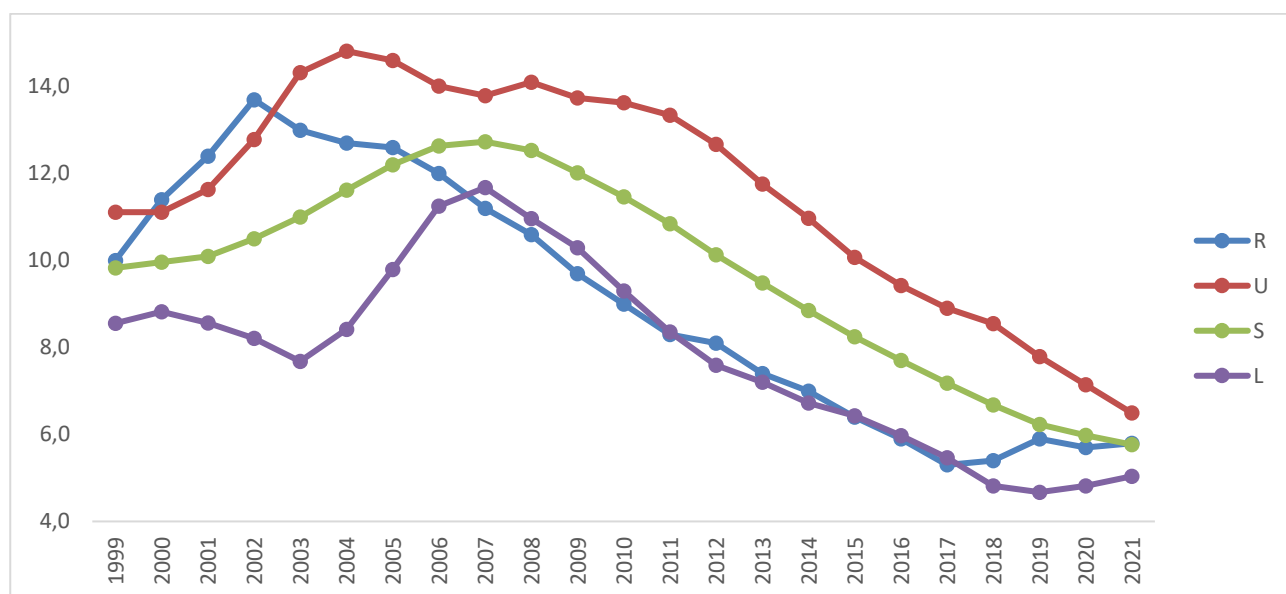


Рис. 4. Индикатор Боллинджера при периоде 6 лет

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
33	Год	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
34	R	10,0	11,4	12,4	13,7	13,0	12,7	12,6	12,0	11,2	10,6	9,7	9,0
35	U	11,1	11,1	11,6	12,8	14,3	14,8	14,6	14,0	13,8	14,1	13,7	13,6
36	S	9,8	10,0	10,1	10,5	11,0	11,6	12,2	12,6	12,7	12,5	12,0	11,5
37	L	8,6	8,8	8,6	8,2	7,7	8,4	9,8	11,3	11,7	11,0	10,3	9,3
38		Да	Нет	Нет	Нет	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Нет	Нет
39	Год	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
40	R	8,3	8,1	7,4	7,0	6,4	5,9	5,3	5,4	5,9	5,7	5,8	
41	U	13,3	12,7	11,8	11,0	10,1	9,4	8,9	8,6	7,8	7,1	6,5	
42	S	10,9	10,1	9,5	8,9	8,3	7,7	7,2	6,7	6,2	6,0	5,8	
43	L	8,4	7,6	7,2	6,7	6,4	6,0	5,5	4,8	4,7	4,8	5,0	
44		Нет	Да	Да	Да	Да	Да	Нет	Да	Да	Да	Да	

Рис. 5. Сравнение прогноза с фактом при периоде 6 лет

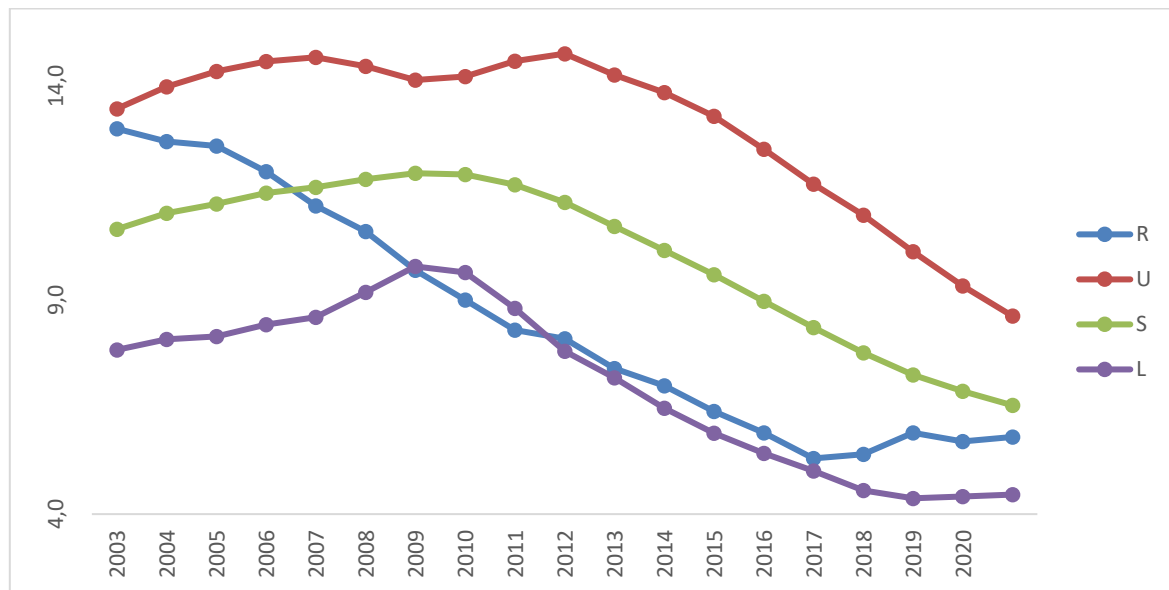


Рис. 6. Индикатор Боллинджера при периоде 10 лет

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
37	Год	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
38	R	13,0	12,7	12,6	12,0	11,2	10,6	9,7	9,0	8,3	8,1
39	U	13,5	14,0	14,3	14,6	14,7	14,5	14,1	14,2	14,6	14,8
40	S	10,7	11,0	11,2	11,5	11,6	11,8	12,0	11,9	11,7	11,3
41	L	7,8	8,1	8,1	8,4	8,6	9,2	9,8	9,6	8,8	7,8
42		Да	Да	Да	Да	Да	Да	Нет	Нет	Нет	Да
43	Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
44	R	7,4	7,0	6,4	5,9	5,3	5,4	5,9	5,7	5,8	
45	U	14,3	13,8	13,3	12,5	11,7	11,0	10,1	9,3	8,6	
46	S	10,7	10,2	9,6	9,0	8,4	7,8	7,3	6,9	6,5	
47	L	7,2	6,5	5,9	5,4	5,0	4,6	4,4	4,4	4,5	
48		Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	

Рис. 7. Сравнение прогноза с фактом при периоде 10 лет

Расширим период до 15 лет (рис. 8).

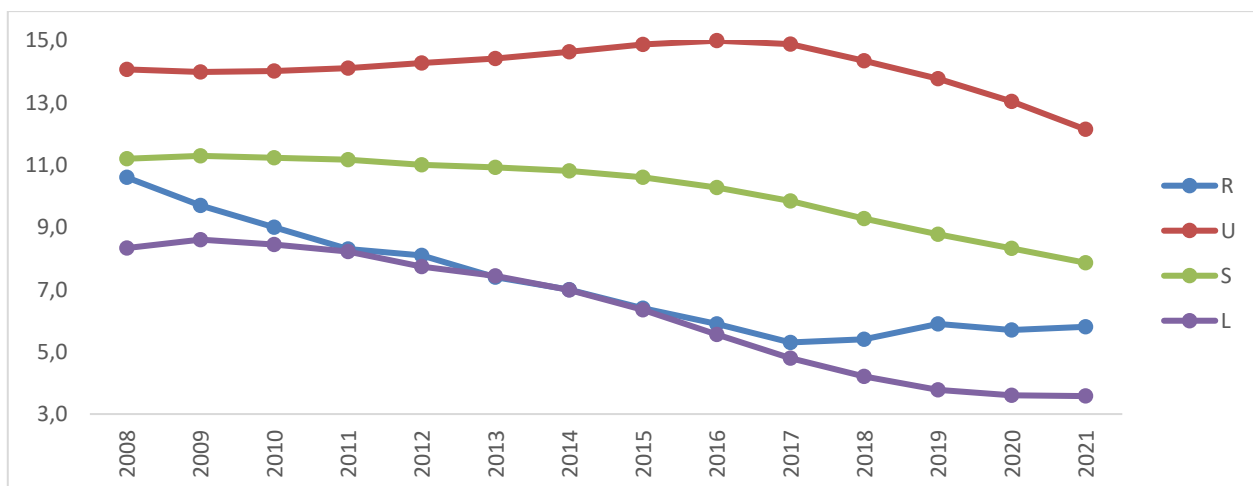


Рис. 8. Индикатор Боллинджера при периоде 15 лет

При этом наблюдаем увеличение числа случаев попадания реальных значений в прогнозный интервал от нижней (L) до верхней (U) границ полос Боллинджера до 92,86 % (рис. 9).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
25	Год	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
26	R	10,6	9,7	9,0	8,3	8,1	7,4	7,0	6,4	5,9	5,3	5,4	5,9	5,7	5,8
27	U	14,1	14,0	14,0	14,1	14,3	14,4	14,6	14,9	15,0	14,9	14,3	13,8	13,0	12,1
28	S	11,2	11,3	11,2	11,2	11,0	10,9	10,8	10,6	10,3	9,8	9,3	8,8	8,3	7,9
29	L	8,3	8,6	8,4	8,2	7,7	7,4	7,0	6,3	5,6	4,8	4,2	3,8	3,6	3,6
30		Да	Да	Да	Да	Нет	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да	Да

Рис. 9. Сравнение прогноза с фактом при периоде 15 лет

В итоге показана возможность применения полос Боллинджера для прогнозирования индивидуального пожарного риска. Рекомендуемый период расчета индикатора составил 15 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Colby, R.W. The encyclopedia of technical market indicators. NY: McGraw-Hill, 2003. 177 p.

УДК 634

Ю. Н. Коваль

Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ

С появлением компьютерных и информационных технологий возможности в области пожарной безопасности значительно расширились. Одним из ключевых преимуществ компьютерных технологий в области пожарной безопасности – прогнозирование пожаров. Это позволяет разрабатывать более эффективные стратегии предотвращения пожаров, а также прогнозировать возможные риски и принимать меры по их устранению.

Автор предлагает в целях прогнозирования классов пожарной опасности в лесах использовать специальное программное обеспечение «Онлайн-калькулятор пожарной опасности лесных участков, расположенных в границах ЗАТО Железногорск».

Ключевые слова: прогнозирование; лесные пожары; лесные участки; класс пожарной опасности.

Yu. N. Koval

DETERMINING THE FIRE HAZARD OF FOREST LANDSCAPE

With the advent of computer and information technology, opportunities in the field of fire safety have expanded significantly. One of the key advantages of computer technology in the field of fire safety is the ability to monitor and predict fires. This allows you to develop more effective fire prevention strategies, as well as predict possible risks and take measures to eliminate them.

The author proposes to use special software “Online calculator of fire danger of forest areas located within the boundaries of Zheleznogorsk CATU” in order to predict fire danger classes in forests.

Keywords: forecasting, forest fires, forest areas, fire hazard class.

Введение

Лесные пожары могут нанести значительный ущерб лесным ресурсам, окружающей среде и человеку. Первым шагом к предотвращению лесных пожаров является понимание их причин. Пожары в лесах могут возникать из-за множества факторов. Одним из основных факторов, определяющих лесопожарную обстановку, является погодные условия. Высокая температура, сильный ветер и низкая влажность создают благоприятные условия для быстрого распространения огня. Кроме того, наличие осадков, могут снизить вероятность возникновения и распространения пожаров.

Качественные и количественные показатели лесного массива также являются важными и влияют на пожарную опасность. С помощью спутниковых и аэрокосмических снимков, а также дистанционного зондирования, можно определить плотность растительности, наличие сухостоя и преобладающую породу деревьев.

Для определения пожарной опасности на лесных территориях используют различные методы, такие как оценка погодных условий, анализ топографии и изучение состояния лесного массива. На основе этих данных можно разработать инструменты для предотвращения и борьбы с лесными пожарами.

Одним из ключевых преимуществ компьютерных технологий в области пожарной безопасности является возможность прогнозирования пожаров. Что позволяет оперативно разрабатывать более эффективные стратегии предотвращения пожаров, а также предугадывать возможные риски и принимать меры по их устранению.

На сегодняшний день в целях прогнозирования пожарной опасности в лесах используется показатель В.Г. Нестерова, который основывается на точке росы и температуре окружающей среды. Показатель В. Г. Нестерова был внедрен в обиход более 70 лет назад и его применение в расчетах практически не изменялось.

Методика расчета класса пожарной опасности в лесах по В. Г. Нестерову разработана для всей территории Российской Федерации, но не учитывает региональных особенностей территории. Отсутствие должной методики для прогнозирования пожарной опасности в лесах на региональном уровне, приводит к увеличению экономических потерь.

В качестве объекта для прогнозирования лесных пожаров выбрана территория, расположенная в границах ЗАТО г. Железногорск, так как на ней представлено разнообразие ландшафтных, лесорастительных и физико-географических условий.

На территории закрытого административно-территориального образования (ЗАТО) г. Железногорск ежегодно регистрируются низовые беглые пожары. Значительное количество лесных пожаров может быть обосновано высокой рекреационной нагрузкой.

Для выполнения научной работы использовались материалы годовых отчетов МБУ «Городское лесное хозяйство». Для описания лесов, расположенных в границах ЗАТО г. Железногорск, применялись материалы лесоустройства. Информация по индексу В. Г. Нестерова была получена от филиала ФБУ ВНИИЛМ «Центр лесной пирологии». Метеорологические данные были предоставлены институтом проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук.

В качестве основы, для определения пожарной опасности лесов, на сегодняшний день в России применяется показатель В.Г. Нестерова. С некоторыми уточнениями он используется по всей стране. Однако пожарная опасность в лесах определяется не только уровнем засухи, но и изменяющимися природными и лесорастительными условиями.

На основании полученных данных была подготовлена программа для ЭВМ «Онлайн-калькулятор пожарной опасности лесных участков, расположенных в границах ЗАТО г. Железногорск». Программа предназначена для мобильного устройства под управлением мобильной операционной системы iOS и Android (язык программирования HTML, CSS, JS).

Программа обеспечивает расчёт класса пожарной опасности для лесных участков (расположенных в границах ЗАТО г. Железногорск) на основе данных, вносимых в интерфейс программы, включающих характеристики лесов и природные условия. Программа предназначена для прогнозирования класса пожарной опасности в изменяющихся природных и лесорастительных условиях. Онлайн-калькулятор пожарной опасности лесных участков, расположенных в границах ЗАТО г. Железногорск размещен в сети интернет в свободном доступе по адресу: <http://46.50.129.123/calcro> (рисунки).

Расчёт класса пожарной опасности на лесном выделе

Погодные условия

Точка росы, °C	??
Температура*, °C	??
Влажность воздуха*, %	??
Сила ветра*, м/с	??
Атмосферное давление, ГПа	??

* - для окружающей среды на 12 часов дня

Характеристика леса

Плотность, %**	??		
Порода	количество, %	<3 лет, %	<10 лет, %
Берёза	??	??	
Осина	??		
Лиственница	??		
Сосна	??	??	??

** - Использование древостоем на лесном выделе занимаемого пространства

Прогноз

Рисунок. Наглядное изображение Онлайн-калькулятор пожарной опасности лесных участков, расположенных в границах ЗАТО Железногорск

В результате работы получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023685522 от 14.11.2023 года.

Результаты: поставлен и исследован вопрос об общих закономерностях возникновения пожаров в лесах ЗАТО г. Железногорск Красноярского края. Изучена зависимость количества пожаров от природных факторов. Выявлены особенности возникновения лесных пожаров на территории ЗАТО г. Железногорск Красноярского края. Разработана программа для ЭВМ рассчитывающая класс пожарной опасности лесных участков, расположенных в границах ЗАТО г. Железногорск

Вывод: В целом, прогнозирование пожарной опасности в лесах является сложным и многогранным процессом, который требует систематического сбора данных и анализа. Точность прогнозов пожарной опасности позволяет принимать своевременные меры предотвращения и борьбы с пожарами.

Пожары в лесах – это серьезная угроза, как для природы, так и для людей. Определение пожарной опасности на лесных территориях и принятие оперативных мер помогут минимизировать риск возникновения пожаров и сохранить ценные лесные ресурсы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коваль Ю.Н. Проблемы противопожарного обустройства лесных массивов /Ю.Н. Коваль, С.П. Бояринова // Экологические проблемы промышленных городов: Сборник научных трудов по материалам 9-й Международной научно-практической конференции. Под редакцией Е.И. Тихомировой. 2019. С. 45-47.
2. Коваль, Ю. Н. О проблемах прогнозирования лесных пожаров / Ю. Н. Коваль // 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. 39-41.
3. Программа для ЭВМ «Онлайн-калькулятор пожарной опасности лесных участков, расположенных в границах ЗАТО Железногорск» свидетельство о государственной регистрации № 2023685522 от 28.11.2023 / Грязнов А.С., Котельников Р.В., Коваль Ю.Н., Ехалов Е.В., Озерский Д.А., Субботин Е.А.

УДК 614.8:004(07)

А. В. Куценко, С. А. Онищенко
Донецкий институт ГПС МЧС России

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В связи с развитием компьютерных и информационных технологий в статье рассмотрены их современное применение в обеспечении пожарной безопасности. С развитием новых технологий в области безопасности эти системы стали более эффективными и надежными. В заключении делается вывод о колоссальном влиянии данных технологий на пожарную безопасность.

Ключевые слова: система; компьютерные технологии, информационные технологии; пожарная безопасность.

A. V. Kutsenko, C. A Onishenko

FIRE SAFETY OF PROTECTION FACILITIES USING COMPUTER AND INFORMATION TECHNOLOGIES

In connection with the development of computer and information technologies, the article considers their modern application in ensuring fire safety. With the development of new security technologies, these security systems have become more efficient and reliable. In conclusion, it is concluded that these technologies have a tremendous impact on fire safety.

Keywords: system; computer technology, information technology; fire safety.

Система обеспечения пожарной безопасности — совокупность сил и средств, а также мер правового, организационного, экономического, социального и научно-технического характера, направленных на профилактику пожаров, их тушение и проведение аварийно-спасательных работ [1].

Из данной системы можно выделить ее основные функции:

1. Правовые меры отвечают за создание и внедрение законов, норм и правил, связанных с обеспечением пожарной безопасности, а также за определение ответственности за нарушение этих правил.

2. Организационные меры отвечают за создание пожарно-технических служб, формирование и подготовку пожарных подразделений, организацию планов эвакуации и обучение персонала в предотвращении пожаров и действиях в случае возникновения пожара.

3. Экономические меры отвечают за выделение средств на закупку необходимых средств пожаротушения и оборудования, а также на содержание пожарно-технических служб и обучение персонала.

4. Социальные меры отвечают за повышение осведомленности и ответственности населения в области пожарной безопасности. Они включают информационно-просветительскую работу и организацию пожарных тренировок и учений.

5. Научно-технические меры отвечают за разработку новых технологий, инновационных решений в области пожарной безопасности, исследований и анализ пожаров для совершенствования системы предотвращения и тушения пожаров.

Совокупность этих компонентов системы обеспечивает своевременное обнаружение и тушение пожаров и проведение спасательных операций.

Благодаря этим технологиям можно автоматизировать процессы обнаружения и предотвращения пожаров, улучшить эффективность реагирования на них и повысить надежность систем пожарной безопасности, путем обеспечения более быстрой реакции на пожары.

Для того, чтобы в этом убедиться, мы рассмотрим способы их использования:

1. Мониторинг и контроль: С использованием компьютерных систем, объекты пожарной безопасности могут быть оборудованы датчиками и детекторами, которые автоматически обнаруживают пожарные признаки, такие как дым, тепло и газы. Компьютеры анализируют данные от этих датчиков и мгновенно генерируют предупреждения или сигналы о пожаре.

Они позволяют наблюдать за состоянием систем и устройств, анализировать данные и предупреждать о возможных проблемах или аварийных ситуациях. Вот некоторые примеры таких технологий:

Системы видеонаблюдения (CCTV): Установленные камеры на объекте пожарной безопасности позволяют наблюдать за происходящим и обнаруживать подозрительные действия или проникновения. Видеозаписи могут быть использованы для расследования инцидентов и определения причин пожаров.

Датчики и системы оповещения: Различные датчики могут использоваться для контроля окружающей среды, такие как дымовые и тепловые датчики, датчики утечки газа и системы контроля загазованности. Они могут автоматически обнаруживать пожары или другие чрезвычайные ситуации и активировать звуковое и визуальное оповещение для эвакуации или борьбы с пожаром.

Системы контроля доступа: Технологии, такие как электронные ключи, биометрические системы и панели доступа, могут использоваться для контроля доступа персонала к помещениям и запрета неавторизованного доступа. Это обеспечивает безопасность и предотвращает возможные угрозы от непрофессиональных лиц.

Системы управления зданием: Система управления зданием интегрирует различные аспекты управления объектом пожарной безопасности, включая освещение, обогрев, вентиляцию, кондиционирование и многое другое. Она позволяет контролировать и регулировать эти системы для обеспечения безопасной и комфортной среды.

Системы дистанционного мониторинга: С помощью компьютерных технологий можно удаленно мониторить состояние объекта пожарной безопасности. Это может включать мониторинг параметров окружающей среды, систем предупреждения пожаров, систем безопасности и другие аспекты. Данные могут быть переданы в центр управления или оперативный диспетчерский пункт, что позволяет оперативно реагировать, принимать необходимые меры и повышает безопасность объекта [3].

2. Пожарная сигнализация: Системы пожарной сигнализации, основанные на компьютерных технологиях, обычно включают в себя датчики и детекторы, которые непрерывно мониторят окружающую среду на наличие пожара.

Когда датчики обнаруживают пожарные признаки, они передают информацию компьютеру, который анализирует данные и генерирует сигнал о пожаре. Сигналы о пожаре могут быть в различных форматах, включая звуковые сигналы, световые индикации и сообщения на компьютерных экранах или мобильных устройствах. Компьютерные системы позволяют передавать сигналы о пожаре в режиме реального времени, что позволяет оперативно реагировать на угрозу пожара и принимать соответствующие меры.

Кроме того, компьютерные технологии позволяют интегрировать системы пожарной сигнализации с другими системами безопасности, такими как системы пожаротушения, системы эвакуации и системы контроля доступа. Это позволяет создать комплексную систему безопасности, которая автоматически реагирует на пожар и координирует действия служб экстренного реагирования.

3. Управление системами пожаротушения: Компьютерные технологии позволяют автоматизировать управление системами пожаротушения.

Одним из основных способов обеспечения пожарной безопасности в этой области является установка автоматических систем пожаротушения, которые могут обнаруживать и тушить пожары в ранней стадии. Эти системы могут быть интегрированы с другими системами безопасности, такими как системы контроля доступа и системы оповещения о пожаре, для обеспечения комплексного подхода к пожарной безопасности, пожарные спринклеры или системы газового тушения, которые обеспечивают их активацию в случае возникновения пожара.

4. Управление эвакуацией: Информационные технологии могут быть использованы для разработки и управления системами эвакуации. Это может включать в себя установку систем оповещения и предупреждения, которые могут автоматически предупреждать людей о пожаре и указывать на безопасные маршруты эвакуации.

5. Информационное моделирование зданий BIM (Информационное моделирование зданий) — это инструмент, используемый архитекторами, инженерами и операторами, который предоставляет многомерную модель, включающую все необходимые данные о здании. Сюда входят самые важные данные о противопожарной защите — система обнаружения пожара или требуемая огнестойкость любой двери или стены и т. д. BIM предоставляет всем специалистам, работающим над проектом, доступ к одним и тем же данным, обеспечивая эффективное сотрудничество. Например, если планировщик противопожарной защиты хочет изменить противопожарные отсеки, у него есть вся необходимая информация в одном месте. Впоследствии все остальные специалисты, работающие над зданием, сразу увидят информацию об изменениях — в каких локациях нужны дополнительные перегородки, если на то пошло. BIM гарантирует, что все будет сделано правильно, чтобы здание было лучше подготовлено к пожару и в проекте не было несоответствий. Все сохраненные данные об установленных компонентах также могут быть впоследствии использованы службой управления зданием. В нем содержится обзор интервалов технического обслуживания противопожарных дверей, детекторов дыма, сигнализаций и систем пожаротушения [4].

6. Обучение и тренировка: Одним из примеров таких технологий являются виртуальные тренажеры пожарной безопасности.

Они позволяют сотрудникам проходить обучение на практике, воссоздавая реалистичные ситуации пожаров и различные сценарии. Виртуальные тренажеры позволяют проводить учебные сессии, тренировать командную работу, практиковать эвакуацию людей, освоение пожарных возможностей и использование техники. Это помогает улучшить реакцию на чрезвычайные ситуации, повысить осведомленность и подготовку сотрудников без фактической угрозы для жизни и имущества.

Кроме того, компьютерные технологии позволяют создавать трехмерные модели объектов пожарной безопасности, которые позволяют сотрудникам более детально ознакомиться с объектом и его особенностями. Это может включать планы эвакуации, системы предупреждения и тушения пожаров, а также особые риски и опасности, связанные с данным объектом. Это помогает улучшить понимание и осведомленность о безопасности, а также помогает разработать более эффективные стратегии предотвращения и борьбы с пожарами.

Другой важной областью использования компьютерных технологий в обучении и тренировке пожарной безопасности являются виртуальные учебные программы и онлайн-курсы. Они обеспечивают доступность обучения в любом месте и в любое время, позволяя сотрудникам повышать свои знания и навыки в области пожарной безопасности. Такие программы могут включать интерактивные учебники, тесты и задания, симуляции ситуаций и другие инструменты для эффективного обучения [2].

Компьютерные и информационные технологии играют жизненно важную роль в обеспечении пожарной безопасности охраняемых объектов. Эти технологии позволяют внедрять передовые системы обнаружения пожара, такие как детекторы дыма и тепловые датчики, которые могут быстро идентифицировать потенциальную опасность пожара. Кроме того, компьютерные системы могут использоваться для мониторинга и управления системами пожаротушения, для эффективного реагирования на чрезвычайные ситуации. Информационные технологии также поддерживают разработку планов пожарной безопасности, учебных симуляций и систем связи для повышения готовности и возможностей реагирования.

В целом, компьютерные технологии значительно повышают эффективность и точность в обеспечении безопасности объектов пожарной безопасности, позволяя оперативно обнаруживать и реагировать на угрозы, а также обучать персонал для более эффективного управления чрезвычайными ситуациями.

Создание и использование подобных систем безопасности позволяет значительно сократить время реакции служб экстренного реагирования и повысить эффективность их действий. Такие системы являются необходимой составляющей в современном мире, где возникают разнообразные угрозы жизни и здоровью людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «О пожарной безопасности» от 21.12.1994 N 69-ФЗ. С. 3
2. Официальный портал МЧС России [Электронный ресурс]. – <https://mchs.gov.ru>.
3. Официальный портал Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [Электронный ресурс]. – <https://digital.gov.ru>.
4. Услуги BIM VDC проектирования - Москва Санкт-Петербург (СПб). – <https://bimlab.ru/faq-bim3d.html>.

УДК 614.8; 004.021

Н. В. Москвина

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ

Утечки газа приводят к опасным событиям, влекущим как финансовые потери, так и человеческие жертвы. В связи с этим рассмотрен вопрос использования технологий Интернета вещей для обеспечения своевременного обнаружения утечек бытового газа в многоквартирных домах. Разработка и создание датчиков обнаружения утечек бытового газа на основе технологии Интернета вещей не требует серьезных капитальных вложений и может быть сравнительно просто реализовано. Но сами по себе датчики не могут работать без сети передачи данных и цифровой платформы управления. В связи с этим необходимо осуществление эксперимента по созданию полноценной системы, включающей датчики, сеть передачи данных и цифровую платформу управления ими на примере одного из регионов России. Для реализации проекта в целях экономии средств бюджетов всех уровней можно использовать механизм частной концессионной инициативы с привлечением средств институтов развития для реализации эксперимента. Актуальность темы обусловлена возрастающей газификацией домашних хозяйств (в соответствии с постановлением Правительства РФ № 2187 от 30 ноября 2022 года «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации и признании утратившим силу отдельного положения постановления Правительства Российской Федерации от 10 декабря 2008 г. № 950» программа социальной газификации стала бессрочной), что закономерно может повлечь за собой рост числа происшествий и ЧС с утечками газа.

Ключевые слова: утечки газа; взрыв газозоудушной смеси; происшествия; пожарная безопасность; Интернет вещей.

N. V. Moskvina

PRACTICAL ASPECTS OF THE APPLICATION OF INTERNET OF THINGS TECHNOLOGIES TO ENSURE FIRE SAFETY IN APARTMENT BUILDINGS

Gas leaks lead to dangerous events, entailing both financial losses and human casualties. In this regard, the issue of using Internet of Things technologies to ensure timely detection of household gas leaks in apartment buildings has been considered. The development and creation of sensors for detecting household gas leaks based on Internet of Things technology does not require serious capital investments and can be implemented relatively simply. But the sensors themselves cannot work without a data network and a digital control platform. In this regard, it is necessary to carry out an experiment to create a full-fledged system that includes sensors, a data transmission network and a digital management platform using the example of one of the regions of Russia. To implement the project, in order to save funds from budgets of all levels, it is possible to use the mechanism of a private concession initiative with the involvement of funds from development institutions for the implementation of the experiment. The relevance of the topic is due to the increasing gasification of households (in accordance with the decree of the Government of the Russian Federation No. 2187 dated November 30, 2022 «On Amendments to Certain Acts of the Government of the Russian Federation and invalidation of a separate provision of the Decree of the Government of the Russian Federation dated December 10, 2008 No. 950» the social gasification program has become indefinite), which naturally may entail This leads to an increase in the number of accidents and emergencies with gas leaks..

Keywords: gas leaks; explosion of a gas-air mixture; accidents; fire safety; Internet of things.

Утечка газа может приводить к опасным событиям, влекущим как финансовые потери, так и к человеческим жертвам. С 2020 по 2023 год произошло 10 происшествий с взрывами газо-воздушной смеси в многоквартирных жилых домах, с последующим обрушением строительных конструкций здания (всего более 50 взрывов); при этом погибло более 100 человек и пострадало более 1600 человек [1]. При этом, негативная тенденция не имеет тренда на снижение. Если в 2020 году был 1 случай с последующим обрушением строительных конструкций здания (всего — 11), то в 2021 — уже 3 случая (16 всего), в 2022 год — 5 (19 всего), а за 9 месяцев 2023 года (на момент составления отчета) — 8 происшествий, из них 1 случай с последующим обрушением (разрушением) строительных конструкций здания.

Десятки случаев взрыва бытового газа не только влекут человеческие жертвы, но и наносят огромный урон имуществу. Признать успешной практику установки приборов контроля утечек на коммерческой основе [2] или проведение инспекций газового оборудования раз в год [3] не позволяет вышеприведённая негативная статистика.

Актуальность темы обусловлена возрастающей газификацией домашних хозяйств (в соответствии с постановлением Правительства РФ № 2187 от 30 ноября 2022 года «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации и признании утратившим силу отдельного положения

постановления Правительства Российской Федерации от 10 декабря 2008 г. № 950» программа социальной газификации стала бессрочной), что закономерно может повлечь за собой рост числа происшествий с утечками газа.

Необходимы новые подходы, например, с установкой датчиков утечек газа нового поколения, которые не только могут обеспечить перекрытие клапана на газопроводе и сигнал тревоги в квартире, но и сообщить в эксплуатирующую организацию о наличии проблемы.

Ранее существовавшие технологии не позволяли сравнительно недорого и эффективно осуществить такой подход. В связи с развитием новых цифровых технологий возникла идея использовать датчики на основе Интернета вещей (IoT) как газоанализаторы, которые не только обеспечат локальную сигнализацию неисправности, но и смогут сравнительно простыми методами передать информацию через сеть Интернет всем заинтересованным сторонам [4, 5, 6].

Интернет вещей (Интернет of Things, IoT) — это концепция, согласно которой физические устройства, оснащенные датчиками, программным обеспечением и сетевым подключением, могут обмениваться данными и взаимодействовать между собой через Интернет. Эти устройства могут включать в себя различные объекты, такие как бытовая техника, автомобили, электроника, промышленное оборудование и другие, и они способны собирать и передавать данные, а также выполнять определенные действия на основе этой информации.

Применение технологии Интернета вещей и стандартизация данных ведет к возможности объединения информации от различных датчиков. Например, на данный момент без предварительной конвертации (трансформации) невозможно сочетание данных в одной информационной системе от противопожарных систем разных производителей из-за использования разных моделей данных, различных протоколов связи и передачи данных. Стандартизация IoT позволит использовать единую точку управления для объединенных данных из различных систем, что позволит просмотреть журналы технического обслуживания и информацию от различных датчиков в одном интерфейсе. Эти объединенные данные, обработанные интеллектуальными системами, могут быть интегрированы и отображены на разных устройствах, таких как мобильные телефоны, ноутбуки или планшеты, в любой точке мира. Интернет вещей открывает огромные возможности для усовершенствования систем безопасности, снижая затраты и способствуя спасению жизней и имущества.

В [7] показано, что производство IoT газоанализаторов может быть реализовано даже на малых и микропредприятиях без существенных вложений. В связи с этим, не углубляясь в технические аспекты самих устройств, рассмотрим подробнее вопросы организации их установки, эксплуатации и обслуживания.

Для нормальной работы всей системы требуется, собственно, сами датчики, среда передачи данных от них и платформа, позволяющая полученную информацию представлять в удобном для использования виде. Все это можно осуществить при достаточном финансировании.

Относительно среды передачи данных все выглядит перспективно. Все крупные операторы мобильной связи и несколько специализированных создают IoT сети [9,10]. Технологии также «подтянулись» в этом вопросе, например, по состоянию на сегодня уже разработаны и широко используются энергоэффективные территориально распределенные сети [11], позволяющие передавать телеметрические данные от разных устройств, сенсоров, датчиков и приборов учета. При этом такая передача данных возможна на большие расстояния и с длительным временем работы от аккумуляторов. Подобный результат сложно реализовать на других технологиях беспроводной связи (или даже невозможно). При этом он наиболее перспективен для подключения датчиков утечек газа.

Одним из ключевых элементов развития системы IoT датчиков являются цифровые сервисные платформы, которые должны обеспечить взаимодействие между приложениями пользователей и цифровыми данными, и объектами Интернета вещей. Для этого надо определить, что есть цифровой объект в случае использования газоанализаторов. Цифровой объект должен быть описан структурой данных с определенными характеристиками, включая название, уникальный идентификатор и атрибуты, описывающие его свойства. С учетом стандартизации такого набора данных, это позволит обеспечить совместимость между различными информационными системами. Важно отметить, что цифровые объекты не зависят от платформы, что обеспечивает универсальную идентификацию устройств и приложений Интернета вещей.

Основным драйвером развития глобальных стандартов для интернета вещей являются крупные технологические компании и международные организации в области стандартизации (МСЭ-Т, OneM2M, ETSI, CEN/ISO, IEEE и IETF). Их поддерживают правительства развитых стран. Главной задачей этой деятельности является обеспечение совместимости между различными уровнями типовой архитектуры и сервисными платформами IoT, чтобы исключить фрагментацию и обеспечить единое функционирование всей экосистемы IoT [12].

Цифровая платформа должна управлять различными аспектами датчиков, например, их активацией и деактивацией, управлением системой оповещения. Операторы должны получать информацию о состоянии системы в реальном времени и иметь возможность принимать оперативные меры. Цифровая платформа может быть интегрирована с другими системами безопасности, такими как системы видеонаблюдения или контроля доступа. Это позволит операторам получать комплексную информацию о состоянии безопасности и принимать согласованные меры. Таким образом, можно сказать, что цифровая платформа для интеграции устройств IoT является обязательным элементом.

Она обеспечивает централизованное управление и мониторинг, а также интеграцию с другими системами безопасности. И если производство датчиков не требует существенных капиталовложений, то создание платформы является куда более дорогостоящим мероприятием.

Финансирование данных мероприятий является одним из ключевых вопросов, требующих решения. Как можно сдвинуть этот процесс с мертвой точки? В некоторых регионах Российской Федерации помощь многодетным семьям и гражданам в трудной жизненной ситуации оказывается путем приведения жилых помещений в соответствие с требованиями пожарной безопасности. Ремонт сетей электропитания и установка автономных пожарных извещателей осуществляются за счет средств субъектов и местных бюджетов. МЧС России взяло на вооружение опыт этих регионов, проводя совместные мероприятия с корпорацией развития ВЭБ.РФ. Были подготовлены совместные методические рекомендации, включающие различные пошаговые инструкции по оснащению жилых помещений извещателями, и направлены органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации [8]. Но такой подход позволяет решить только одну часть проблемы, не решая ее в целом. Необходимо системное решение, позволяющее включить финансирование вопросов обеспечения безопасности использования газовых приборов в быту в состав тарифа на газ.

Для того, чтобы этот вопрос сдвинулся с места, МЧС России следует продолжить свою деятельность по внесению изменений в требования пожарной безопасности, которые включают обязательную установку автономных дымовых пожарных извещателей в жилых помещениях независимо от этажности здания, в том числе в многоквартирных жилых домах, расширив требования и предусмотрев установку датчиков утечки бытового газа в газифицированных домах. Одновременно целесообразно провести эксперимент в одном из регионов по созданию всех элементов единой системы (датчики, сеть передачи данных, цифровая платформа управления), подключив ее к системе-112 и аварийной службе газовой сети. Факультативно информацию могут получать сервисные организации, обслуживающие газовое оборудование физических лиц.

С учетом того, что в настоящее время допускается создание информационных систем на основе государственно-частного партнерства можно рассмотреть вопрос привлечения к эксперименту частного партнера, обладающего необходимым опытом и знаниями. Реализация проекта в этом случае возможна, например, на основе частной-концессионной инициативы в соответствии с законодательством о концессионных соглашениях.

Успешная реализация проекта позволила бы перейти к его тиражированию в регионах, а при наличии нормативно урегулированного вопроса о включении расходов на создание и эксплуатацию такой системы в тариф на газ, открыло бы широкие возможности к использованию государственно-частного партнерства в данной сфере. С учетом важности

вопроса, представляется целесообразным вынести его на обсуждение Правительственной комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций и обеспечению пожарной безопасности при Правительстве Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Обзор аварийных взрывов газовоздушной смеси в многоквартирных жилых домах, с последующим обрушением строительных конструкций здания (сооружения) в 2020-2023 годах // Главное управление пожарной охраны. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023.

2. Выбираем и устанавливаем сигнализаторы загазованности / Сайт «ГАЗИФИКАЦИЯ РОССИИ» – <https://www.gazprommap.ru/articles/gas-check-devices/> (дата обращения: 12.03.2024). – Текст : электронный.

3. Постановление Правительства Российской Федерации от 14 мая 2013 г. № 410 «О мерах по обеспечению безопасности при использовании и содержании внутридомового и внутриквартирного газового оборудования» / Официальный интернет-портал правовой информации. – Обновляется в течение суток. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102165346> (дата обращения: 12.03.2024). – Текст : электронный.

4. Rohan Chandra Pandey, Manish Verma, Lumesh Kumar Sahu, Internet of Things (IOT) Based Gas Leakage Monitoring and Alerting System with MQ-2 Sensor / International Journal of Engineering Development and Research – Volume 5, Issue 2 – 2017

5. Meteb Altaf1, Alaa Menshawi, Ruba Al-Skate, Taghreed Al-Musharraf and Wejdan Al-Sakaker, New Gas Leakage Detection System using Internet of Things / SSRG International Journal of Computer Science and Engineering (SSRG-IJCSE) – Volume 7, Issue 7– July 2020

6. Березин Л.В., Соснина Е.Ю. Safe&Smart city: как Интернет вещей должен сделать использование газа безопаснее / Сайт Союза предприятий топливно-энергетического комплекса (СПТЭК) «Газовый клуб» – URL: https://sptek-gazklub.ru/zhurnal-gazinform/zhurnal_gaz_inform_2_60_2018/safe_smart_city_kak_internet_veshchey_dolzhen_sdelat_ispolzovanie_gaza_bezopasnee/ (дата обращения: 12.03.2024). – Текст : электронный.

7. Москвина Н. В. Применение технологий «Интернета вещей» в области пожарной безопасности / 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» (Иваново): 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, 2021. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_47492752_71987283.pdf (дата обращения: 12.03.2024). – Текст : электронный.

8. Письмо МЧС России от 28.10.2019 № 43-5692-19 «О направлении методических рекомендаций» (вместе с «Методическими рекомендациями по организации установки автономных пожарных извещателей в местах проживания малоимущих многодетных семей и семей, находящихся в трудной жизненной ситуации», «Методическими рекомендациями по повышению уровня пожарной безопасности социально значимых объектов, в том числе с круглосуточным пребыванием детей, за счет оснащения системами автоматической противопожарной защиты») / КонсультантПлюс – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_344896/ – Дата обращения: 12.03.2024 – Текст : электронный.

9. Интернет вещей, IoT, M2M рынок России / Сайт электронного издания TAdviser – Обновляется в течение суток. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет_вещей,_IoT,_M2M_\(рынок_России\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет_вещей,_IoT,_M2M_(рынок_России)) (дата обращения: 12.03.2024). – Текст : электронный.

10. IoT в России на примере проектов «большой четверки» / Сайт электронного издания Telecom Times – URL: <https://telecomtimes.ru/2018/10/iot-in-telecom-big-4/> (дата обращения: 12.03.2024). – Текст : электронный.

11. Тихвинский В.О. Узкополосные технологии LPWAN (LoRaWAN, SigFox и др.) для построения сетей M2M и Интернета вещей / г. Санкт Петербург, Вебинар ИнфоТел ,18 июля 2018 г. – URL: http://new.rpls.ru/wp-content/uploads/2018/07/ONEPLAN-2018_Technologii_LPWAN_and_LoRa_TikhinskiiVO.pdf (дата обращения: 12.03.2024). – Текст : электронный.

12. Сети связи «Интернета вещей» - старт стратегических проектов / Сетевое издание «Цифровая экономика» – URL: http://digital-economy.ru/images/easyblog_articles/651/IOT280420.pdf (дата обращения: 12.03.2024). – Текст : электронный.

УДК 614.8.084

Т. Е. Наумова

ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

«УМНАЯ» СИСТЕМА ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЯ В БЕЗОПАСНОМ ГОРОДЕ

В статье рассматривается применение технологий искусственного интеллекта в области техники пожарной безопасности и «умного пожаротушения», представлены методы интеллектуального проектирования пожарной безопасности на основе искусственного интеллекта после его обучения с помощью большой базы данных пожарной безопасности, что позволит в течение нескольких секунд прогнозировать оптимальные условия проектирования системы противопожарной защиты с целью минимизировать ее стоимость.

Ключевые слова: цифровизация; искусственный интеллект; противопожарное обеспечение; план реагирования; критически важные системы здания.

T. E. Naumova

«SMART» FIRE PROTECTION SYSTEM FOR BUILDINGS IN A SAFE CITY

The article discusses the use of artificial intelligence technologies in the field of fire safety engineering and “smart fire extinguishing”, presents methods for intelligent fire safety design based on artificial intelligence after its training using a large fire safety database, which will allow one to predict optimal system design conditions within a few seconds fire protection in order to minimize its cost.

Keywords: digitalization; artificial intelligence; fire protection; response plan; critical building systems.

Современная «умная» система противопожарной защиты здания способна объединить все пожарные сигнализации, детекторы дыма и даже информацию о давлении спринклерной системы пожаротушения. Такая система обеспечивает обнаружение пожара и оповещение на ранней стадии его развития. Однако с точки зрения предотвращения пожара, мониторинга места пожара, процесса эвакуации и спасения при пожаре существующая система противопожарной защиты может дать очень мало информации [1].

Кардинальному улучшению положения дел может способствовать создание так называемого «цифрового двойника здания». Он создается на основе информационной модели здания и включает в себя информацию обо всех датчиках и камерах системы. Цифровой двойник может создаваться как на этапе проектирования здания и сооружения, так и для большинства существующих зданий с использованием специального программного обеспечения и 3D-модели виртуальной реальности. Однако для бесперебойной работы этих технологий необходима унификация программного обеспечения, языков программирования и протоколов связи. После создания цифровой двойник может и должен регулярно обновляться за счет информации о произошедших изменениях, которые потенциально имеют риск возникновения пожара [2].

Благодаря информации в реальном времени, такой как данные датчиков температуры и камер наблюдения, предварительно обученный механизм искусственного интеллекта может быстро распознавать и визуализировать сцену пожара в цифровом двойнике. Затем эти данные передаются в облако и в систему искусственного интеллекта. Таким образом, как только искусственный интеллект получает данные о температуре в режиме реального времени, сопоставив данные с образцом, он может быстро распознать сценарий пожара. Такая информация далее передается и отображается на цифровом двойнике, что позволяет осуществлять мониторинг пожара в режиме реального времени [3].

В случае возгорания на основе информации от цифрового двойника составляются самые эффективные карты эвакуации и оптимальные схемы взаимодействия администрации здания с пожарными и другими экстренными службами [4].

Более сложные системы для более сложных зданий и инфраструктур могут быть встроены в существующую систему отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха и ее сенсорные сети, чтобы можно было отслеживать сцену пожара внутри здания даже за густым дымом в реальном времени с помощью модернизированной системы управления объектами здания.

Как только цифровой двойник пожара в здании будет построен и введен в эксплуатацию, механизм искусственного интеллекта сможет сделать еще один шаг вперед — спрогнозировать развитие пожара внутри здания, включая возможные взрывы, а также обрушение конструкции [5].

Чтобы на практике получить прогноз пожара в сверхкороткое время необходимо решить несколько проблем:

- разработать точный алгоритм прогнозирования пожара на основе искусственного интеллекта. Прогнозирование роста и распространения пожара представляет собой сложную нелинейную многомерную задачу пространственно-временного прогнозирования, аналогичную прогнозу погоды, включая прогноз скорости и направления ветра, температуры и загрязнения воздуха.

- Разработать «библиотеку» критических событий, полностью основанную на анализе больших данных и методах искусственного интеллекта. В ходе разработки цифрового двойника разрабатывается система моделирования на основе больших данных и связанные с ней алгоритмы искусственного интеллекта глубокого обучения для визуализации сцен пожаров. Механизм искусственного интеллекта может использовать существующий алгоритм глубокого обучения, но его структура и пользовательский интерфейс должны быть оптимизированы для применения прогноза пожаров. Благодаря достаточной фильтрации данных, извлечению признаков, прогнозному моделированию и оценке серьезности пожаров механизм искусственного интеллекта может в течение нескольких секунд обеспечить прогнозирование в режиме реального времени будущего места пожара, вероятность критических событий, таких как обрушение конструкций и перекрытие путей эвакуации. Такая информация будет передана в пожарный командный центр для поддержки принятия решений по тушению пожара и спасательным работам.

- Разработать и установить надежные сенсорные сети для сбора данных. Все датчики (например, термпары, камеры наблюдения, детекторы дыма) должны быть частью системы автоматизации зданий. Многие существующие датчики и сети можно использовать и модернизировать для интеграции в интеллектуальную систему пожаротушения. Например, существующая система

энергосбережения «умного дома» предполагает установку массивных датчиков температуры почти во всех комнатах для управления системой отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, чтобы обеспечить как комфортную среду в помещении, так и экономию энергии. Эти данные датчиков температуры также могут быть собраны и переданы в интеллектуальную систему пожаротушения. В случае пожара эти датчики могут автоматически переключаться в режим высокочастотного сбора и отправлять данные в модель искусственного интеллекта как для рендеринга сцены пожара, так и для прогноза пожара. Аналогичным образом, сеть камер видеонаблюдения, используемая в целях повседневной безопасности, может переключиться на модель чрезвычайной ситуации при пожаре для передачи информации о дыме и пожаре, эвакуации жилых домов и действиях пожарных обратно в облачный центр обработки данных в качестве входных данных модели искусственного интеллекта и повысить точность цифрового двойника пожарной безопасности.

Более продвинутые датчики, такие как инфракрасная камера, лазерный сканер, лидар, датчики газа могут быть установлены на объектах критической инфраструктуры (например, туннель, терминал аэропорта и т.д.) [6].

Для поддержки пожаротушения и спасательных операций необходима стабильная и самовосстанавливающаяся сеть связи между датчиками и цифровым двойником.

Проводную и беспроводную сенсорную систему, соединяющую сенсорную сеть и цифрового двойника, можно разделить на инфраструктурные сети и одноранговые сети. Обычно инфраструктурные сети представляют собой сети с фиксированными основными узлами маршрутизации, предназначенные для долгосрочного использования, которые должны быть спроектированы и установлены как часть системы инженерных коммуникаций здания. Поскольку пожар может случайно повредить существующую инфраструктуру, для передачи данных датчиков на месте пожара более подходящим выбором является специальная сеть BAS (Breach and Attack Simulation) [7]. В идеале каждый пожарный или дрон может быть оснащен интеллектуальным дозатором, наполненным небольшими беспроводными сенсорными узлами, которые можно разместить на месте пожара для создания временной сети. После развертывания навигационная система может точно локализовать себя, а также пожарного и попавших в ловушку людей.

Таким образом, объединив возможности прогнозирования возникновения и развития пожара с помощью искусственного интеллекта, использование самовосстанавливающихся датчиков и сети связи, можно на практике добиться интеллектуального пожаротушения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дьяченко И.А. Основные правила пожарной безопасности. - М.: Айриспресс, 2022. - 620 с.
2. Бостром Н. Искусственный интеллект. – М.: Мир, 2021. - 119 с.

3. Ложкин В.С. Памятка-инструкция для ответственного за обеспечение пожарной безопасности производственных помещений по выполнению возложенных на него ежедневных обязанностей. - М.: Безопасность труда и жизни, 2019. - 396 с.

4. Михайлов Ю.М. Пожарная безопасность в офисе. - М.: Альфа-пресс, 2018. - 262 с.

5. Гельман А.М. Пожарная безопасность в 2023: новейшие технологические тренды. Электронный ресурс. URL: <https://vc.ru/future/827102-pozharnaya-bezopasnost-v-2023-noveyshie-tehnologicheskie-trendy> (дата обращения: 29.10.2023)

6. Чернов Д.И. Внедрение цифровых технологий в пожарную безопасность. Электронный ресурс. URL: <https://www.secuteck.ru/articles/vnedrenie-cifrovyyh-tekhnologij-v-pozharnuyu-bezopasnost> (дата обращения: 19.11.2023).

7. Роль технологий в обеспечении пожарной безопасности: достижения в области программного обеспечения и оборудования для инспектирования. Электронный ресурс. URL: <https://techtrendspro.com/technology-in-fire-safety/> (дата обращения: 29.01.2024).

УДК 614

Нгуен Куок Минь

Университет пожарной безопасности, Министерство общественной безопасности
Вьетнама

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ НАРОДНЫХ ДВИЖЕНИЙ ПО ПРОФИЛАКТИКЕ ПОЖАРОВ И ПОЖАРОТУШЕНИЮ УЧРЕЖДЕНИЙ РАДИО И ТЕЛЕВИДЕНИЯ ВО ВЬЕТНАМЕ

В статье анализируется сложившаяся ситуация с построением противопожарного движения для всех учреждений радио и телевидения, тем самым предлагаются решения по повышению эффективности организации реализации в ближайшее время.

Ключевые слова: учреждения радио и телевидения; профилактика и борьба с пожарами; полиция; народное движение.

Nguyen Quoc Minh

IMPROVE THE EFFICIENCY OF THE WORK OF BUILDING A MOVEMENT FOR ALL PEOPLE ON FIRE PREVENTION AND FIRE FIGHTING OF RADIO AND TELEVISION ESTABLISHMENTS IN VIETNAM

The article analyzes the current situation of building a fire prevention and fighting movement for all radio and television establishments, thereby proposing solutions to improve efficiency in organizing implementation in the coming time.

Keywords: radio and television establishments; fire prevention and fighting; police; build a people's movement.

1. Introduction

Fire prevention and fighting plays an important role in ensuring the lives and health of people, protecting the assets of agencies, organizations and individuals, contributing to maintaining social order and safety and sustainable development of the country. In order to perform well the work of prevention and mobilize many people to participate in fighting fires and rescuing victims when fires occur, radio and television establishments are responsible for building a movement for all people to fire prevention and fighting, ensure to have a large, professional force on the spot, proactively deploying means to perform the task because within the first 3 minutes of the fire occurring, if not handled promptly, serious consequences will arise big fire.

According to statistics from the Police Department of Fire Prevention, Fighting and Rescue, Salvage, by the end of 2023, the whole country will have 72 radio and television establishments at the central level and in provinces and cities, directly managing instructions, professional 666 district-level radio and television facilities and 10,041 commune-level radio and television facilities, covering the whole country. The People's Public Security Force has proactively coordinated with 26 radio and television establishments to develop a fire prevention and fighting safety program, broadcast on the Voice of Vietnam radio once a week; 8 provincial radio and television broadcasting facilities 01 number/week and 17 provincial radio and television broadcasting establishments 01 number/month [2]. Broadcast fire prevention and fighting safety programs include the following contents: Reportage, news, guidance on subjects performing fire prevention and fighting work... according to the provisions of law [1], [3].

2. Current status of building a fire prevention and fighting movement among radio and television establishments

Building a movement for all people to prevent and fight fires contributes to proactively implementing this work in radio and television establishments in particular, at economic, cultural, social establishments and each household across the country in general. Although broadcast as above, the implementation of fire prevention and fighting safety programs of radio and television establishments depends entirely on the content of regulations in coordination with the Fire Prevention and Fighting Police unit let this force provide professional guidance. Specific implementation status:

- The work of building the fire prevention and fighting movement of all radio and television establishments through broadcast programs is not diverse, not rich, and does not evenly cover all radio and television establishments local. Although the

situation of fires and explosions at establishments and households across the country in general, and at radio and television establishments in particular, has many complicated developments, it is important for everyone and every home to strengthen their implementation fire prevention and fighting work. The survey shows that people search for information mainly on social networking sites, including accessing inaccurate information leading to mistakes in the process of implementing measures fire prevention and fighting methods [2].

- Reporters and editors of fire prevention and fighting safety programs in radio and television establishments have initially applied information technology in building a movement for all people to prevent and fight fires. Up to now, there are many community groups such as facebook, zalo... of radio and television establishments established to update fire prevention and fighting information to serve the development of fire prevention and fighting safety programs. Fire prevention and fighting police officers in charge of the area have instructed radio and television broadcasting facilities to establish community groups on social networks to propagate and disseminate fire prevention and fighting knowledge through various forms such as sending news, articles, introducing images of fire prevention and fighting... orienting the development of specialized programs on fire prevention and fighting safety [2]. However, there is not much bold innovation in program development by radio and television establishments.

- The organization and building of the fire prevention and fighting movement among radio and television establishments is not uniform, concentrated in a few large-scale establishments. The above statistical results show that there are still 46 central and provincial radio and television establishments, accounting for 63.89 %, that have not yet developed their own program on the topic of fire prevention and fighting to broadcast. However, it is also noted that 100 % of radio and television establishments annually deploy the building of an internal fire prevention and fighting movement for all people through propaganda sessions and practicing fire fighting plans according to regulations provisions of law [2], [1].

- The broadcast time of the program to build the fire prevention and fighting movement of all radio and television establishments is mainly carried out during office hours and on holidays, New Year, and all-people fire prevention day and firefighting (October 4)... However, statistical results show that about 10 % of broadcast programs are of low quality; Only 2 programs have been broadcast live, the rest are recorded and broadcast at a fixed time frame; Broadcasting advanced exemplary content and building the image of professional fire fighters is not abundant [2].

- There are many units in radio and television establishments that jointly carry out fire prevention and fighting work, but there is no effective coordination in building a movement for all people to prevent and fight fires. Specifically, there is the Grassroots Fire Prevention and Fighting Team, the Youth Union, the Women's Union... The departments have different main tasks but can all coordinate to carry out the tasks of propaganda and building a positive culture. The people's fire prevention

and fighting movement through coordination with functional departments to develop a fire prevention and fighting safety program contributes to the implementation of the program to build a fire prevention and fighting safety movement.

The causes of the above problems are: (1) The heads of radio and television establishments have not fully utilized their existing human resources and have not proactively implemented fire prevention and fighting safety programs that require specialized expertise deep subjects, picky viewers. (2) The selection of people and professional training in fire prevention and fighting is not for the right subjects and the quantity is not guaranteed, so many reporters and editors in radio and television establishments do not have full awareness enough about this work. (3) There is no direct, in-depth direction from central agencies in assigning tasks to the Fire Prevention and Fighting Police force to coordinate with radio and television facilities in developing prevention programs fire and fire fighting contribute to building a movement for all people to prevent and fight fires (4). There has been no investment in funding to build a movement for all people to prevent and fight fires in radio and television establishments. (5) Regulations for coordinating the implementation of the program to build a fire prevention and fighting movement for all people do not have a consensus on focal points and do not clearly stipulate coordination requirements in organizing implementation.

3. Some solutions to improve the effectiveness of building a fire prevention and fighting movement among radio and television establishments

In the coming time, Vietnam's economy is forecast to increasingly develop: New buildings and businesses will be built and renovated to meet the needs of the masses and their workplaces; Motorized means of transport are used more to meet travel needs... Therefore, it is necessary to pay attention from all levels and sectors, especially radio and television establishments to proactively build a global movement fire prevention and fighting people. To improve the effectiveness of building a fire prevention and fighting movement among radio and television establishments, it is necessary to solve some of the following basic issues:

Firstly, raise awareness about building a fire prevention and fighting movement for the heads of radio and television establishments, starting with guiding these establishments to organize their own practice of effective fire fighting plans use human resources and facilities equipped on site. To implement this content, members of the fire prevention and fighting team at radio and television facilities need to develop a fire fighting plan with the participation of many people, then disseminate it and then organize practice and request. Everyone participates in assigned tasks, using firefighting equipment on site to fight fires, save lives, and prevent fire spread.

Second, Directors of radio and television establishments proactively train editors and reporters to become fire prevention and fighting propagandists, with full knowledge and skills to build a movement for all people to fire prevention and fighting. Priority is given to those who have a passion for fire prevention and fighting and are responsible for assigned fire prevention and fighting work. After selecting

participants, Directors of radio and television facilities organize training for these subjects in general fire prevention and fighting knowledge and skills in building a movement for all people to fire prevention and fighting in particular, ensuring that each fire prevention and fighting propagandist can promote their expertise, develop programs to broadcast on radio and television as well as organize the implementation of fire prevention and fighting work in radio and television facilities and in their own homes.

Third, the Board of Directors of radio and television establishments shall closely direct the building of the all-people fire prevention and fighting movement of radio and television establishments in the direction of: Diversifying and enriching forms of implementation about content. Assign tasks to each editor and reporter to develop program ideas, apply information technology in implementing the program to serve the requirements of building a movement for all people to prevent and fight fires, and on that basis choose The content of building a movement for all people to prevent and fight fires reaches each person, each establishment, each household with concise content, suitable for each type of object, ensuring that each person proactively carries out fire prevention work and fire fighting, especially in case of an incident.

Fourth, perfect the regulations to ensure the material of the fire safety program to contribute to building a movement for all people to prevent and fight fires. To build a fire prevention and fighting safety program, radio and television establishments need to invest funds such as hiring workers, purchasing materials, hiring trainers... assigned units Develop a program and clarify the cost of implementing each program, especially those that conduct experiments, practice fires, and evaluate the consequences caused by fires. Therefore, the Board of Directors of radio and television establishments pay attention to investing funds to ensure the quality of each program broadcast. For the program to be truly effective in building a movement for all people to prevent and fight fires, it needs to be more diverse in its broadcast time frame, including broadcasting during office hours and outside of office hours, including necessary programs broadcast during «media prime time».

Fifth, the Fire Prevention and Fighting Police force proactively coordinates professional fire prevention and fighting training for editors and reporters of radio and television establishments, working towards the goal of each broadcasting establishment radio and television develop a fire prevention and fighting safety program to broadcast 01 issue/week. The People's Public Security force, especially the Fire Prevention and Fighting Police force and the Board of Directors of radio and television establishments, gather and build a team of officials, provide professional training in fire prevention and fighting, guide them in implementing fire prevention and fighting safety programs and at the same time guide organizations to build a movement for all people to prevent and fight fires.

4. Conclusion

Radio and television facilities are an important part of a country's press system, where current news and programs are broadcast to the system. To well implement the all-people fire prevention and fighting movement, the People's Public Security force coordinates with radio and television establishments to train editors and reporters to perform fire prevention and fighting tasks fire at the facility and is also a propagandist to build a movement for all people to prevent and fight fires through developing programs to broadcast at these facilities.

References

1. Government (2020), Decree No. 136/2020/ND-CP dated November 24, 2020 detailing a number of articles and measures to implement the Law on Fire Prevention and Fighting and the Law on Amendments and Supplements Some articles of the Law on Fire Prevention and Fighting, Hanoi.
2. Police Department of Fire Prevention, Fighting and Rescue, Salvage (2023), Annual work summary report, from 2014 to 2023, Hanoi.
3. National Assembly (2001), Law on fire prevention and fighting, Hanoi.

УДК 614

Нгуен Минь Тан

Университет пожарной безопасности, Министерство общественной безопасности
Вьетнама

РЕШЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ БОЛЬНИЦЫ, СОДЕЙСТВУЮЩИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Во Вьетнаме строится и вводится в эксплуатацию все больше государственных больниц, однако в учреждениях такого типа случались серьезные пожары. В данной статье оценивается текущая ситуация и предлагаются некоторые решения по повышению эффективности работы Массовой группы по предотвращению и тушению пожаров, способствующие обеспечению пожарной безопасности.

Ключевые слова: массовая группа по предотвращению и борьбе с пожарами; больница; профилактика и борьба с пожарами.

Nguyen Minh Tan

SOLUTIONS TO IMPROVE OPERATIONAL EFFICIENCY OF THE FIRE PREVENTION AND FIGHTING TEAM AT THE HOSPITAL CONTRIBUTING TO ENSURE FIRE PREVENTION AND FIGHTING

More and more public hospitals in Vietnam are being built and put into operation, but serious fires still occur in this type of facility. This article evaluates the current situation and proposes some solutions to improve the operational efficiency of the grassroots fire prevention and fighting team, contributing to ensuring fire prevention and fighting safety.

Keywords: grassroots fire prevention and fighting team; hospital; fire prevention and fighting.

1. Introduction

According to the report of the Police Department of Fire Prevention, Fighting and Rescue, Salvage, by the end of 2023, the country will have 1,240 public hospitals, including 47 central hospitals, 22 hospitals belonging to ministries, 433 provincial hospitals, 738 district hospitals, established records of monitoring and management of fire prevention and fighting [3]. All hospitals have established grassroots fire prevention and fighting teams as prescribed in Clause 2, Article 1 of the Law amending and supplementing a number of articles of the Fire Prevention and Fighting Law [2], currently there are 1,240 Teams, including 30,738 people, of which 17,649 people, accounting for 57.42 %, are hospital staff, while 13,089 people, accounting for 42.58 %, are staff in contract service departments such as cleaning, security... [3]. During the period from 2014 to 2023, there were 52 hospital fires nationwide. The hospital's fire prevention and fighting force deployed 11 cases, accounting for 21.15 % of the fires that occurred, cooperated with the Fire Prevention and Fighting Police force to extinguish 41 cases, accounting for 78.85 % of the number of fires that occurred, reflecting the lack of initiative and capacity to perform the tasks of this force.

When a fire occurs, if the basic fire prevention and fighting force of the hospital deploys fire fighting promptly, extinguishing the fire is extremely convenient because this force exploits the fire prevention and control equipment system well on-site firefighting to prevent fire spread and smoke escape, coordinating with the Fire Prevention and Fighting Police force to guide and scout the fire. Therefore, along with the development of the hospital, it is necessary to advise to improve the law as well as the procedures and tasks in organizing and implementing fire prevention and fighting activities of this force.

2. Current status of operations of the hospital's Grassroots fire prevention and fighting team

Currently, the activities of the hospital fire prevention and fighting force include the tasks specifically stipulated in Article 45 of the Fire Prevention and Fighting Law: Proposing the promulgation of safety regulations and rules on fire prevention and fighting; Organize propaganda and dissemination of fire prevention and fighting laws and knowledge; Building a mass movement to participate in fire prevention and fighting; Inspect and urge compliance with safety regulations and rules on fire prevention and fighting; Organize training and fostering of fire

prevention and fighting skills; Develop plans, prepare forces and means and perform firefighting tasks when a fire occurs; Participate in firefighting at localities and other facilities when required [1].

The implementation of hospital fire prevention and fighting activities by the grassroots fire prevention and fighting force has achieved certain results in recent times. Specifically, according to the report, 100 % of hospitals have issued regulations and rules on fire prevention and fighting, and disseminated them to those who come for examination, treatment. Inspecting and urging the implementation of safety regulations and rules on fire prevention and fighting are paid attention to and implemented by each member of the hospital's fire prevention and fighting team. 100 % of hospitals organize training and professional development, of which 100 % of grassroots fire prevention and fighting team members are granted fire protection training certificates [3].

Besides the results achieved above, the fire prevention and fighting activities of the hospital's Grassroots fire prevention and fighting team still have some shortcomings and limitations. Specifically, there is no regulation that hospitals with over 2,000 beds, hospitals with schools that train students, etc. must establish specialized fire prevention and fighting teams. The fire prevention and fighting expertise of members of the hospital's fire prevention and fighting team is still limited, lacking people with in-depth expertise in operating and managing the hospital's fire prevention and fighting technical system; The hospital's staff, especially the number of doctors, is not much involved [2].

The cause of the above situation is mainly due to: (1) Legal provisions regulating the establishment and maintenance of operations of grassroots fire prevention and fighting teams and specialized fire prevention and fighting teams are incomplete, lack of rigor and unsuitability for subjects subject to state management of fire prevention and fighting, which are hospitals; Criteria for evaluating the quality of operations of the fire prevention and fighting team at hospital facilities are incomplete and inappropriate. (2) The hospital Board of Directors, the Fire Prevention and Fighting Police force, the People's Committees at all levels, ministries and branches at times and in some places have not yet fully implemented their responsibilities in ensuring the operations of the force fire prevention and fighting at hospital facilities. (3) The performance of responsibilities of the Head of the Fire Prevention and Fighting Team at the hospital facility is incomplete, unclear, and there are no standards requiring professional fire prevention and fighting. (4) The statistical criteria for fire prevention and fighting information to be logged into the national fire prevention and fighting data system has not been completed as a basis for the hospital's fire prevention and fighting team to connect and access, organize, implement and learn positive, meaningful content suitable for the hospital.

3. Some solutions to improve the operational efficiency of the hospital's Grassroots fire prevention and fighting team in the coming time

In the coming time, to improve the effectiveness of fire prevention and fighting activities of the hospital's Grassroots fire prevention and fighting team, the following solutions need to be implemented:

Firstly, it is necessary to amend and supplement regulations on the establishment and responsibilities of fire prevention and fighting activities of the Grassroots fire prevention and fighting team. Specifically, it is proposed to amend and supplement the regulations on the responsibilities of the grassroots fire prevention and fighting team in Article 45 of the Law on fire prevention and fighting in the direction of: Helping the head of the facility perform the management of fire prevention and fighting; Propose promulgation of rules and regulations on fire prevention and fighting; Implement measures and solutions on fire prevention and fighting; Propagate and disseminate laws and knowledge about fire prevention and fighting, build a movement for all people to prevent and fight fires; Carry out fire prevention and fighting inspections; Participate in training and fostering fire prevention and fighting skills; Create, practice and participate in firefighting drills; Organize fire fighting activities when incidents occur within the scope of management and when mobilized; Carry out statistical work, preliminary and final reviews of fire prevention and fighting activities.

Amending and supplementing regulations on the number of members of grassroots fire prevention and fighting teams, including hospitals, towards establishing grassroots fire prevention and fighting teams with a minimum number of 5 members, per shift. There are at least 2 people on duty, the next number of team members is selected based on the number of hospital beds, for every 10 beds in a treatment department or each department, the operations department arranges 2 additional team members, selected from the personnel are working in that floor area. Priority is given to selecting team members who have professional jobs directly related to fire prevention and fighting activities and enthusiastically participate. For hospitals with over 2,000 beds or high-rise hospitals, a specialized fire prevention and fighting team must be established.

Proposing the Ministry of Public Security to issue a Circular stipulating criteria for evaluating fire prevention and fighting activities of hospital's Grassroots fire prevention and fighting team. Some evaluation criteria for the activities of the hospital's Grassroots fire prevention and fighting team, such as: Completion of the fire prevention and fighting regulations system; Building a movement for all people to prevent and fight fires; Implementation of self-inspection regime on fire prevention and fighting; the development of fire fighting plans; Completion of construction targets and development of human resources participating in fire prevention and fighting activities... In addition to mandatory criteria, there are additional criteria, such as: Application of information technology; Practical effectiveness in practicing firefighting plans; Maintain a permanent regime to ensure quick and effective handling of situations when a fire occurs; Participating in sports festivals fire

prevention and fighting...

Second, enhance the responsibility of the Board of Directors, the Fire Prevention and Fighting Police force, the People's Committees at all levels, ministries and branches in maintaining the fire prevention and fighting force at hospital facilities to carry out activities fire prevention and fighting, such as: Pay attention and attach importance to building on-site fire prevention and fighting forces; Enhance responsibility in equipping fire prevention and fighting equipment; Ensure funding to maintain fire prevention and fighting activities; Provide professional guidance on fire prevention and fighting and professional knowledge to members of the grassroots fire prevention and fighting team; Promulgate documents regulating hospital fire prevention and fighting activities. Coordinate interdisciplinary fire prevention and fighting inspection; Exemplary model for implementing fire prevention and fighting activities of grassroots fire prevention and fighting forces; Strictly handle violations of fire prevention and fighting regulations; Organize sports festivals and fire prevention and fighting competitions; Organize practice exercises on hospital firefighting plans at all levels to ensure readiness to fight fires, rescue victims as well as improve the understanding of local fire prevention and fighting forces.

Third, improve the fire prevention and fighting capacity of the Head of the hospital's Grassroots fire prevention and fighting team. First of all, it is a mandatory regulation that the Head of the Grassroots fire prevention and fighting team must have a certificate of training in fire prevention and fighting knowledge as prescribed in Article 43, Decree No. 136/2020/ND-CP ; Each individual Team Leader must improve their proactiveness in receiving documents on fire prevention and fighting, evaluate the situation of fire prevention and fighting activities and fire prevention and fighting requirements for hospitals and communities while developing an implementation plan... Captain of the hospital's Grassroots fire prevention and fighting team applies information technology in maintaining the team's fire prevention and fighting activities, organizing the implementation of regular activity plans, periodic; Proactively resolve unexpected situations that arise. The Head of the hospital's Grassroots fire prevention and fighting team deploys the tasks of the hospital base fire prevention and fighting force, such as: Organizing training and fostering fire prevention and fighting knowledge, especially for the fire prevention and fighting teams new pellets; Simulate fire situations in all locations and floors in hospitals and practice organizations; Coordinate with units and forces in the hospital to practice fire situations.

Fourth, apply information technology, build a complete and unified database on hospital fire prevention and fighting. The grassroots fire prevention and fighting team fully updates information, including shift information, the capacity of the grassroots fire prevention and fighting team members, and the results of fire prevention and fighting activities to the system information storage system proves the organization and implementation of this work at the hospital. In addition, the hospital's fire prevention and fighting team can exploit information and learn experiences about fire prevention and fighting from other hospitals that are

appropriate and meaningful to their own hospital, from there, apply and propose solutions to improve the effectiveness of fire prevention and fighting activities.

4. Conclusions

Grassroots fire prevention and fighting forces at hospitals clearly demonstrate the role of «fighting small, destroying early» in fire prevention and fighting. Therefore, choosing the right people, adequate training, and strict regulations help this force proactively prevent and be ready to fight fires when an incident occurs.

References

1. National Assembly (2001), Law on fire prevention and fighting, Hanoi.
2. National Assembly (2013), Law amending and supplementing a number of articles of the Law on Fire Prevention and Fighting, Hanoi.
3. Police Department of Fire Prevention, Fighting and Rescue, Salvage, Annual Work Summary Report, from 2014 to 2023, Hanoi.

УДК 004.9:519.23+614.849

А. Н. Петров

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КОЛИЧЕСТВА ПОЖАРОВ В РЕГИОНАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Проведен сравнительный анализ рядов динамики годового и ежемесячного количества пожаров за десятилетний период трех высоко урбанизированных регионов (Ивановская, Владимирская и Ярославская области), входящих в Центральный федеральный округ, и самого Центрального федерального округа. Сравнительный анализ динамики количества пожаров в регионах Центрального федерального округа показал ограниченность применения модели, полученной для прогнозирования ежемесячного количества пожаров в конкретном регионе, для успешного использования в любом регионе Центрального федерального округа.

Ключевые слова: пожары; пожарная безопасность региона; временной ряд; динамика, анализ.

A. N. Petrov

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF THE NUMBER OF FIRES IN THE REGIONS OF THE CENTRAL FEDERAL DISTRICT

A comparative analysis of the dynamics of the annual and monthly number of fires over a ten-year period of three highly urbanized regions (Ivanovo, Vladimir and Yaroslavl regions) included in the Central Federal District, and the Central Federal District itself, was carried out. A comparative analysis of the dynamics of the number of fires in the regions of the Central Federal District showed the limitations of using the model obtained to predict the monthly number of fires in a specific region for successful use in any region of the Central Federal District.

Keywords: fires; regional fire safety; time series; dynamics; analysis.

Прогнозирование с достаточной точностью количества пожаров в регионе является необходимостью при принятии управленческих решений в области обеспечения пожарной безопасности. Источником информации для получения прогноза количества пожаров на конкретной территории Российской Федерации является ряд динамики прогнозируемого показателя за достаточно протяженный интервал времени.

Результаты работы [2] свидетельствуют о том, что большинство отечественных авторов в качестве объекта исследования выбирают ряд динамики количества пожаров в конкретном регионе с шагом в 1 год, и получают прогнозы анализируемого показателя на горизонт в 1–2 шага. Более существенный практический интерес в управлении пожарной безопасностью региона представляет анализ ряда динамики ежемесячного количества пожаров и прогнозирования на перспективу до 12 месяцев.

Ряд динамики ежемесячного количества пожаров в конкретном регионе является результатом реализации случайных процессов. Анализ конкретного ряда динамики сводится к определению его свойств и выводов о количественном вкладе каждого из стохастических процессов в итоговый результат.

В структуре ряда динамики выделяют пять составляющих [1]:

1. Тренд – монотонно изменяющаяся компонента, которая определяется влиянием факторов долговременного действия.

2. Сезонная компонента временного ряда учитывает влияние на величину уровня в конкретный момент времени сезонных (природно-климатических) характеристик региона.

3. Циклическая составляющая ряда динамики учитывает влияние факторов, которые действуют в течении нескольких лет.

4. Автокорреляция – корреляционная связь между уровнями ряда динамики.

5. Стохастическая компонента.

Следует отметить, что первые три составляющие структуры ряда динамики являются детерминированными величинами.

В работах [3–6] проведен анализ рядов динамики ежемесячного количества пожаров за десятилетний период трех высоко урбанизированных регионов (Ивановская, Владимирская и Ярославская области), входящих в Центральный федеральный округ, и самого Центрального федерального округа. Проведенный анализ показал, что для всех четырех регионах в рядах динамики

ежемесячного количества пожаров отсутствует автокорреляция и присутствуют остальные четыре компонента.

Широкое применение в современной науке получил системный анализ и системный подход. С точки зрения системного подхода, система региона может рассматриваться как подсистема системы Центрального федерального округа, в который входит Ивановская, Ярославская и Владимирская области. Исходя из этой посылки, можно выдвинуть гипотезу о том, что математическая модель, адекватно описывающая динамику количества пожаров в конкретном регионе, можно использовать для прогнозирования количества пожаров в другом регионе, входящем в федеральный округ, либо для федерального округа в целом. Такая модель была получена в работе [7]. Она позволила адекватно описать ряд динамики ежемесячного количества пожаров в Ивановской области и получить прогноз указанного показателя на перспективу до 11 месяцев с точностью не ниже 90 %.

Подтвердить или опровергнуть указанную гипотезу можно с помощью сравнительного анализа динамики количества пожаров в регионах. Для анализа выбраны высоко урбанизированные регионы, находящиеся в сходных климатических условиях.

Цель работы: проведение сравнительного анализа рядов динамики ежемесячного количества пожаров в Центральном федеральном округе, Ивановской, Ярославской и Владимирской областях.

Ряды динамики годового и ежемесячного количества пожаров в Ивановской, Владимирской, Ярославской областях и Центральном федеральном округе построены по официальным статистическим данным из работ [8–11].

Динамика годового количества пожаров в анализируемых регионах приведена на рис. 1.

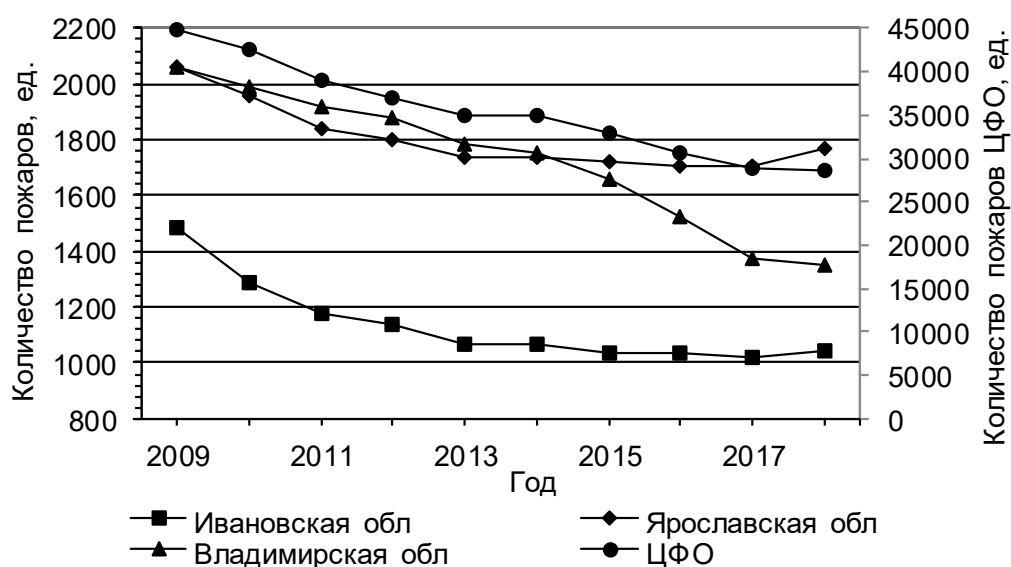


Рис. 1. Динамика количества пожаров в регионах за 10 лет

На рис.1 видно, что динамика годового количества пожаров в регионе описывается довольно гладкой и монотонной функцией. Сезонная компонента отсутствует. Основной вклад в вариацию уровней временных рядов вносят тренд и циклическая компонента.

На рис. 2 приведена динамика ежемесячного количества пожаров в Ивановской области за 10 лет. Аналогично ведут себя и ряды динамики ежемесячного количества пожаров во всех анализируемых регионах [3–6].

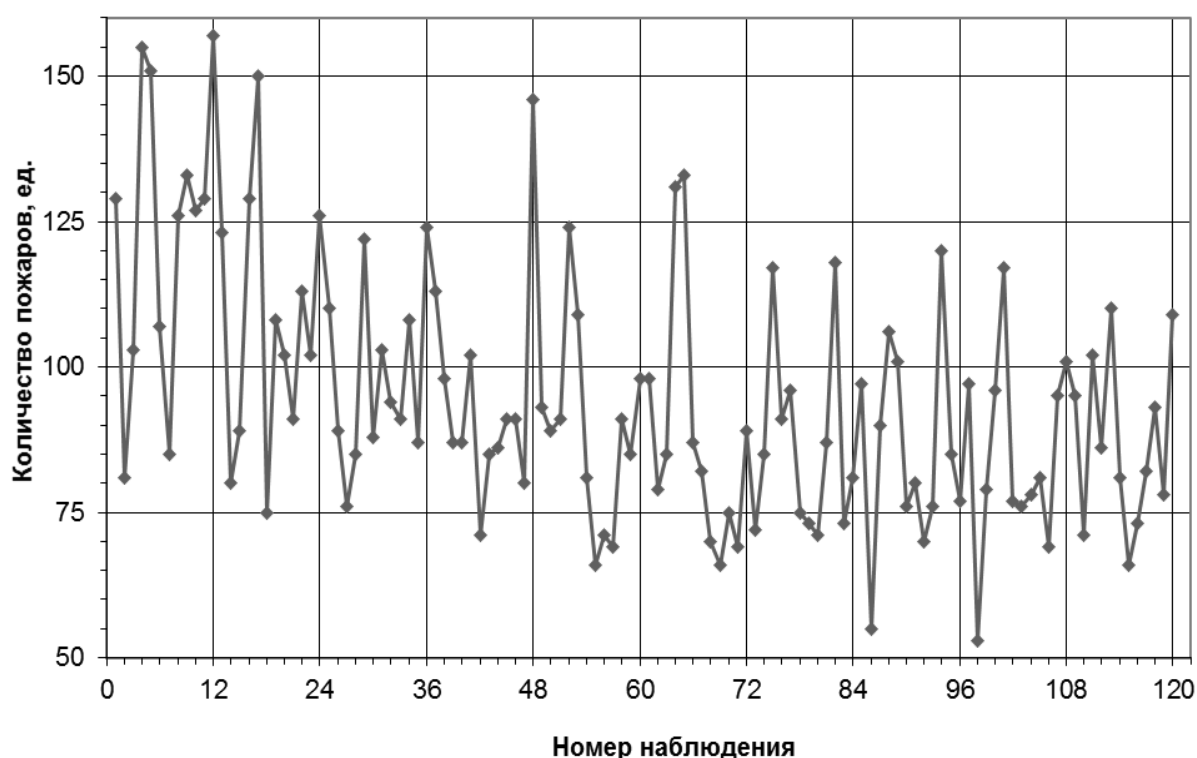


Рис. 2. Динамика ежемесячного количества пожаров в Ивановской области за 10 лет

Результаты корреляционного анализа динамики годового и ежемесячного количества пожаров в анализируемых регионах приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Корреляционная матрица динамики годового количества пожаров в регионах Центрального федерального округа за 10 лет

Регион	ЦФО	Ивановская обл.	Ярославская обл.	Владимирская обл.
ЦФО	1			
Ивановская обл.	0,913	1		
Ярославская обл.	0,898	0,987	1	
Владимирская обл.	0,964	0,787	0,757	1

Таблица 2. Корреляционная матрица динамики ежемесячного количества пожаров в регионах Центрального федерального округа за 10 лет

Регион	ЦФО	Ивановская обл.	Ярославская обл.	Владимирская обл.
ЦФО	1			
Ивановская обл.	0,774	1		
Ярославская обл.	0,593	0,594	1	
Владимирская обл.	0,873	0,703	0,545	1

Как видно из табл. 1, коэффициенты парной корреляции динамики годового количества пожаров в регионах достаточно велики, чтобы подтвердить выдвинутую выше гипотезу. Для прогнозирования количества пожаров на краткосрочную перспективу можно использовать двухкомпонентные математические модели, имеющие сходные спецификации. Однако, исходя из данных, приведенных в табл. 2, следует, что гипотезу необходимо применять избирательно, если это касается динамики ежемесячного количества пожаров в регионах. Выпадает из общих тенденций Ярославская область с коэффициентами парной корреляции меньше 0,6. Это свидетельствует о том, что ряд динамики ежемесячного количества пожаров в Ярославской области имеет структуру, отличающуюся от других областей Центрального федерального округа.

Предложенная в работе [7] математическая модель ARIMA (0,1,1) (0,1,1) позволила прогнозировать ежемесячное количество пожаров в Ивановской области на среднесрочную перспективу с относительной погрешностью, не превышающей 10 %. Подобную модель можно использовать для прогнозирования пожаров после адаптации модели к реалиям конкретного региона.

Сравнительный анализ динамики количества пожаров в регионах Центрального федерального округа показал:

1. Для прогнозирования ежегодного количества пожаров в регионах на краткосрочную перспективу (1–2 года) можно использовать двухкомпонентную модель ряда динамики количества пожаров в конкретном регионе.

2. Для прогнозирования ежемесячного количества пожаров в регионах на перспективу до 12 месяцев необходимо использовать четырехкомпонентную модель ряда динамики количества пожаров в конкретном регионе.

3. Ограниченность применения модели, полученной для прогнозирования ежемесячного количества пожаров в конкретном регионе, для успешного использования в любом регионе Центрального федерального округа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев В. Н., Юзбашев М. М. Анализ временных рядов и прогнозирование. М.: Финансы и статистика, 2001. 228 с.
2. Петров А. Н., Разводов М. А. Прогнозирование количества чрезвычайных ситуаций в связи с пожарами в обеспечении пожарной безопасности региона // Сетевое издание электронного журнала «Пожарная и аварийная безопасность» №3. 2020. С. 33-39.
3. Петров А. Н. Анализ динамики количества пожаров в Ивановской области // 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. С. 343-348.
4. Петров А. Н. Анализ динамики количества пожаров во Владимирской области // Актуальные вопросы естествознания: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Иваново, 23 марта 2021 года. Иваново: ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. С. 303-309.
5. Петров А. Н. Анализ динамики количества пожаров в Ярославской области // Актуальные вопросы естествознания: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 31 марта 2022 года – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. С. 723-733.
6. Петров А. Н. Анализ динамики количества пожаров в Центральном федеральном округе // Пожарная и аварийная безопасность XVII Международная научно-практическая конференция «Пожарная и аварийная безопасность», посвященная 90-й годовщине образования гражданской обороны. 24 ноября 2022 г. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2022. С. 146-153.
7. Петров А. Н. Прогнозирование количества пожаров в регионе // Современные проблемы гражданской защиты. 2021. №4. С. 94-102.
8. Пожары и пожарная безопасность в 2009 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Н. П. Копылова. М.: ВНИИПО, 2010. 135 с.
9. Пожары и пожарная безопасность в 2012 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В. И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2013. 137 с.
10. Пожары и пожарная безопасность в 2015 году: Статистический сборник. Под общей редакцией В. И. Климкина. М.: ВНИИПО, 2016. 124 с.
11. Пожары и пожарная безопасность в 2018 году: Статистический сборник. Под общей редакцией Д. М. Гордиенко. М.: ВНИИПО, 2019. 125 с.

УДК 614.84

*О. В. Стрельцов, А. А. Кондашов, Е. В. Бобринев, Е. Ю. Удавцова,
Т. А. Шавырина*
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ОЦЕНКА РИСКОВ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Преобразована стандартная формула оценки вероятности воздействия опасных факторов пожара на людей с целью оптимизации организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности предприятия. Оценены риски возникновения пожара и гибели людей при пожаре по отраслям производства.

Ключевые слова: пожар; производственный объект; гибель; риск; профилактика пожаров.

*O. V. Streltsov, A. A. Kondashov, E. V. Bobrinev, E. Yu. Udavtsova,
T. A. Shavyrina*

ASSESSMENT OF FIRE HAZARD RISKS AT PRODUCTION FACILITIES OF THE RUSSIAN FEDERATION

The standard formula for assessing the probability of exposure to dangerous fire factors on people has been transformed in order to optimize organizational measures to ensure fire safety of an enterprise. The risks of fire and loss of life in a fire by industry are assessed.

Keywords: fire; production facility; death; risk; fire prevention.

Введение

В 2022 году в Российской Федерации в зданиях производственного назначения произошло 1949 пожаров, что составило 0,55 % от всех случаев пожаров [1]. Однако по скорости тепловыделения, размеру площади горения, размеру ущерба и зоне воздействия такие пожары имеют большое значение по сравнению с другими случаями пожаров, в частности прямой материальный ущерб от пожаров в зданиях производственного назначения составил 20 % ущерба от всех случаев пожаров [1]. Поэтому следует считать необходимым широкое исследование пожаров на производственных объектах.

В настоящей работе изучены показатели обстановки с пожарами и оценены пожарные риски на объектах производственного назначения в отдельных отраслях производства Российской Федерации на основе статистической информации за 2020–2021 гг. [2, 3].

Изложение основного материала исследования

В соответствии с [4] для эксплуатируемых зданий (сооружений) вероятность воздействия опасных факторов пожара на людей рекомендовано оценивать по отношению числа жертв пожара к общему количеству людей, находящихся в здании (сооружении).

$$Q_B = \frac{n \cdot M_{\text{ж}}}{T \cdot N_o} \quad (1)$$

где n — коэффициент, учитывающий пострадавших людей;

T — рассматриваемый период эксплуатации однотипных зданий (сооружений), год;

$M_{\text{ж}}$ — число жертв пожара в рассматриваемой группе зданий (сооружений) за период T ;

N_o — общее число людей, находящихся в зданиях (сооружениях)».

На наш взгляд представляется целесообразным по аналогии с положениями в [5], где авторы предлагают относить число жертв к общему числу рискующих, преобразовать приведенную формулу (1) на 3 составляющие:

$$R_{ki} = f_k \cdot f_i \cdot r_{ki} \quad (2)$$

где R_{ki} — риск гибели от пожаров в течении года k -го индивида на i -ом предприятии (отрасли), год^{-1} ;

f_k — вероятность присутствия k -го индивида на территории производственного объекта, безразм. В [4] для производственного персонала долю времени, при которой реципиент подвергается опасности рекомендуется оценивать величиной 0,22.

f_i — риск возникновения пожара на территории i -го производственного объекта, год^{-1} ;

r_{ki} — условный риск гибели k -го индивида на i -ом предприятии (отрасли) при реализации пожара, безразм.

Предлагается оценивать вероятность присутствия персонала на территории производственного объекта исходя их 40-часовой рабочей недели; риск возникновения пожара по частоте пожаров на i -ом предприятии по (среднее количество пожаров в отрасли в расчете на 1 предприятие и на 1 год); условный риск гибели на i -ом предприятии при реализации пожара по отношению количества погибших при пожарах в отрасли к количеству рискующих, которое в свою очередь определять по сумме погибших, спасенных и эвакуированных при пожарах:

$$r_{ki} \frac{N_g}{N_g + N_s + N_e} \quad (3)$$

где N_g — количество погибших при пожарах людей на i -ом предприятии (отрасли) за рассматриваемый период времени (например, 1 год), чел.;

N_s — количество спасенных при пожарах людей на i -ом предприятии (отрасли) за рассматриваемый период времени (например, 1 год), чел.;

N_e — количество эвакуированных при пожарах людей на i -ом предприятии (отрасли) за рассматриваемый период времени (например, 1 год), чел.;

Подобное преобразование целесообразно, поскольку организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности предприятия (отрасли) различаются для профилактики пожаров и при тушении пожаров и спасении людей при реализации пожара. При таком подходе система управления пожарным риском на предприятии (отрасли) в зависимости от количественной оценки пожарного риска может внести соответствующие изменения в систему безопасности объекта защиты для нейтрализации недопустимого риска.

На рис. 1 представлено распределение количества пожаров в расчете на 100 предприятий по отраслям производства.

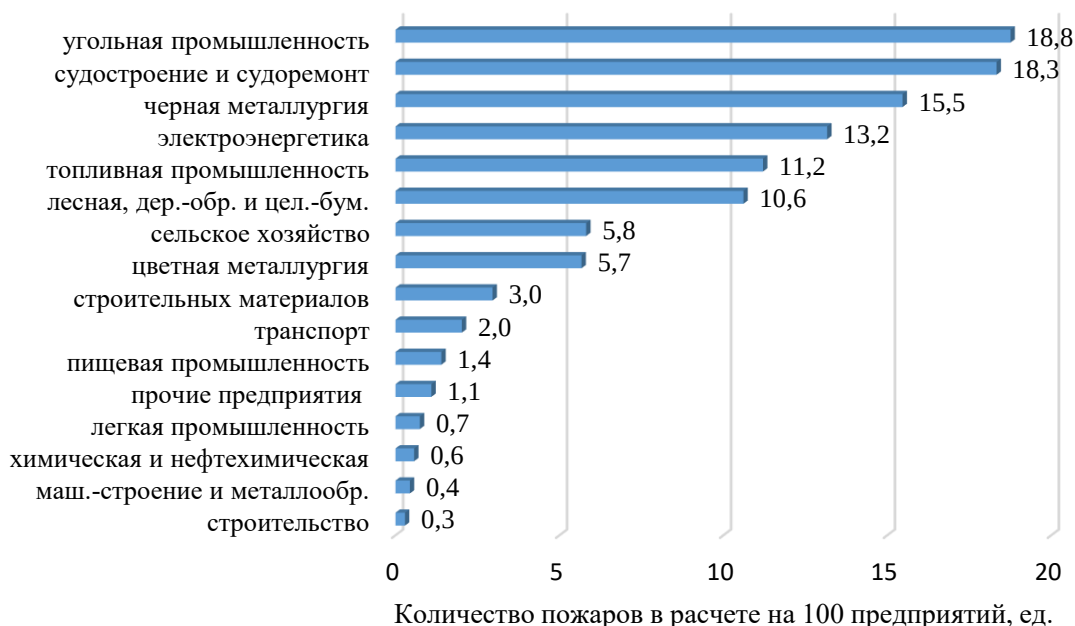


Рис. 1. Распределение количества пожаров в расчете на 100 предприятий по отраслям производства

Как видно из рисунка, наиболее часто происходят пожары в угольной промышленности — в среднем 18,8 пожаров на 100 предприятий, на предприятиях судостроения и судоремонта — 18,3 пожара, на предприятиях черной металлургии 15,5 пожаров. Самая низкая частота пожаров на предприятиях строительной отрасли — в среднем 3 пожара на 1000 предприятий, на предприятиях машиностроения и металлообработки — 4 пожара на 1000 предприятий, в химической и нефтехимической отрасли — 6 пожаров на 1000 предприятий.

На рис. 2 приведено распределение доли погибших при пожарах людей от общего количества эвакуируемых, спасенных и погибших людей по предприятиям разных отраслей производства.

Из рисунка видно, что наибольшая вероятность погибнуть при пожаре у персонала сельскохозяйственных предприятий — в среднем погибает 142 человека из 1000 рискующих. На предприятиях (организациях) строительства из 1000 рискующих погибают 78 человек, а на предприятиях судостроения и судоремонта — 72 человека. Наименьшая вероятность погибнуть при пожаре у персонала предприятий легкой промышленности — здесь погибает только 1 человек из 1000 рискующих, и на предприятиях пищевой промышленности и цветной металлургии — по 2 человека из 1000 рискующих.

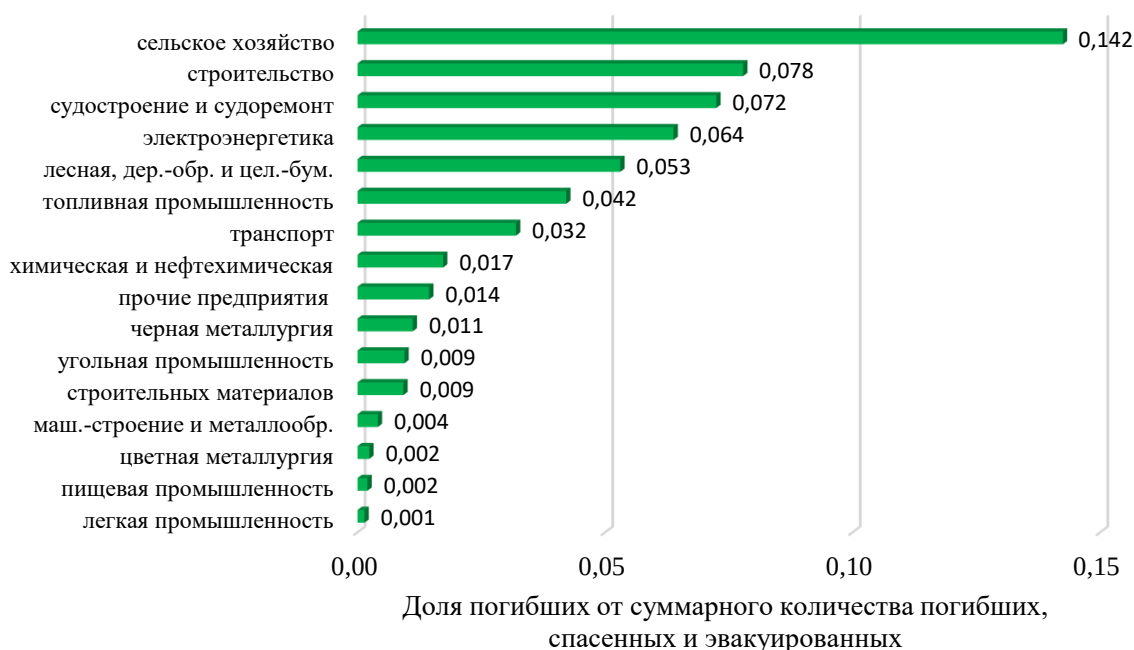


Рис. 2. Распределение доли погибших при пожарах людей от общего количества погибших, спасенных и эвакуированных по отраслям производства

На рис. 3 представлено распределение риска гибели при пожаре по отраслям производства, рассчитанного по формуле (2).

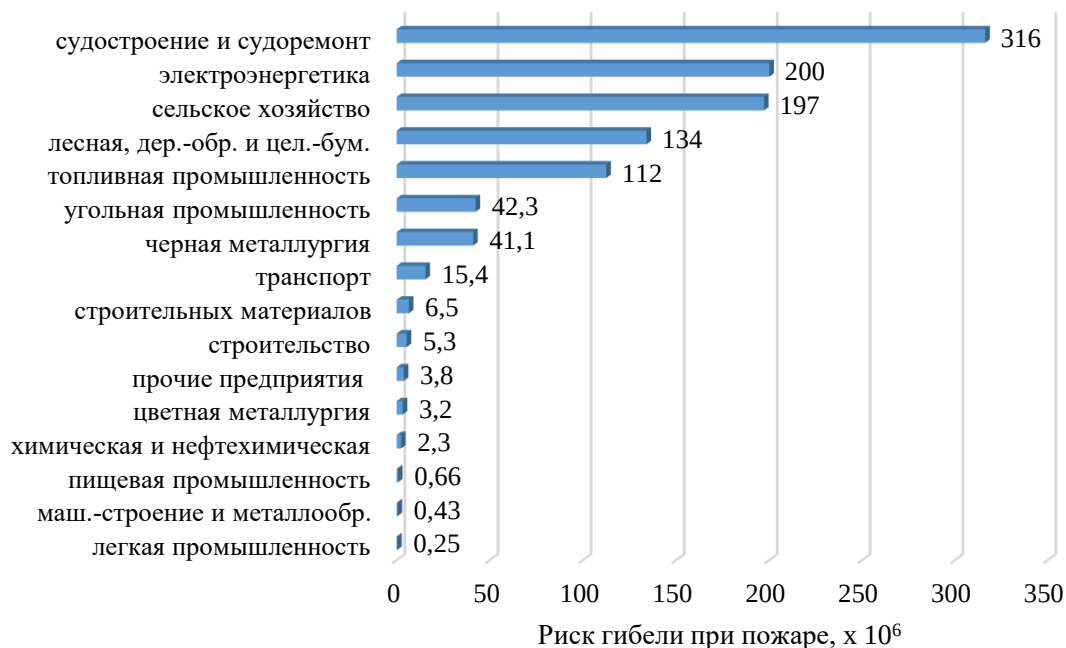


Рис. 3. Распределение риска гибели при пожаре по отраслям производства

Как видно из рисунка, наиболее высокий риск гибели при пожаре получен для предприятий судостроения и судоремонта — $13,3 \cdot 10^{-4}$, на предприятиях энергетики — $8,4 \cdot 10^{-4}$ и на предприятиях сельского хозяйства — $1,97 \cdot 10^{-4}$. Риск гибели при пожаре меньше 10^{-6} получен для предприятий легкой промышленности — $0,25 \cdot 10^{-6}$, машиностроения и металлообработки — $0,43 \cdot 10^{-6}$, пищевой промышленности — $0,66 \cdot 10^{-6}$.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Эффективность профилактики пожаров определяется качеством проектирования промышленных предприятий, зданий и сооружений, а также контролем за соблюдением пожарных норм, правил и требований пожарной безопасности. Подобный контроль может осуществляться как личным составом профессиональных объектовых подразделений пожарной охраны, так и добровольной пожарной охраной либо специалистами в области охраны труда. Предлагается, используя элементы риск-ориентированного подхода, организовать профилактику пожаров на предприятии в зависимости от величины риска возникновения пожара на территории производственного объекта:

- при высоком риске — силами профессиональных объектовых подразделений пожарной охраны;
- при среднем риске — силами добровольных подразделений пожарной охраны;
- при низком риске — специалистами в области охраны труда.

Использование такого подхода позволят минимизировать вероятность возникновения пожаров и взрывов на промышленных предприятиях.

Создание и ресурсы подразделений пожарной охраны для тушения пожаров и спасения людей также необходимо поставить в зависимости от величины риска гибели от пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пожары и пожарная безопасность в 2022 году: информ.- аналитич. сб. Балашиха: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2023. 80 с.
2. Об утверждении Регламента работы в информационной системе «Автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России». Приказ МЧС России от 04.10.2022 № 954. [Электронный ресурс]: URL: <https://fireman.club/normative-documents/prikaz-mchs-rossii-954-ot-04-10-2022-ob-utverzhdenii-reglamenta-raboty-v-informaczionnoj-sisteme/> (дата обращения: 29.01.2024).
3. Порошин А. А., Удавцова Е. Ю., Бобринев Е. В., Кондашов А.А., Харин В.В. Оценка уровня пожарной опасности объектов промышленности на основе статистических методов // Безопасность труда в промышленности. – 2020. – № 3. – С. 12-17.
4. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.1.004—91. [Электронный ресурс]: URL: <http://docs.cntd.ru/document/9051953/> (дата обращения: 29.01.2024)
5. Галеев А. Д., Поникаров С. И. Анализ риска аварий на опасных производственных объектах: учебное пособие; Минобрнауки России – Казань. Изд-во КНИТУ, 2017. – С. 18.

УДК 159.9:614.8

Д. М. Турченко, С. А. Онищенко
Донецкий институт ГПС МЧС России

СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ

Обеспечить безопасные условия жизнедеятельности на современном этапе можно с использованием информационных технологий, предназначенных для управления источниками и причинами появления опасностей, выполнения прогнозов и оценивания их воздействия в пространстве и времени, защиты людей и окружающей действительности от опасностей, имеющих техногенный характер. Управление безопасностью технологической сферы на основе мониторинга опасностей и использование самых эффективных мер и средств защиты может позволить применять информационные системы и технологии практически в любой области человеческой деятельности.

Ключевые слова: технологии; безопасность; системы; защита.

D. M. Turchenko, S. A. Onishenko

COMPUTER AND INFORMATION TECHNOLOGIES IN ENSURING FIRE SAFETY OF PROTECTION FACILITIES.

It is possible to ensure safe living conditions at the present stage using information technologies designed to manage the sources and causes of hazards, make forecasts and assess their impact in space and time, protect people and the environment from man-made hazards. Technological safety management based on hazard monitoring and the use of the most effective measures and means of protection can allow the use of information systems and technologies in almost any field of human activity.

Keywords: technologies; security; systems; protection.

В настоящее время отмечается повышение уровня количества пожаров, возникающих в зданиях и крытых сооружениях на территории Российской Федерации, за 6 месяцев 2023 г. произошло 200 495 пожаров, на которых погиб 4 021 человек [1]. Последствия, вызванные пожаром, могут нести не только экономические потери, такие как утрата имущества, недвижимости и т.п., но и такие как человеческие жизни и ущерб окружающей среде. В связи с этим возникает вопрос об усовершенствовании и модернизации технологий, используемых при строительстве зданий, а также об использовании возможностей двадцать первого века для создания эффективной противопожарной защиты человека и объектов.

Благодаря развитию цивилизации и достижения технического прогресса, человек сегодня может обеспечить противопожарную защиту максимально возможным использованием негорючих и трудногорючих веществ и материалов вместо пожароопасных, предотвращением распространения пожара за пределы очага применением конструкций объектов с регламентированными пределами огнестойкости и внедрением современных технологий пожаротушения [2].

Одним из основных преимуществ использования компьютерных и информационных технологий в области пожарной безопасности является возможность автоматизации и централизации управления системами пожаротушения и оповещения. Автоматизация управления — замена физического и умственного труда человека работой технических средств. Централизация управления — сосредоточение управления в одном центре, в одних руках, в одном месте, то есть, своими словами, все подчиняется центральным органам (управлению). Современные системы пожарной безопасности оснащены датчиками, которые мониторят уровень дыма, температуру и другие параметры, связанные с возникновением пожара. Эти данные передаются на центральный сервер, где происходит анализ и принятие решений. Компьютерные алгоритмы могут быстро обрабатывать большие объемы информации и определять наличие пожара или других аварийных

ситуаций. Это позволяет оперативно реагировать на угрозы и принимать соответствующие меры по эвакуации людей и тушению пожара.

Еще одним важным аспектом использования компьютерных и информационных технологий в области пожарной безопасности является возможность удаленного мониторинга и управления системами. Мониторинг — составляющая наблюдения за различными явлениями, то есть постоянное наблюдение за чем-либо, в данной ситуации за системами. Система управления — систематизированный (строго определённый) набор средств для управления подконтрольным объектом. С помощью специальных программ и приложений можно получать информацию о состоянии системы пожаротушения и оповещения в режиме реального времени. Это позволяет оперативно реагировать на любые изменения и принимать меры по предотвращению возникновения пожара или его распространения. Кроме того, удаленное управление системами позволяет сократить время реакции на аварийные ситуации и минимизировать потенциальные убытки.

Также компьютерные и информационные технологии позволяют проводить анализ и моделирование пожаров. С помощью специальных программ можно создавать виртуальные модели объектов и симулировать различные сценарии возникновения пожара. Это позволяет определить наиболее оптимальные меры по предотвращению и тушению пожара, а также разработать эффективные планы эвакуации. Моделирование пожаров также позволяет проводить обучение персонала и повышать их квалификацию в области пожарной безопасности. Однако, несмотря на все преимущества компьютерных и информационных технологий в области пожарной безопасности, необходимо учитывать их ограничения и риски. Например, возможны сбои в работе системы или взлом со стороны злоумышленников. Поэтому важно обеспечить надежную защиту информации и систем от несанкционированного доступа.

За техническое обеспечение безопасной и быстрой эвакуации отвечает СОУЭ — система оповещения и управления эвакуацией при начале пожара в здании. Системы противопожарной защиты — это комплекс мер, состоящий из специально направленных мероприятий и технического оснащения, направленных на защиту людей и материальных ценностей от воздействия огня, и его последствий [3]. В совокупность приборов и конструкций подключаются элементы управления, всяческое оборудование технологического типа — оповещатели, извещатели, светящиеся указатели и табло, системы акустики, которые важны для продуманного, срочного информирования лиц, находящихся в настоящий момент на объекте.

СОУЭ выступает в качестве неизбежного компонента комплекса безопасности объектов, где находятся граждане, предназначена для экстренного, механического информирования о возникновении ЧС. Она же занимается управлением эвакуацией людей из пространств с сильным задымлением, этажей с сильной загазованностью в районы безопасности, в

смежные пространства, выделенные отсеки пожарной защиты, закрытые перегородками, огнеупорными стенами либо перекрытиями, в которых поставлены противопожарные люки, двери, окна, то есть, защищенными от возгорания.

Всего выделяется 5 видов СОУЭ, которые отличаются по принципу действия, составу оборудования и элементов, необходимости применения на конкретных объектах под защитой, потому требуется оценить каждый тип совокупной системы.

СОУЭ 1 типа — это оповещение исключительно звуком: сиренами разнообразной тональности, сигналами тревоги, пожарными звонками, сигнализирующими о активации дымовых датчиков, извещателей, реагирующих на резкое увеличение температуры. Они свидетельствуют о том, что требуется незамедлительно вывести всех из помещения, защищаемого установкой АПС, а далее из здания на улицу.

СОУЭ 2 типа — системы, в которых совмещено извещение звукового типа со световыми табло «Выход», размещенными над дверными проемами комнат и разных зон объекта, у выходов, в переходах. Благодаря вспомогательному световому обозначению маршрутов эвакуации и выходов возрастают шансы для лиц, которые находятся в строении, найти возможность для выхода на свежий воздух улицы.

СОУЭ 3 типа — система речевого оповещения, которая является первой из всех имеющихся типов. В ней применяется оповещение голосом с передачей по динамикам на объекте особых заготовленных текстов, предварительно записанных, о том, чтобы граждане организованно покинули помещения объекта. Оповещение звуком подобно 1 и 2 типу систем применяется для отдельных пространств объекта по техзаданию от обладателя или решению проектного бюро.

СОУЭ 4 типа — система оповещения речевого типа, которая дополнительно усложнена по нескольким параметрам, ориентированным на возможность трансляции разных текстов извещений о возникшей опасности для обслуживающего персонала, отдельных категорий посетителей, на эвакуацию граждан отдельно из различных пожарных отсеков строения.

СОУЭ 5 типа — система технически более сложная, обеспечивает четкое управление эвакуацией, для чего дополнительно тут предусматриваются:

- световые указатели направления перемещения с возможностью изменения смыслового значения по команде диспетчера;
- в зависимости от ситуации, которая складывается при пожаре, предусматривается несколько вариантов эвакуации из любой зоны оповещения;
- пожарный пост координирует все инженерные системы противопожарной защиты объекта.

В современном мире Компьютерные и информационные технологии (КИТ) играют все более важную роль во всех сферах жизни. Они проникают в нашу повседневность, улучшая и упрощая нашу жизнь, а также открывая новые

перспективы для развития и прогресса. В этом эссе мы рассмотрим несколько перспектив применения КИТ и их влияние на общество.

Первая перспектива — развитие медицинской сферы. Компьютерные и информационные технологии позволяют улучшить диагностику и лечение различных заболеваний. Современные медицинские приборы и программы позволяют проводить более точные и быстрые исследования, а также предоставлять пациентам более эффективное лечение. Например, разработка и использование компьютерных моделей органов и тканей позволяет врачам более точно определить причину заболевания и выбрать наиболее эффективный метод лечения. Кроме того, КИТ также помогают ведению электронных медицинских карт, что упрощает доступ к медицинской информации и повышает качество медицинского обслуживания.

Вторая перспектива — развитие образования. Компьютерные и информационные технологии открывают новые возможности для обучения и развития. Современные учебные программы и онлайн-курсы позволяют получить знания и навыки в любой области, не выходя из дома. Это особенно актуально в наше время, когда многие люди ограничены в возможности посещать учебные заведения из-за различных обстоятельств. Кроме того, КИТ также позволяют улучшить процесс обучения в школах и университетах. Использование интерактивных досок, компьютерных программ и онлайн-ресурсов делает обучение более интересным и эффективным.

Третья перспектива — развитие бизнеса. Компьютерные и информационные технологии играют ключевую роль в современном бизнесе. Они позволяют автоматизировать и оптимизировать бизнес-процессы, улучшить взаимодействие с клиентами и повысить эффективность работы. Например, использование специализированных программ для учета и управления ресурсами позволяет более точно контролировать финансовые потоки и принимать обоснованные решения. Кроме того, КИТ также открывают новые возможности для развития онлайн-бизнеса, электронной коммерции и маркетинга.

В настоящее время также наблюдается формирование и создание интегрированных систем безопасности (ИСБ), которые являются одним из направлений по оптимизации и модернизации системы обеспечения пожарной безопасности [4].

Хотелось бы также сказать, что компьютерные и информационные технологии имеют огромный потенциал для развития и прогресса в различных сферах жизни. Они улучшают качество медицинского обслуживания, образования и бизнеса, а также открывают новые возможности для развития и инноваций. Важно продолжать развивать и применять КИТ, чтобы общество могло в полной мере воспользоваться их преимуществами и достичь новых высот в своем развитии.

Вывод

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что вопрос о пожарной безопасности зданий и сооружений необходимо планировать еще в процессе создания макета конструкций здания [5]. Компьютерные и информационные технологии играют важную роль в обеспечении пожарной безопасности объектов защиты. Они позволяют автоматизировать и централизовать управление системами пожаротушения и оповещения, осуществлять удаленный мониторинг и управление, проводить анализ и моделирование пожаров. Однако необходимо учитывать ограничения и риски, связанные с использованием компьютерных и информационных технологий. В целом, правильное использование этих технологий может значительно повысить эффективность и надежность систем пожарной безопасности и способствовать обеспечению безопасности объектов защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Департамент надзорной деятельности и профилактической работы анализ обстановки с пожарами и их последствиями на территории Российской Федерации за 6 месяцев 2023 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://53.mchs.gov.ru/uploads/resource/2023-10-05/statisticheskie-svedeniya-o-chrezvychaynyh-situatsiyah-pozharah-i-ih-posledstviyah-v-rossiyskoy-federacii_1696513540472343284.doc
2. Котлов И.А., Кожевникова Н.Ю. Пожарная профилактика в цехе по переработке мяса // Безопасность производства отдельных видов работ: материалы круглого стола. УрГАУ, 2022. С. 147-149.
3. Системы противопожарной защиты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fireman.club/inseklodepia/sistemyi-protivopozharnoy-zashhityi/?ysclid=lc4in8nnyw134715692>.
4. Ломаченко С.С., Кирпичников Е.И., Интегрированные системы противопожарной защиты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/integrirovannyesistemy-protivopozharnoy-zaschity/viewer>.
5. Амелёхин Л.А. Системы пожарной защиты: требования, особенности проектирования и монтажа [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.kp.ru/guide/pozharnajazashchita-ob-ektov.html?ysclid=lc4iuzafhv_85024_8356.

УДК 614.8:004(07)

А. Д. Устинов, С. А. Онищенко

Донецкий институт ГПС МЧС России

СОЗДАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИМУЛЯТОРОВ ДЛЯ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ПРОФИЛАКТИКИ

В статье рассмотрена идея создания компьютерных симуляторов пожара, обоснована актуальность данного решения. Представлены качественные результаты использования симуляторов в других отраслях. Предложены идеи по дальнейшему внедрению такой системы в структуру МЧС.

Ключевые слова: симулятор; компьютерные технологии; профилактика; развитие.

A. D. Ustinov, S. A. Onishchenko

CREATION OF COMPUTER SIMULATORS FOR FIRE PREVENTION

The article discusses the idea of creating computer simulators of fire, substantiates the relevance of this solution. Qualitative results of using simulators in other industries are presented. The ideas for further implementation of such a system in the structure of the Ministry of Emergency Situations are proposed.

Keywords: simulator; computer technology; prevention; development.

Компьютерные технологии, со дня своего появления, далеко шагнули вперед. Нам становятся доступными все новые и новые технологии. Наша задача использовать и внедрять их. Современную компьютерную технику можно использовать как средство проектирования, имитации и испытания промышленных и технических систем. Этот подход стал возможен вследствие стремительного роста производительности всех выпускаемых компьютерных систем, вплоть до настольных ПК.

Реалистичные цифровые симуляторы, по сравнению с другими способами обеспечения профилактики пожаров, являются самыми перспективными и технологичными. Система пожарной безопасности развивалась веками и такое нововведение может совершить революцию в этой отрасли. Подобные программы уже давно присутствуют в различных сферах жизни современного человека и в промышленном производстве.

МЧС России также не должен стать исключением и отстать от сферы профилактики пожаров. Попробуем рассмотреть перспективы развития такого метода прогнозирования пожара.

Распространение пламени, как и другие опасные факторы пожара весьма непредсказуемы. Вопросами развития пожара занимается наука пожарная тактика, которая и является первоочередным претендентом на внедрение такой технологии. ЭВМ сможет просчитывать возможные исходы развития пожара быстрее чем человек, а также при задании правильных параметров, сводит к минимуму вероятность ошибки.

Симулятор должен быть разработан таким образом, чтобы в него можно было занести следующие параметры: геометрия помещения, вплоть до размещения мебели, источники пожара, электросети, нагревательные машины и т.д., материю, которая присутствует в помещении и подвергнута горению, обои, ПВХ трубы, покрытие пола, стен и потолка, и т.д. возможную климатическую обстановку внутри и снаружи помещения, температура, влажность, давление, воздушные потоки и т.д. карту местности и прилегающих к помещению зданий, среднюю стоимость вещей, которые находятся в помещении, а также информацию по поводу размещения в здании АХОВ. Задав все эти параметры можно будет использовать два метода просчета возможного развития пожара: базовый и комплексный.

Базовый метод предполагает лишь потенциально вероятный ход развития пожара по времени в помещении, а также просчет опасных факторов пожара при таком сценарии. Комплексный метод предполагает в добавок к предыдущему рассчитать: состав и объем продуктов горения, возможность выживания человека в зоне пожара, пути распространения продуктов горения, возможный экономический ущерб в следствии сгорания помещения и его внутреннего наполнения и экологический ущерб в следствие выброса опасных химических веществ, а также идеальные действия и средства при ликвидации пожара. К сожалению, идеальные компьютерные просчеты различаются с реальностью, но они могут быть скорректированы в ходе настоящего пожара.

Симуляторы уже применяются во многих сферах жизни, от системы образования и до высокоточного производства. Например, симуляторы используют при изучении свойств материала, ведь человек не может просчитать упругость, при воздействии силы, в каждой точке, а программа может. Симуляторы также применяются в образовательных учреждениях для симуляции опытов или испытаний, которые не могут быть проведены из-за своей опасности или из-за отсутствия необходимых технических средств, а также для обучения первичным навыкам вождения автомобилей, управления самолетом, роботом и лодкой. Одно из важных направлений развития информационно-образовательной среды связано с разработкой и использованием программных средств учебного назначения, эффективных, интеллектуальных, гибких, методически выверенных, позволяющих варьировать объем и формы представления материала, методику его подачи. Использование в профессиональном обучении современных образовательных технологий способствует более широкому усвоению практических знаний будущей профессиональной деятельности.

Современные ИТ-новшества улучшают образовательный потенциал симуляторов, позволяя все более точно воспроизводить условия, которые помогут освоиться обучающимся в их отрасли.

В МЧС России тоже уже используются симуляторы, но они принимают другой вид — вид компьютерных игр. Компьютерная игра — это игра для организации игрового процесса, в нашем случае организуется реалистичная обстановка, которая происходит при ликвидации чрезвычайной ситуации. Так можно без какой-либо опасности для будущего спасателя, провести первичную подготовку по обращению с аварийно-спасательными инструментами, средствами пожаротушения и другим навыкам необходимым тем, кто решил спасти жизни. Нельзя не отметить, что прошедшие пару лет, в сферах жизни начали появляться, в огромном количестве беспилотные летательные аппараты, они могут помочь провести внешнюю разведку пожара, выполнить поиск пострадавшего, оценить обстановку после ликвидации ЧС, а также выполнять некоторые функции авиации. Операторов таких средств будут учить на симуляторах-авиационных тренажерных имитаторах: навыкам управления, воздушной разведки, а также, с дальнейшим развитием данной технологии, методам использования средств пожаротушения. Для этого на нем будут размещены элементы имитирующие оборудования летательного аппарата (систем, приборов и т.п.), осуществляющие контроль их отказов [2].

Благодаря им можно создать систему «человек–машина». Система «человек–машина» — система, включающая в себя человека — оператора СЧМ, машину, посредством которой он осуществляет трудовую деятельность, и среду на рабочем месте [1].

Исходя из выше перечисленного, можно утверждать, что данная технология протестирована в других промышленных сферах и может быть внедрена и в МЧС России. Идея, использования симуляторов, обладает рядом преимуществ: симуляторы обладают графическим или физическим движком, или же их комбинацией, которые являются важным инструментарием для осуществления симуляции, что предоставляет возможность создавать или модифицировать произведенные расчет с целью максимальной приближенности их к реальным условиям, позволяет реализовывать и оптимизировать различные идеи до проведения тестов на реальных строениях с целью улучшения их противопожарной защиты.

Данный симулятор со своим появлением может улучшить работу МЧС в профилактической противопожарной сфере, а в дальнейшем сможет моделировать помещения, уровень пожарной опасности которых будет равен нулю, а также применяться напрямую при тушении пожаров с просчетом всех этапов развития и возможных последствий пожара. Не стоит забывать и о том, что развитие и внедрение современных средств профилактики пожаров, является одна из целей министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 43.0.22006. Информационное обеспечение техники и операторской деятельности. Термины и определения.
2. ГОСТ Р 572592016. Тренажеры авиационные. Термины и определения.

УДК 614.8.084

В. В. Ушкалов, В. Л. Ефименко

Донецкий институт ГПС МЧС России

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ С ОРГАНАМИ МЕСТНОГО САМОУПРАВЛЕНИЯ

В статье изучены особенности использования информационных технологий в процессе взаимодействия пожарно-спасательных подразделений с органами местного самоуправления на примере аппаратно-программного комплекса технических средств «Безопасный город», а также рассмотрены особенности внедрения комплекса в Донецкой Народной Республике.

Ключевые слова: информационные технологии; органы местного самоуправления; пожарно-спасательные подразделения; АПК «Безопасный город»; видеомониторинг.

V. V. Ushkalov, V. L Efimenko.

THE USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE INTERACTION OF FIRE AND RESCUE UNITS WITH LOCAL GOVERNMENTS

The article examines the features of the use of information technologies in the process of interaction of fire and rescue units with local governments on the example of the hardware and software complex of technical means «Safe City», and also considers the features of the implementation of the complex in the Donetsk People's Republic.

Keywords: information technologies; local governments; fire and rescue units; hardware and software complex of technical means «Safe City»; video monitoring.

Современный этап развития общества характеризуется высоким уровнем информатизации всех сфер жизнедеятельности. На данный момент информация является стратегическим ресурсом общества, определяющим уровень развития государства [4]. Повсеместное внедрение информационных технологий, в первую очередь, обусловлено трендами четвертой научно-технической революции.

Говоря об использовании информационных технологий в управленческой сфере следует отметить их положительное воздействие на эффективность деятельности органов государственного и муниципального управления. В связи с этим, основным критерием оценки степени готовности органов государственной и муниципальной власти к выполнению возложенных на них, в соответствии с законодательством Российской Федерации, функций и задач, а также уровень их взаимодействия с другими ведомствами, в том числе пожарно-спасательными подразделениями, можно назвать уровень информационно-аналитического обеспечения [6]. Таким образом, использование информационных технологий во взаимодействии пожарно-спасательных подразделений с органами местного самоуправления, на сегодняшний день, является крайне актуальным и дискуссионным вопросом.

Ежегодно Россия сталкивается с огромным числом чрезвычайных ситуаций различного характера. Зачастую проблемы с их ликвидацией напрямую связаны с недостаточной информированностью. На сегодняшний день как подразделения МЧС, так и органы местного самоуправления сталкиваются с проблемой обработки, хранения и передачи информации в связи с ее огромными объемами, в том числе на бумажных носителях. [6]. Данное обстоятельство обуславливает необходимость постоянного совершенствования существующей системы информационного обеспечения данных органов.

На данный момент Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий разработаны и успешно внедрены информационно-управляющие системы и программное обеспечение, позволяющие обрабатывать, хранить и передавать информацию. К таким системам относятся автоматизированная информационно-управляющая система в чрезвычайных ситуациях (АИУС РСЧС) и аппаратно-программный комплекс технических средств (АПК) «Безопасный город», а также ряд других информационных систем и Программ в различных областях, где может возникнуть авария или чрезвычайная ситуация [5]. Разработка и внедрение подобных систем регламентируется приказом МЧС России от 26.08.2009 № 496 «Об утверждении Положения о системе и порядке информационного обмена в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций» [2].

В контексте исследования хотелось бы уделить внимание особенностям аппаратно-программного комплекса технических средств «Безопасный город».

Согласно постановления Правительства РФ № 2461 от 28 декабря 2022 г. под аппаратно-программным комплексом технических средств следует понимать комплекс технических и программных средств, работающих совместно для выполнения одной или нескольких специальных задач» [1].

АПК «Безопасный город» представляет собой комплекс технических и программных средств для совершенствования взаимодействия городских ведомств и служб с органами местного самоуправления по предотвращению и устранению последствий чрезвычайных ситуаций. Данный комплекс действует с 2014 года и активно внедряется на территории российских регионов, что позволяет создать единую информационную среду и более эффективно координировать совместные действия служб и ведомств, собирать и анализировать данные, принимать решения и действовать согласно единых подходов и стандартов [7].

Деятельность АПК регламентируется рядом нормативно-правовых актов: Постановление Правительства № 39 от 20.01.2014 «О Межведомственной комиссии по вопросам, связанным с внедрением и развитием АПК «Безопасный город», Поручение Президента № Пр-1175 от 27.05.2014 и Правительства РФ от 29.05.2014, Концепции построения и развития АПК «Безопасный город», утвержденная Распоряжением Правительства №2446-р от 03.12.2014, Методические рекомендации по построению и развитию АПК «Безопасный город» в субъектах РФ от 08.12.2016, Единые требования к техническим параметрам сегментов АПК «Безопасный город» № 4516п-П4 от 28.06.2017.

Помимо перечисленных документов федерального уровня регионы, использующие данный комплекс, выпускают нормативно-правовые акты, регламентирующие его работу на своей территории.

Донецкая Народная Республика (далее — ДНР) находится в процессе перехода к российским стандартам и нормам, поэтому внедрение информационных систем в деятельности ведомств и органов местного самоуправления не завершено.

В рамках данного исследования будут рассмотрены особенности внедрения АПК «Безопасный город» на территории ДНР с целью предотвращения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

ДНР расположена на юго-западе Российской Федерации. Площадь республики составляет 26,5 тыс. км². Большая часть населения ДНР (более 90 %) — городские жители. Население активно занято на работах в производственных, портовых, энергетических предприятиях (металлургия — 35 %, производство электроэнергии — 28 %, пищевая промышленность — 13 %, добыча угля и антрацита — 9 %), в сельском хозяйстве, животноводстве — 15 %. [8]

Основным риском возникновения чрезвычайных ситуаций на территории республики являются природные пожары, периодически с угрозой распространения огня на жилой массив. Пожароопасный сезон составляет около полугода и приходится, как правило, на период с мая по октябрь. Наиболее характерными для этого периода являются значительные по площади возгорания, в среднем 30–35 га, возникающие в следствие несоблюдения

правил пожарной безопасности гражданами и неосторожного обращения с огнем.

Решением данной проблемы может стать внедрение ключевой системы АПК «Безопасный город» — «Система дистанционного мониторинга природных пожаров», которая позволит обнаруживать природные пожары на ранней стадии и, соответственно, минимизировать время реагирования.

Система должна включать в себя все способы обнаружения возгораний — как обращения граждан по телефону, так и автоматизированный видеомониторинг.

Для наиболее эффективного контроля за природными пожарами необходима установка интеллектуальных камер видеонаблюдения с автоматическим распознаванием дыма и огня, которые бы охватывали 100 % территории республики; обзорных поворотных камер с радиусом охвата 15–30 км (целесообразно их размещать на вышках сотовой связи); системы космического мониторинга природных пожаров и термические точки.

Кроме того, в перспективе, возможно подключение любых находящихся в радиусе чрезвычайной ситуации камер видеонаблюдения для уточнения обстановки.

Помимо обнаружения возгораний система видеомониторинга облегчит процесс расследования и установления причин пожара.

Однако, установка камер является не первоочередной задачей. На начальном этапе внедрения комплекса необходимо создать региональный координационный центр, который бы являлся информационным и управленческим узлом.

Основная проблема, которая может возникнуть в процессе внедрения АПК — нехватка квалифицированных кадров. Решением данной проблемы может стать повышения уровня квалификации работников, путем обучения по специальным программам и отправкой в командировки для принятия передового опыта по развитию систем безопасности на территориях муниципальных образований Российской Федерации.

В заключение, внедрение АПК «Безопасный город» на территории ДНР позволит создать необходимые условия для достижения общих целей безопасности — обеспечения защиты гражданских прав населения, повышения уровня и качества жизни, гарантии спокойствия в обществе, повысит эффективность решения социально-экономических задач, стоящих перед органами местного самоуправления [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 16 ноября 2015 г. № 1236 и признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации : Постановление Правительства Российской Федерации от 20.12.2022 г. №2461 // Гарант.ру : [сайт]. -

URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/405960493/?ysclid=ltctgrwt56695133443>

2. Об утверждении положения о системе и порядке информационного обмена в рамках единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций: Нормативно-правовой акт МЧС России от 26.08.2009 г. № 496 // Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий : [сайт]. - URL: <https://mchs.gov.ru/dokumenty/vse-dokumenty/664?ysclid=lsvme6wrx0973578577>

3. Антошин, В.А. Практическая реализация государственной политики в сфере обеспечения безопасности в рамках построения и развития систем аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» на территории Свердловской области / В.А. Антошин, Е.С. Третьякова. – Текст электронный // Вопросы управления. - 2018. - №6 (36). - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/prakticheskaya-realizatsiya-gosudarstvennoy-politiki-v-sfere-obespecheniya-bezopasnosti-v-ramkah-postroeniya-i-razvitiya-sistem> (дата обращения: 04.03.2024).

4. Митрофанов, Е.П. Процесс информатизации общества / Е.П. Митрофанов. – Текст : электронный // Вестник ЧГУ. – 2007. - №4. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/protsess-informatizatsii-obschestva> (дата обращения: 21.02.2024).

5. Митрофанова, Н.В. Информационное обеспечение органов повседневного управления РСЧС новая наука: опыт, традиции, инновации / Н.В. Митрофанова, В.А. Васильева, К.А. Тихонова – Текст : электронный // Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно-практической конференции, Омск, 24 июня 2016 г. - Стерлитамак: АМИ, 2016. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=wcjjon> (дата обращения: 04.03.2024).

6. Янников, И.М. Оптимизация информационных потоков в органах повседневного управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций / И.М. Янников, Н.В. Митрофанова, М.В. Телегина, Т.Г. Габричидзе. – Текст : электронный // Известия Самарского научного центра РАН. - 2018. - №6-2. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-informatsionnyh-potokov-v-organah-povsednevnogo-upravleniya-edinoy-gosudarstvennoy-sistemy-preduprezhdeniya-i> (дата обращения: 21.02.2024).

7. Как устроен АПК «Безопасный город»? – Текст : электронный // Coreclass : [сайт]. – 2022. – 27 июля. - URL: <https://coreclass.tech/ru/news/kak-ustroen-apk-bezopasnyu-gorod>.

8. Характеристика субъекта. – Текст : электронный // Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий : [сайт]. - URL: <https://80.mchs.gov.ru/glavnoe-upravlenie/harakteristika-subekta>

УДК 614.84.31

А. Г. Фирсов, М. В. Загуменнова, Е. Н. Малёмина
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ НАДЗОРНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Данная работа посвящена использованию информационных технологий в обеспечении надзорно-профилактической деятельности. Рассмотрены База данных форм статистической отчетности, автоматизированная аналитическая система поддержки и управления контрольно-надзорными органами МЧС России, модуль учета пожаров и электронные калькуляторы по расчету прямого материального ущерба от пожара.

Ключевые слова: информационная система; модуль учета пожаров; база данных; электронный калькулятор; государственный пожарный надзор.

A. G. Firsov, M. V. Zagumennova, E. N. Malemina

INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE PROVISION OF SUPERVISORY AND PREVENTIVE ACTIVITIES

The article discusses the features of fires with mass loss of life. An analysis of statistical data characterizing the dynamics of fires and mass death of people in fires is given. The main causes of such fires and the objects of fires have been determined. Examples of resonant fires with mass loss of life are given. The conditions that contributed to the mass death of people in fires are considered. Recommendations for further research in this area are given.

Keywords: fire, mass loss of life in a fire, cause of fire, object of fire, conditions conducive to loss of life in fires.

Современное развитие общества невозможно без использования различных информационных систем (далее — ИС). Они предназначены для сбора, обработки и анализа информации, хранения и поиска необходимой информации, а также вывода ее на различные периферийные устройства (экран монитора, печать, сохранение на электронном носителе и т.д.). ИС обеспечивают бесперебойную работу всех государственных, муниципальных, ведомственных и коммерческих организаций [1]. К ИС предъявляются определенные требования как в области разработки и эксплуатации систем, так и кибербезопасности. Они могут быть локального или сетевого характера. Но при этом они должны обеспечивать конфиденциальность, полноту и целостность, доступность информации.

В МЧС России также широко используются различные ИС. Одной из таких систем является База данных форм статистической отчетности по деятельности, осуществляемой органами государственного пожарного надзора

направления деятельности государственного пожарного надзора. Одним из модулей входящих в состав ААС КНД является модуль учета пожаров и их последствий (далее — МУП). На рис. 2 представлен внешний интерфейс МУП.

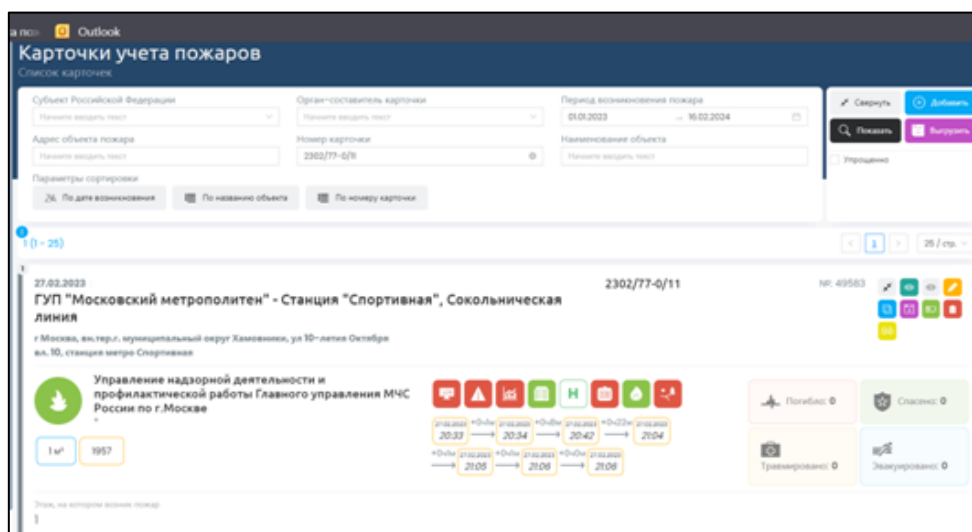


Рис. 2. Интерфейсное окно работы в карточке учета пожара МУП

В МУП предусмотрен программный сервис по расчету прямого материального ущерба от пожара [3]. Данный программный блок обеспечивает хранение исходного массива данных для расчета, обработку введенной информации по объектам пожара. В настоящее время блок в виде электронного калькулятора осуществляет расчет материального ущерба по различным зданиям и сооружениям объектов защиты. После всесторонней отработки алгоритмов расчета будут введены электронные калькуляторы по расчету материального ущерба от пожаров на транспортных средствах [4], сельскохозяйственных посевах и сельскохозяйственных животных [5]. Пример работы электронного калькулятора в МУП по расчету материального ущерба от пожара в зданиях и сооружениях объекта защиты приведен на рис. 3.

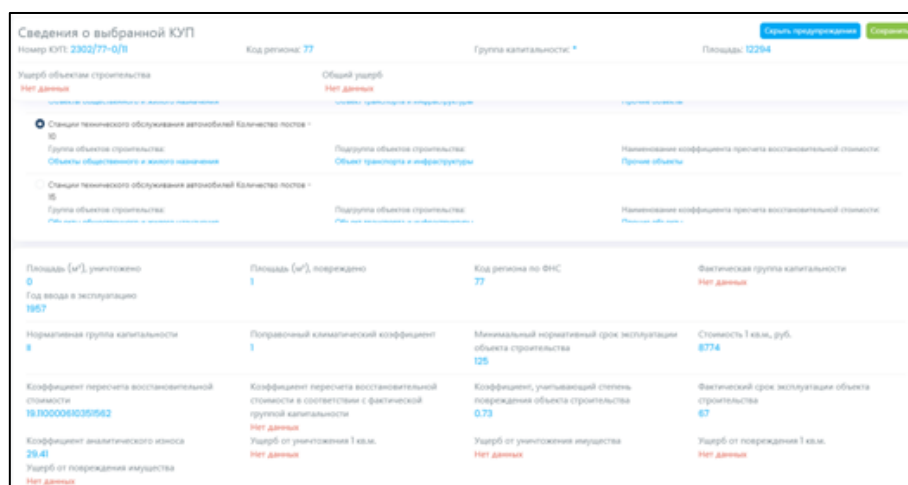


Рис. 3. Интерфейсное окно работы в электронном калькуляторе расчета прямого материального ущерба от пожара в МУП

В целом использование перечисленных выше ИС позволяет совершенствовать работу надзорных органов, выявлять проблемы в обеспечении пожарной безопасности объектов защиты, осуществлять необходимое управление и регулирование надзорной деятельностью. Использование ИС повышает качество планирования контрольно-надзорных мероприятий и отчетности о результатах надзорной деятельности органов государственного пожарного надзора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 27.07.2006 № 149-ФЗ (ред. от 12.12.2023) «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» [Электронный ресурс] URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_61798/41021e09a57b2db1834266a1635d5a7a7a9e7ce9/?ysclid=ltluexfkdw30341127578699 (дата обращения 08.03.2024).

2. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022621722 Российская Федерация. База данных форм статистической отчетности по деятельности, осуществляемой органами государственного пожарного надзора МЧС России БД «ГПН-2022»: № 2022621439: заявл. 17.06.2022: опублик. 13.07.2022 / А. Г. Фирсов, Е. Н. Малемина, Е. С. Преображенская [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». – EDN ONVFEQ.

3. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2023622357 Российская Федерация. База данных «Исходные параметры расчета материального ущерба от пожара» (БД «Исходные параметры расчета») : № 2023622079 : заявл. 04.07.2023 : опублик. 12.07.2023 / М. В. Загуменнова ; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». – EDN VGSFFQ.

4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022684462 Российская Федерация. Программное средство «Расчет материального ущерба от пожара на транспортных средствах» («Расчет ущерба транспортным средствам») : № 2022684081 : заявл. 07.12.2022 : опублик. 14.12.2022 / М. В. Загуменнова, А. Г. Фирсов, В. И. Сибирко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». – EDN ROUCDS.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022618393 Российская Федерация. Программное средство «Расчет материального ущерба в результате уничтожения пожаром животных» («Расчет ущерба животным») : № 2022616874 : заявл. 14.04.2022 : опублик. 06.05.2022 / М. В. Загуменнова, А. Г. Фирсов, А. А. Порошин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное

бюджетное учреждение «Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий». – EDN UFMRZY.

УДК 614.2

В. В. Чеберяк

Дальневосточная пожарно-спасательная академия – филиал Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России

ПРОГНОЗ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА МЕТОДОМ БАЙЕСА

Как минимизировать потери и обеспечить сохранность жизни людей и имущества после возникновения чрезвычайной ситуации, является сегодня главным приоритетом работы по управлению чрезвычайными ситуациями в стране. Байесовский метод принятия решений - распространенный метод выбора программ: используйте байесовскую формулу для изменения априорной вероятности, а затем используйте измененную вероятность для вычисления ожидаемого значения полезности каждой программы. Основываясь на анализе и исследовании принятия решений в чрезвычайных ситуациях традиционный байесовский метод принятия решений обеспечивает лучшее решение для принятия решений в чрезвычайных ситуациях в будущем.

Ключевые слова: Байесовский метод; чрезвычайные ситуации; авария; радиационно-опасные объекты; ядерно-опасных объектах.

V. V. Cheberyak

FORECAST OF MAN-MADE EMERGENCIES BY BAYES METHOD

How to minimize losses and ensure the safety of people's lives and property after an emergency situation occurs is today the main priority of emergency management in the country. The Bayesian decision method is a common method of program selection: use the Bayesian formula to change the a priori probability, and then use the modified probability to calculate the expected utility value of each program. Based on the analysis and research of emergency decision-making, the traditional Bayesian decision-making method provides the best solution for making decisions in emergency situations in the future.

Keywords: Bayesian method; emergencies; accident; radiation hazardous facilities; nuclear hazardous facilities.

Дорожно-транспортные происшествия (аварии), авиационные катастрофы, взрывы в зданиях и сооружениях, радиационные и химические аварии и другие катастрофы в Российской Федерации можно выделить как чрезвычайные ситуации техногенного характера.

Учитывая важность для жизнеобеспечения населения муниципальных образований, аварии на объектах и сетях теплофикационной инфраструктуры и систем электроснабжения также можно отнести к наиболее катастрофическим чрезвычайным ситуациям. Такие наиболее катастрофические чрезвычайные ситуации, как: дорожно-транспортные происшествия, авиационные катастрофы, взрывы в зданиях и сооружениях и некоторые другие, могут быть изучены вероятностно-статистическими методами, в частности, методами статистической обработки данных, основанными на теореме Байеса. Теорема Байеса названа в честь преподобного Томаса Байеса. Это очень важная теорема в математике, которая используется для определения вероятности события на основе предварительного знания условий, которые могут быть связаны с этим событием. Байесовский метод используется в качестве математической основы моделирования - вероятностно-графовых моделей, работающих в условиях знания, предназначенных для изучения вероятностных причинно-следственных связей между событиями предметной области. В целом, процесс разработки типовой модели, основанной на методах с использованием байесовских методов, включает следующие этапы:

- 1 этап — содержательная постановка задачи на концептуальном уровне;
- 2 этап — обучение обучающего набора;
- 3 этап — выбор методов обработки входных и выходных переменных.

На 1-м этапе осуществляется сбор априорной информации о моделируемой предметной области.

Следует проанализировать особенности конкретных территорий: географическое положение; климатические условия; характеристики социально-экономической системы, в том числе (люди, организационные и технические системы) и предметной области (жилые, общественные и административные здания, промышленное и сельскохозяйственное производство, транспорт, связь, радиовещание, телевидение, технические сооружения и т.д.), инженерные системы, системы полива, природные ресурсы и т.д.). При сборе априорной информации о моделируемой предметной области следует проанализировать установленную область применения: источники возникновения; причины возникновения; основные сценарии возникновения и развития чрезвычайных ситуаций; частота (статистика) возникновения; последствия воздействия на различные объекты защиты; средства (методы) контроля и измерения; меры воздействия.

По результатам сбора априорной информации выходные переменные должны быть вероятностно определены на основе методов Байеса и входных переменных модели. Выходные переменные моделей формируются в виде гипотез. Устанавливается оценка и проверка возможных событий. Переменные

должны использоваться для косвенного суждения о возможности наступления событий, соответствующих установленным гипотезам.

На 2-м этапе готовится обучающий набор. Это набор структурированных данных, отражающих состояния входных и выходных переменных модели, упорядоченных по дате и времени наблюдений.

Значение входных переменных должно быть случайным. Переменные не должны изменяться в процессе наблюдений (координаты точек измерения, постоянные характеристики объектов наблюдения и т.д.), не влиять на выходные переменные.

Система объективного контроля входных и или выходных переменных, базы данных информационных систем, результаты статистических наблюдений за входными и переменными в прошлом, мнения экспертов — все это может быть источниками обучающих множеств. Данные для включения в обучающий набор могут быть получены с помощью методик и моделей, которые используются на практике.

Повышение качества данных достигается за счет: устранения дубликатов записей, противоречивых и пропущенных значений полей; очистки данных от шумов и аномальных значений; восстановления структуры, полноты и целостности данных; преобразования в установленные форматы ввода; устранения ошибок ввода данных; адаптации данных под конкретную задачу путем устранения их избыточности.

Сбор единиц наблюдения для обучения модели должен осуществляться до тех пор, пока не будет достигнута достаточная точность вероятностной оценки установленных гипотез. Структура обучающего множества не должна меняться в течение временного интервала, в рамках которого осуществляется сбор и анализ значений входных переменных, а также построение на их основе вероятностной статистической модели.

На 3-м этапе модели рекомендуется использовать проверенные на практике байесовские методы обработки входных и выходных переменных. Для каждой конкретной модели должен быть определен временной интервал. Полученные значения вероятностной оценки гипотез (коэффициенты риска) предназначены для использования соответствующими должностными лицами при принятии решений по реагированию на чрезвычайные ситуации. Коэффициент риска должен устанавливать критерии, в соответствии с которыми можно идентифицировать уровень техногенной опасности. Коэффициент должен определять его линейный тренд и время достижения более высокого уровня опасности относительно текущего риска. Время является одним из основных параметров для принятия решения по реагированию на угрозу.

Статистической обработки данных с использованием методов Байеса применяется в составе аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» если:

- отсутствуют утвержденные методики для прогноза и анализа конкретных угроз общественной безопасности, правопорядку и безопасности среды жизнедеятельности;
- применяемые методики и модели для анализа угроз общественной безопасности, правопорядку и безопасности среды жизнедеятельности не обладают достаточной точностью, в том числе из-за невозможности получения достоверных исходных данных, необходимых для использования таких методик;
- при необходимости выбора решения, основанного на комплексном использовании различных методик, моделей, экспертных мнений и данных систем объективного контроля угроз и связанных с ними кризисных ситуаций и происшествий, для оптимизации применяемых мер по реагированию на угрозы (кризисные ситуации и происшествия);
- требуется понимание того, какие исходные события (причины) вносят наибольший вклад в развитие угроз и связанные с ними кризисные ситуации, и происшествия.

Использование метода Байеса могут использоваться для широкого спектра часто проявляющихся угроз и связанных с ними кризисных ситуаций, и происшествий. Для редко проявляющихся угроз (кризисных ситуаций и происшествий) ввиду невозможности формирования необходимой статистической информации в достаточном объеме следует применять модели, разработанные на базе иных методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акимов В.А. Математическая модель для прогнозирования последствий выброса опасных химических веществ в окружающую среду // Технологии гражданской безопасности. – 2023 – Т. 20, № 2(76). – С. 11-14.
2. Акимов В.А. Математическая модель для прогнозирования последствий сброса жидких технологических отходов в гидросферу // Технологии гражданской безопасности. – 2023 – Т. 20, № 1(75). – С. 71-73.
3. Акимов В.А. Аварии на системах электроснабжения: определение индекса приоритета восстановления электроснабжения // Технологии гражданской безопасности. – 2022 – Т. 19, № 4(74). – С. 44-47.
4. Акимов В.А., Олян И.Ю., Иванова Е.О. Методы ранжирования чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биологического и социального характера по степени их катастрофичности // Научно -технический журнал технологий гражданской безопасности, № 1 (67), 2021 - С. 4 - 7
5. Акимов В.А., Бедило М.В. Изучение чрезвычайных ситуаций природного, техногенного и биологического и социального характера современными научными методами: монография. М.: ФГБУ «ВНИИ ГОЦК», 2021 г. 180 с.

6. Иванова Е. О. Аварии на системах теплоснабжения: вероятностная оценка развития последствий отказов на тепловой сети / Е. О. Иванова, А. В. Мишурный // Технологии гражданской безопасности. – 2022 – Т. 19, № 4(74). – С. 48-50.

7. Государственные доклады о состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2010 - 2020 гг. М.: МЧС России. 2011 - 2021 годы.

8. ПНСТ 762-2022 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Безопасный город. Типовая прогнозно- аналитическая модель с использованием метода Байеса. Общие требования.

РАЗДЕЛ 4
ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ
ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ

SECTION 4
PSYCHOLOGICAL AND EDUCATIONAL ASPECTS
OF FIRE AND RESCUE TRAINING

УДК 796

П. А. Горенков

Уральский институт ГПС МЧС России

АСПЕКТЫ ВЛИЯЮЩИЕ НА РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ
КУРСАНТА В ВУЗЕ МЧС

Физическая культура играет важную роль в формировании общей культуры и здоровья личности. Однако, в контексте высшего образования, существует ряд проблем, связанных с развитием физических качеств обучающихся в вузах. Особенно важно это в контексте военной подготовки, где физическая выносливость и психологическая устойчивость являются ключевыми характеристиками успешного курсанта. В данной статье проанализированы основные проблемы и рассмотрены возможные пути их решения.

Ключевые слова: здоровый образ жизни; спорт; сон; курсант; питание.

P. A. Gorenkov

ASPECTS AFFECTING THE DEVELOPMENT OF PHYSICAL QUALITIES
OF A CADET AT THE UNIVERSITY OF THE MINISTRY
OF EMERGENCY SITUATIONS

Physical education plays an important role in shaping the overall culture and health of the individual. However, in the context of higher education, there are a number of problems related to the development of physical qualities of students at universities. This is especially important in the context of military training, where physical endurance and psychological stability are key characteristics of a successful cadet. This article analyzes the main problems and considers possible ways to solve them.

Keywords: healthy lifestyle; sports; sleep; cadet; nutrition.

Многие исследования показывают, что занятия спортом являются эффективным способом поддержания физической формы курсантов. Регулярные тренировки способствуют улучшению выносливости, развитию силы и гибкости, а также улучшению общего здоровья. Военная служба, как и

любая другая требует от курсантов высокой физической подготовки, поэтому занятия спортом являются необходимым элементом учебного процесса.

Основными формами физической подготовки в высшем учебном заведении силовой структуры являются:

- занятия по физической подготовки согласно программе обучения;
- утренняя физическая зарядка;
- спортивно-массовая работа;
- самостоятельные занятия спортом в личное и свободное время.

Согласно данным по аспектам влияющих на здоровье, 10 % влияния — это окружающая среда, 30–40 % социально-экономические аспекты, образ жизни это порядка 30 %. Оставшуюся долю занимает здравоохранение [1]. К социально-экономическим факторам относится качество жизни, состояние защищенности (безопасность), уровень заработной платы. Соответственно будучи курсантом для человека созданы все предпосылки для улучшения здоровья так как каждый институт силовой структуры ведет работу в положительном направлении в отношении аспектов социально-экономического положения курсанта и его образа жизни. Для этого в каждом институте разработан распорядок дня курсанта.

Рассмотрением данного вопроса занимался Осокин Д. А., в своей работе он изучил периоды активности человека, связанные с различными биологическими процессами во время дня и ночи. Изучив биологические ритмы человека наложенные на 24 часа был обоснован режим дня курсанта на примере Сибирской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России [2].

Распорядок дня курсанта является обязательной составляющей успешного обучения курсантов силового вуза. Он играет важную роль в образовательном процессе, так как определяет порядок и хронологию занятий, отдыха, питания и других необходимых активностей у курсантов. Такой распорядок может оказывать влияние на уровень успеваемости, мотивацию, физическое и психологическое состояние. Несоблюдение или неоптимальное использование распорядка дня может негативно повлиять на уровень успеваемости курсантов и их готовность к выполнению своих профессиональных обязанностей.

Регулярный режим сна и бодрствования помогает синхронизировать циркадные ритмы организма, улучшает качество сна и повышает общее физическое и умственное благополучие. Также важно соблюдать регулярные времена питания, физической активности и отдыха для оптимальной работы организма.

Не маловажную роль в поддержании здорового образа жизни и занятии спортом играет питание. Правильное питание является основой здоровья человека, спортсмена. Сбалансированное питание должно обеспечивать организм всеми необходимыми питательными веществами: белками, углеводами, жирами, витаминами и минералами. Недостаток или избыток любых из этих веществ может привести к различным заболеваниям и нарушениям в функционировании организма.

Питание и физическая активность взаимосвязаны и взаимообусловлены. С одной стороны, физическая активность требует правильного и сбалансированного питания для обеспечения организма энергией и необходимыми питательными веществами. С другой стороны, питание влияет на физическую активность, так как неправильное питание может снизить выносливость, уровень энергии и общее состояние организма.

Физическая активность способствует укреплению мышц, повышению выносливости, снижению уровня стресса и улучшению общего самочувствия. Регулярные физические нагрузки и правильное питание помогают контролировать вес, укрепляют иммунитет и улучшают обмен веществ в организме.

А также правильное питание и регулярная физическая активность снижают риск развития ожирения, сердечно-сосудистых заболеваний, диабета и других хронических заболеваний. Они способствуют поддержанию здоровья и формированию здорового образа жизни, что в свою очередь увеличивает продолжительность и качество жизни.

Шевченко А. Р. в своей работе разбирает необходимый рацион питания для сотрудника силовой структуры давая подробные рекомендации к рациону включая калорийность и наименование продуктов [3].

Одним из ключевых факторов, влияющих на успешность тренировок и занятий физической культурой, является правильный режим сна и восстановления.

Сон играет важную роль в процессе восстановления организма после физической и психической усталости. Во время сна происходит рост и восстановление тканей, происходит обновление клеток, укрепление иммунной системы. Недостаток сна может привести к ухудшению физической формы, снижению концентрации внимания, уменьшению выносливости и ухудшению психоэмоционального состояния.

Недостаточный сон может привести к увеличению вероятности травм и заболеваний, снижению силы и выносливости, ухудшению координации движений. Поэтому для спортсменов особенно важно обеспечить себе достаточное количество сна и отдыха.

После интенсивных занятий спортом организм нуждается во восстановлении. Это время позволяет мышцам восстановиться, накопленные усталость и травмы исчезнуть, а мозгу отдохнуть и восстановиться.

Отсутствие восстановительных процессов и чрезмерные нагрузки могут привести к переутомлению, синдрому переобучения, снижению спортивного результата, а в некоторых случаях даже к серьезным заболеваниям.

Вопросом важности восстановления и сна занимается Элерт Д. А., в своей работе раскрывает такие понятия как:

- распорядок приема пищи;
- определенное время для сна (подъема и отхода ко сну);
- время тренировок [4].

По мимо определенного времени для сна Элерт Д. А. утверждает, что спать необходимо по 7–8 часов в сутки. Спортсмены, находящиеся в подготовительном периоде, имеют потребность в 9 часах сна, а спортсмены юного возраста могут спать по 9–10 часов сна в сутки.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что для плодотворного занятия спортом и развития физических качеств у курсантов силового вуза необходимо соблюдение ряда условий:

1. Соблюдение режима активности и отдыха. Соблюдение распорядка для в котором прописаны режимы активности (занятия спортом) и время отдыха благотворно сказываются на состоянии здоровья и самочувствия.

2. Составить и соблюдать сбалансированный рацион, включающий достаточное количество углеводов, белков и жиров.

3. Интеграция физической активности в учебный процесс. Необходимо разработать учебные программы, включающие элементы физической активности учитывающие режимы сна и отдыха, а также проводить интерактивные занятия, направленные на улучшение физической формы обучающихся.

4. Повышение информированности и мотивации. Необходимо проводить информационные кампании и элективные курсы о важности занятий физическими упражнениями и спортом для студентов, а также разрабатывать мероприятия, направленные на стимулирование интереса к физической культуре.

5. Развитие спортивной инфраструктуры. Вузы должны стремиться к созданию и развитию спортивных площадок, залов и спортивных объектов, а также обеспечить доступности к ним.

Соблюдение регулярного распорядка дня играет важную роль в поддержании здоровых биологических ритмов человека. Регулярные времена сна, питания, физической активности и отдыха способствуют оптимальной работе организма и общему благополучию человека. Рекомендуются стремиться к соблюдению регулярного распорядка дня для поддержания здоровья и благополучия.

Питание и физическая активность играют важную роль в здоровье и благополучии человека. Взаимосвязь между ними требует внимательного отношения и осознанного подхода к своему образу жизни. Умеренное и сбалансированное питание в сочетании с регулярными физическими нагрузками способствуют поддержанию здоровья, укреплению иммунитета и повышению качества жизни. Рекомендуются следить за питанием, уделять внимание физической активности и стремиться к созданию здорового образа жизни для поддержания здоровья и благополучия.

Сон и восстановление — неотъемлемые части спортивной деятельности каждого спортсмена. Они обеспечивают организму необходимый отдых, восстановление и поддержание высокой физической и психической формы. Правильный режим сна и восстановления помогает спортсменам достигать

максимальных результатов, избегать травм и заболеваний, и сохранять здоровье на протяжении всей карьеры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Литвинов, А. А. Спортивно-массовые мероприятия как мотивация к занятиям физической культурой и спортом / А. А. Литвинов // Modern Science. – 2020. – № 4-4. – С. 274-278. – EDN NPEMBW.
2. Осокин, Д. А. Соблюдение распорядка дня, как неотъемлемая часть физического развития курсантов высших учебных заведений МЧС России / Д. А. Осокин // Вопросы педагогики. – 2017. – № 5. – С. 34-37. EDN YUDSFJ.
3. Шевченко, А. Р. Проблемы физической подготовки курсантов МВД России и пути их решения / А. Р. Шевченко // Эпоха науки. – 2020. – № 22. – С. 328-331. EDN OZKJDQ.
4. Элерт Д.А. К вопросу о режиме дня спортсмена // Материалы XI Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» // URL: <https://scienceforum.ru/2019/article/2018010398> / (Дата обращения: 15.02.2024).

УДК 372.8

О. Е. Дорохова, О. В. Хонгорова, Е. А. Русских
Академия ГПС МЧС России

К ВОПРОСУ О ФОРМИРОВАНИИ АЛГОРИТМИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКЕ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ ПОЖАРНОЙ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В статье обоснована необходимость формирования алгоритмического мышления у обучающихся образовательных организаций высшего образования МЧС России. Приведены факторы, содействующие и препятствующие развитию алгоритмических навыков. Выделены приемы, способствующие формированию алгоритмического мышления у обучающихся в процессе обучения математике.

Ключевые слова: алгоритмическое мышление; процесс обучения математике; приемы формирования алгоритмического мышления.

O. E. Dorokhova, O. V. Khongorova, E. A. Russkih

ON THE QUESTION OF FORMATION OF ALGORITHMIC THINKING IN THE PROCESS OF TEACHING MATHEMATICS TO FUTURE FIRE AND TECHNOSPHERE SAFETY ENGINEERS

The article substantiates the need for the formation of algorithmic thinking among students of educational institutions of higher education of the Ministry of Emergency Situations of Russia. Factors that promote and hinder the development of algorithmic skills are given. Techniques have been identified that contribute to the formation of algorithmic thinking among students in the process of learning mathematics.

Key words: algorithmic thinking; the process of teaching mathematics; techniques for developing algorithmic thinking.

Каждый человек в своей повседневной и профессиональной деятельности сталкивается с понятием алгоритма действий. Эффективное использование заложенных и приобретенных алгоритмов означает способность человека осознавать, что именно ему необходимо делать в каждый текущий момент производимого действия, предварительную обусловленность этапов достижения конечной цели, а также ожидаемый итог действий и т.п. [6].

Проблема формирования алгоритмического мышления у будущих пожарных и спасателей стоит наиболее остро, так как их служебная деятельность связана с рисками для своей собственной жизни и жизни людей, а значит необходимо иметь навык моментального построения алгоритма действий и принятия решений.

Кроме того, высокие темпы роста развития современной пожарной и спасательной техники, внедрения передовых компьютерных технологий также требуют умения использовать имеющиеся и создавать свои собственные алгоритмы для выполнения работы, устранения проблем.

Вопросам формирования алгоритмического мышления в процессе обучения школьников и студентов посвящено значимое число научных исследований, в которых рассматриваются такие понятия, как «алгоритмическая культура», «алгоритмическая компетентность», «алгоритмическое предписание», «алгоритмическое мышление» и т.д. Анализ научной литературы показал, что люди с навыками алгоритмического мышления являются ориентированными на поиск, более уверенными в себе, способными анализировать проблемы и быстро находить решение, критически сопоставлять различные компоненты, оптимизировать свои действия, осуществлять рефлексию, моделировать данные [2, 3, 5, 6].

Ученые отмечают, что алгоритмическое мышление является важной частью интеллектуального развития обучающихся, а, следовательно, становится одной из основных задач процесса обучения.

Безусловно, математика составляет основу алгоритмических решений, так как требует обдумывания и выполнения необходимых последовательных действий в соответствии с четко определенной целью.

Необходимо отметить, что использование алгоритмов в процессе обучения математике влияет на когнитивное развитие обучающихся, позволяет вовлечь курсантов и студентов в активную познавательную деятельность, мотивируют их к обучению, улучшает их навыки решения прикладных задач, способствует формированию аналитического мышления. Таким образом,

задачей преподавателя является организация процесса обучения, позволяющего совершенствовать такие навыки, как анализ, синтез и оценка.

Несмотря на то, что учебные занятия проводятся строго в соответствии с утвержденной рабочей программой, преподаватели вправе выбирать материалы, методы и приемы обучения. Эффективными в данном случае являются проблемное обучение, индуктивный и дедуктивный методы, мозговой штурм, картирование концепций, дискуссии, тематическое исследование, которые требуют активного участия обучающихся в процессе обучения. Учебно-методические материалы должны быть ориентированы на алгоритмические и исследовательские ситуационные задачи, разбор связи между содержанием и способами решения задач, тренировку по развитию обратного хода мысли (обоснование принятого решения, разбор причин сложившейся ситуации), конструирование сценариев, альтернативных алгоритмов решения задач с последующим моделированием исходов и обоснованием рационального способа решения [2].

Следует отметить факторы, которые препятствуют повышению уровня сформированности алгоритмического мышления у обучающихся: ориентация на преподавателя (например, непоследовательное обучение, некорректная предварительная подготовка преподавателя к учебным занятиям), ориентация на обучающихся (например, пассивность учеников, неспособность установить причинно-следственные связи), ориентация на знаниевую парадигму (например, использование неактивных методов обучения, механическое заучивание).

На основе педагогического опыта можно выделить несколько приемов, способствующих формированию алгоритмического навыка у обучающихся в процессе обучения математике.

1. Преподаватель, объясняя учебный материал, предоставляет в готовом виде частный алгоритм и приводит пример решения задачи в соответствии с каждым шагом алгоритма.

2. Преподаватель предоставляет в готовом виде частный (или обобщенный) алгоритм и просит обучающихся решить задачу самостоятельно в соответствии с каждым шагом алгоритма.

3. Преподаватель, рассматривая совместно с обучающимися совокупность задач какого-либо класса, ставит проблему нахождения частного (или обобщенного) алгоритма.

Разрабатывая алгоритмы решения, необходимо учитывать следующие его характеристики [4]:

– дискретность — алгоритм реализуется путем выполнения дискретной последовательности простейших действий;

– детерминированность (определенность) — на каждом шаге алгоритма однозначно указывается, какое действие необходимо произвести. Предписания алгоритмов должны быть точны и отчетливы, чтобы не допустить

двусмысленных толкований и произвола со стороны исполнителя, и их с равным успехом должны выполнять совершенно разные исполнители;

– элементарность — правило получения последующей равносильной системы величин из предшествующей должен быть простым и лаконичным;

– массовость — каждый алгоритм должен быть предназначен для решения большого числа однотипных задач;

– реализуемость (потенциальная осуществимость) — алгоритм предполагает наличие механизма реализации, который по описанию алгоритма порождает процесс вычисления на основе исходных данных;

– результативность — последовательный процесс построения величин должен быть конечным и давать результат.

В качестве примеров рассмотрим алгоритмы, используемые при решении задач по теме: «Формула классической вероятности».

В группе 25 курсантов, 9 из которых сменились с наряда. На праздничное мероприятие должны быть привлечены 10 курсантов. Какова вероятность того, что 3 из 10 курсантов окажутся сменившимися с наряда?

Частный алгоритм в данном случае может быть построен в виде схемы (рисунок) или в виде описания шагов:

1. Описать событие A , вероятность которого необходимо найти.

2. Определить, сколько курсантов из 25 не были в наряде.

3. Вычислить количество всех возможных способов выбора 10 курсантов из 25 (используя формулы комбинаторики).

4. Вычислить, сколькими способами можно выбрать 3-ех курсантов, сменившихся с наряда и 7-ми не находившихся в наряде (используя формулы комбинаторики).

5. Найти число исходов, благоприятствующих наступлению события A (используя алгебру событий).

6. Определить вероятность события A (используя классическое определение вероятности).

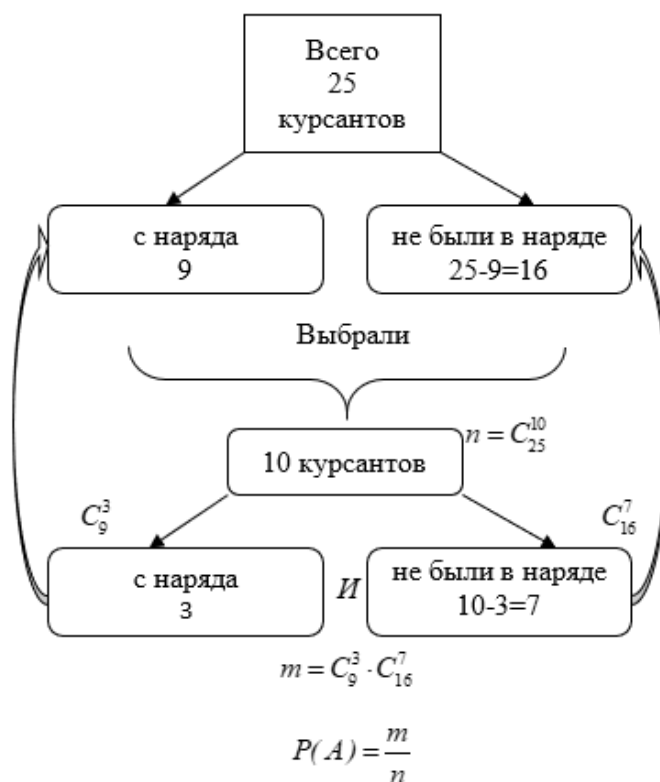


Рис. Частный алгоритм задачи в виде схемы

Далее, обобщим условие задачи: «В группе k курсантов, r из которых сменились с наряда. На праздничное мероприятие должны быть привлечены v курсантов. Какова вероятность того, что l из v курсантов окажутся сменившимися с наряда?».

Простейшим способом обобщения в данном случае является подстановка в предыдущие формулы вместо конкретных чисел буквенных обозначений. Такой алгоритм можно считать полууниверсальным для данного типа задач.

Усложняя далее условие (увеличив количество разнообразных подгрупп в группе, изменив вопрос задачи, добавив дополнительные условия и т.д.), можно получить обобщенный алгоритм.

Таким образом, с целью улучшения алгоритмических навыков курсантов и студентов в процессе обучения математике следует применять такие стратегии, как: выявление сходств и различий, подведение итогов, переходы от вербальной записи текста к невербальной, генерирование и проверку гипотез, использование сложных вопросов, заставляющих мыслить аналитически, создание различных алгоритмов решения заданных задач, начиная с простых и последовательно увеличивая уровень сложности, на котором обучающиеся способны обобщать и находить алгоритмы для решения не отдельной задачи, а серии задач из некоторого класса [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ильиных А.П. Теория алгоритмов: учебное пособие / Урал. Гос. Пед. Ун-т. – Екатеринбург, 2006. – 149 с.
2. Крайнова Е.А. Формирование информационной компетентности обучающихся военного вуза / Е.А. Крайнова, О.А. Тойшева, С.В. Снадченко, Ю.А. Тихонов // Научно-методическое обеспечение процесса формирования общепрофессиональных компетенций будущих военных летчиков на примере изучения дисциплин естественно-научного цикла : коллективная монография. – Киров : Межрегиональный центр инновационных технологий в образовании, 2020. – С. 6-65.
3. Лебедева Т.Н. Формирование алгоритмического мышления школьников в процессе обучения рекурсивным алгоритмам в профильных классах средней общеобразовательной школы : Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 Екатеринбург, 2005 219 с.
4. Меркулова О.О. Избранные вопросы теории алгоритмов : учебно-методическое пособие / О.О. Меркулова, А.Б. Никитина, О.А. Фёдоров. – Южно-Сахалинск : СахГУ, 2018 – 112 с.
5. Факира М.В. Формирование и развитие алгоритмического мышления у обучающихся военного вуза / М. В. Факира // Аллея науки. – 2021. – Т. 2, № 5(56). – С. 354-357.
6. Хамер Г.В. Алгоритмическая подготовка студентов факультета начальных классов в вузовском курсе математики : Дис. ... канд. пед. наук : 13.00.02 : Москва, 1999. – 163 с.

УДК 37.02

Г. Е. Исаев

Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ ОБУЧЕНИЯ СЛУШАТЕЛЕЙ НА КУРСАХ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ

В статье рассмотрены педагогические компоненты, являющиеся составной частью педагогической системы, функционирующей на курсах обучения слушателей гражданской обороны Санкт-Петербургского ГКУ ДПО «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям». Раскрыто содержание педагогических компонентов, используемых в процессе обучения слушателей курсов. Проанализирован каждый из компонентов используемый в процессе реализации программы профессиональной переподготовки по пожарно-техническому минимуму.

Ключевые слова: педагогические компоненты; педагогическая система; принципы, методы, формы и средства обучения; средства достижения учебных целей занятия.

G. E. Isaev

PEDAGOGICAL COMPONENTS OF STUDENT TRAINING IN COURSES CIVIL DEFENSE

The article discusses the pedagogical components that are an integral part of the pedagogical system functioning at the training courses for civil defense students of the St. Petersburg State Public Institution of Additional Professional Education «Educational and Methodological Center for Civil Defense and Emergency Situations». The content of the pedagogical components used in the learning process is revealed. Each of the pedagogical components used in the process of implementing the professional retraining program is analyzed.

Keywords: pedagogical components, pedagogical system, principles, methods, forms and means of teaching, means of achieving the educational goals of the lesson.

Введение

Федеральный закон № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» в статье 2 закрепляет положение о том, что:

«образование — единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, являющийся общественно значимым благом и осуществляемый в интересах человека, семьи, общества и государства, а также совокупность приобретаемых знаний, умений, навыков, ценностных установок, опыта деятельности и компетенции определенных объема и сложности в целях интеллектуального, духовно-нравственного, творческого, физического и (или)

профессионального развития человека, удовлетворения его образовательных потребностей и интересов» [4].

Говоря об обучении, многие педагоги считают, что обучение – целенаправленный процесс организации деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями, навыками и компетенцией, приобретению опыта деятельности, развитию способностей, приобретению опыта применения знаний в повседневной жизни и формированию у обучающихся мотивации получения образования в течение всей жизни [2, с. 6].

Обучение можно рассматривать и как систему. Система обучения — это целостное единство взаимосвязанных и взаимодействующих педагогических компонентов организации учебного процесса [2].

Изложение основного материала исследования

Приказом Министерства образования и науки РФ от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» определено что:

«реализация программы профессиональной переподготовки направлена на совершенствование и (или) получение компетенции, необходимой для профессиональной деятельности, и (или) повышение профессионального уровня в рамках имеющейся квалификации» [3].

Для достижения данной компетенции на курсах гражданской обороны создана и функционирует педагогическая система обучения слушателей, которая включает в себя следующие компоненты:

1. *Цель* — организация предоставления дополнительного профессионального образования в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в том числе в области пожарной безопасности.

2. *Задачи.* Задачи проведения занятий могут быть:

– Обучающие. К ним относятся: формирование знаний, компетенций и опыта деятельности в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в том числе в области пожарной безопасности.

– Воспитательные. Это: формирование умений, привычек поведения направленных на соблюдение правил безопасного проведения на основе требований нормативных правовых актов и принципа личной примерности.

– Развивающие. Формирование готовности к активным профессиональным действиям при поступлении сигналов в области ГО и ЧС.

3. *Личностно-субъектный компонент.* Состоит из двух составляющих: преподавателя, который должен обладать системой знаний в данной профессиональной области, обладать навыками публичного выступления, быть убедительным, слушатели должны верить тому, что озвучивает преподаватель, быть авторитетным, его слова не должны расходиться с его действиями (например, он не должен нарушать на курсах пожарную безопасность).

Следовательно, для достижения целей обучения преподаватель должен быть личностью, т.к. процесс обучения не отделим от процесса воспитания. «Только личность может сформировать другую личность», говорил великий советский педагог Антон Семенович Макаренко.

Вторая составляющая этого компонента – слушатели как субъект. Не просто люди фотографирующие слайды, а активные участники процесса обучения, понимающие важность полученных знаний на курсах, значение обязательного и точного соблюдения правил техники безопасности. Что полученные знания в экстремальных ситуациях спасут жизнь не только им, родным, но и коллегам на местах их работы. Для этого они должны активно участвовать в процессе обучения, им должно быть интересно, они должны на практике отрабатывать учебный материал. Необходимо стремиться к тому, чтобы в курсе учебных дисциплин должно быть 20 % лекционного материала и 80 % практических занятий, семинаров и круглых столов.

4. *Принципы* [2, с. 31]. Являются научной основой педагогической системы обучения слушателей.

Это:

- Научность и государственная заданность. Этот принцип говорит нам о том, что информация, озвученная на занятиях должна быть проверенная, основанная на нормативно-правовых актах, утвержденных инструкциях и т.д., а не просто заимствованная из сети Интернет. И, конечно, соответствовать задачам государства по сохранению жизни и здоровья граждан от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера.

- Практическая направленность. На курсах необходимо давать именно те знания, которые пригодятся слушателям в процессе их профессиональной деятельности и выполнения должностных обязанностей.

- Последовательность, непрерывность и преемственность в обучении. Программы обучения должны быть составлены так, чтоб учебный материал раскрывался от общего к частному, одна тема плавно переходила в последующую.

- Обучение на достаточно высоком уровне сложности. Излишне упрощенный и повторяемый материал будет скучен и не интересен слушателям. Они будут отвлекаться от занятия.

- Прочность усвоения слушателями учебного материала. Для этого следует проводить на занятиях опросы, обсуждения, элементы контроля, практические задания, решения задач.

- Индивидуальный подход в обучении. Слушатели бывают разные, одни быстро усваивают учебный материал, а кому-то нужно пояснить, ответить на вопросы, привести примеры, дать больше времени для ответа на поставленный учебный вопрос или доклад.

- Наглядность. Учебный материал должен сопровождаться несколькими видами наглядности (так как у нас шесть органов чувств и чем больше мы их задействуем в процессе обучения, тем более прочными будут знания обучаемых). К наглядности относятся: слайды, видеофильмы, тренажеры, макеты, средства оказания первой помощи и пожаротушения и т.д. К ним предъявляются следующие требования: они должны быть хорошо видны, слайды не могут быть загромождены излишним текстом, должны быть красивы, не перегружены картинками и т.д., средства оказания первой помощи и пожаротушения должны быть исправны и безопасны, и т.д.

5. *Методы.* Это еще один из компонентов системы обучения. Это пути и способы достижения учебных целей занятий по пожарно-техническому минимуму. К методам обучения относится устное изложение учебного материала (на лекциях), практическая работа, на практических занятиях, обсуждение учебного материала (на семинарах), самостоятельная работа обучаемых (при подготовке к семинарам и зачету).

Одним из методов повышения мотивации обучаемых является метод моделирования. Технология моделирования реальных ситуаций способствует развитию навыков самостоятельного принятия решений, помогает накапливать опыт ситуативного поведения, обучает слушателей правилам выхода из критических ситуаций. На практических занятиях экстремальные условия моделируются двумя путями. Первый путь — приближение внешних условий занятий к реальным. Этому способствует применение учебных тренажеров. На курсах гражданской обороны используются многофункциональный интерактивный учебно-тренировочный комплекс средств тушения пожара МКШ-01/ОГ и тренажер сердечно-легочной и мозговой реанимации «Максим 3-01».

Второй путь моделирования экстремальных условий – воспроизводство у слушателей представлений, побуждений, трудностей, приближенных к тем, которые могут возникнуть в экстремальных ситуациях. При этом умственная активность и трудности могут создаваться: реальным восприятием обучаемыми явлений и процессов, присущих экстремальным ситуациям; постановкой задач на осмысление воспринимаемого события и его деталей; созданием обстановки переизбытка или нехватки информации для оценки ситуации и для принятия решений; ограничением времени на выполнение упражнений (на тренажере МКШ-01/ОГ время, отводимое на выполнение одного упражнения, составляет 40 секунд) [1]. Благодаря тренажерам обучаемые практикуются в действиях, соответствующих реальным, имея дело с их электронным аналогом.

6. *Формы обучения.* Это внешняя организация обучаемых: время, место, что делают обучаемые и преподаватель. Это лекция, групповое занятие, практическое занятие, контрольное занятие, конференция и др.

7. *Средства.* Это все то, что способствует достижению учебных целей занятия: учебно-материальная база (учебники, учебные пособия, нормативные документы, доска, мел, указка и т.д.), технические средства обучения

(компьютер, проектор, учебные комплексы для тушения пожара, роботы тренажёры для оказания медицинской помощи и др.). Например, многофункциональный интерактивный учебно-тренировочный комплекс средств тушения пожара МКШ-01/ОГ и тренажер сердечно-легочной и мозговой реанимации «Максим 3-01».

8. *Условия.* Это благоприятные условия проведения занятий. Они могут быть социальные: комфортность в учебной группе, взаимоотношения между слушателями, преподавателем и слушателями; материальные: аудитория, освещение, мебель; климатические: фазы луны, магнитные бури – слушатели засыпают или плохо воспринимают учебный материал, могут проявлять агрессию.

9. *Организация занятий.* Включает в себя планирование занятия, его подготовку (написание плана, выбор методов и форм, подготовку УМБ, согласование, консультирование и контроль.)

10. *Результат.* Это степень достижения учебных целей.

На сколько хорошо слушатели курсов усвоили знания в области гражданской обороны, защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, в том числе в области пожарной безопасности.

На сколько успешно у них сформированы практические навыки деятельности в области пожарной безопасности, основ оказания первой помощи, разработке локальных актов в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

На сколько хорошо у них сформированы личные качества, готовность решения задач по подготовке к защите работников, объектов и производственного процесса организации от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера.

Выводы и перспективы дальнейших исследований

Таким образом, весьма перспективно рассматривать обучение слушателей на курсах гражданской обороны как систему, при соответствии задач учебного курса цели, при соответствии методов и форм задачам, правильном подборе наглядности, содержания, средств, создания благоприятных условий для усвоения, запоминания и воспроизведения слушателями курсов учебного материала, и обязательном практическом знании преподавателем научных принципов обучения возможно проводить занятия, так чтоб было интересно и обучаемым и преподавателю; только в таком случае результат обучения на курсах будет высоким, а авторитет преподавателя соответствовать предъявляемым требованиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Екимова Е.С. К вопросу о повышении мотивации к обучению слушателей курсов гражданской обороны // Педагогика высшей школы. 2015. № 3.1 С. 70-72. URL: <https://moluch.ru/th/3/archive/14/376/> (дата обращения: 18.02.2024).

2. Карсанов Э.Х., Шарухин А.П. Общая педагогика. СПб.: ООО «Новый век», 2017. 400 с.

3. Приказ Министерства образования и науки РФ от 1 июля 2013г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

4. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 04.08.2023) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023).

УДК 378

И. А. Легкова, В. П. Зарубин, В. Е. Иванов

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

В статье обоснована необходимость формирования графической грамотности будущих специалистов, рассмотрены особенности графической подготовки обучающихся пожарно-технического профиля, предложено изучение графических дисциплин в контексте выполнения документов, используемых специалистами пожарной охраны в своей профессиональной деятельности.

Ключевые слова: образовательный процесс; инженерная графика; компьютерная графика; строительное черчение; графическая подготовка; профессиональные компетенции; практическая деятельность.

I. A. Legkova, V. P. Zarubin, V. E. Ivanov

FEATURES OF GRAPHIC TRAINING OF STUDENTS OF THE FIRE-ENGINEERING PROFILE

The article substantiates the need to develop graphic literacy for future specialists, examines the features of graphic training of fire-technical students, and proposes the study of graphic disciplines in the context of executing documents used by fire department specialists in their professional activities.

Keywords: educational process; engineering graphics; computer graphics; construction drawing; graphic preparation; professional competencies; practical activities.

Принципиальным отличием современного подхода к организации обучения является ориентация стандартов на результаты освоения основных образовательных программ. При этом под результатами понимается не только теоретические знания, но и умение применять эти знания в практической

деятельности. В связи с этим графическая подготовка обучающихся также должна быть тесно связана с характером будущей профессиональной деятельности, то есть ее содержание должно быть интегрировано в содержание этой деятельности, создавая базу для ее успешного осуществления.

Одним из основных направлений практической деятельности сотрудника МЧС России являются защита и эксплуатация зданий и сооружений, поэтому графическая грамотность специалиста пожарно-технического профиля является одной из составляющих профессиональной деятельности. Для эффективного проведения действий по тушению пожаров специалистам ГПС МЧС России необходимы углубленные знания особенностей конструкций и устройств жилых зданий и промышленных сооружений. Эти знания позволят им при возникновении пожаров и других чрезвычайных ситуаций успешно локализовать и ликвидировать очаги опасности с наименьшими потерями материальных ресурсов, личного состава спасательных подразделений и гражданского населения. Поэтому изучение графических дисциплин и, в частности, строительного черчения является немаловажным для обучающихся пожарно-технического профиля [1, 2]. При этом графические дисциплины формируют не только профессиональные и общепрофессиональные компетенции, но и участвуют в формировании «гибких навыков» (рис. 1) [3, 4]. Выполнение графических работ воспитывает у обучающихся трудолюбие, логическое мышление, внимание, аккуратность и самостоятельность, то есть те черты, без которых невозможно техническое образование. Полученные навыки являются также базой для успешного освоения общеобразовательных и специальных технических дисциплин на всех этапах обучения.

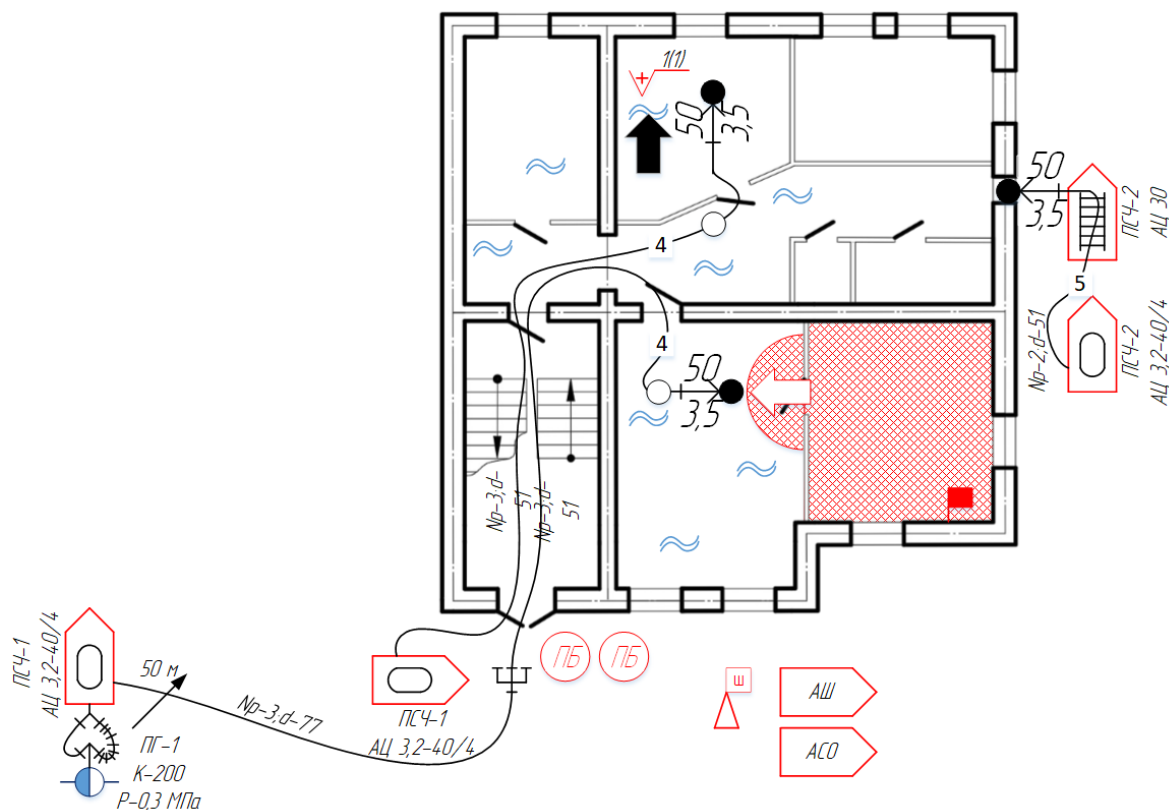


Рис. 1. Значение графических дисциплин в формировании будущих специалистов

Строительное черчение рассматривает правила чтения и выполнения чертежей зданий и сооружений, формирует навыки работы с проектной документацией, что является существенным компонентом в подготовке будущих специалистов пожарной охраны к практической деятельности.

При освоении принципов работы со строительными чертежами обучающиеся знакомятся с требованиями Системы проектной документации для строительства (СПДС) к оформлению и содержанию графических

Строительный чертёж обучающиеся выполняют на первом году обучения в рамках дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная графика», и закрепляют этот материал на дисциплине «Компьютерная графика» на втором курсе, таким образом уже на начальном этапе обучения закладывая основы для дальнейшего изучения специальных дисциплин.



422

Например, на рис. 2 на плане здания представлена схема расстановки сил и средств на момент создания оперативного штаба на месте пожара. Условные обозначения при разработке планов-схем расстановки сил и средств подразделений пожарной охраны на различных этапах проведения боевых действий по тушению пожаров выполняются в соответствии с ГОСТ Р 58791-2019, который устанавливает требования к условным графическим обозначениям пожарной и аварийно-спасательной техники [6]. Правила нанесения условных графических обозначений на схему обучающиеся изучают уже на специальных дисциплинах, а создать базу данных условных графических изображений они могут уже и на практических занятиях по компьютерной графике, и в дальнейшем использовать ее при изучении специальных дисциплин [7]. Такие междисциплинарные связи способствуют более осознанному изучению учебного материала и более эффективному формированию у обучающихся профессиональных компетенций [8, 9].

На практических занятиях по компьютерной графике обучающиеся выполняют не только план здания, но и его 3D-модель [10, 11]. Такое трехмерное изображение развивает пространственное мышление обучающихся, а также подготавливает их к изучению профессиональных дисциплин и выполнению графической части выпускной квалификационной работы (рис. 3).

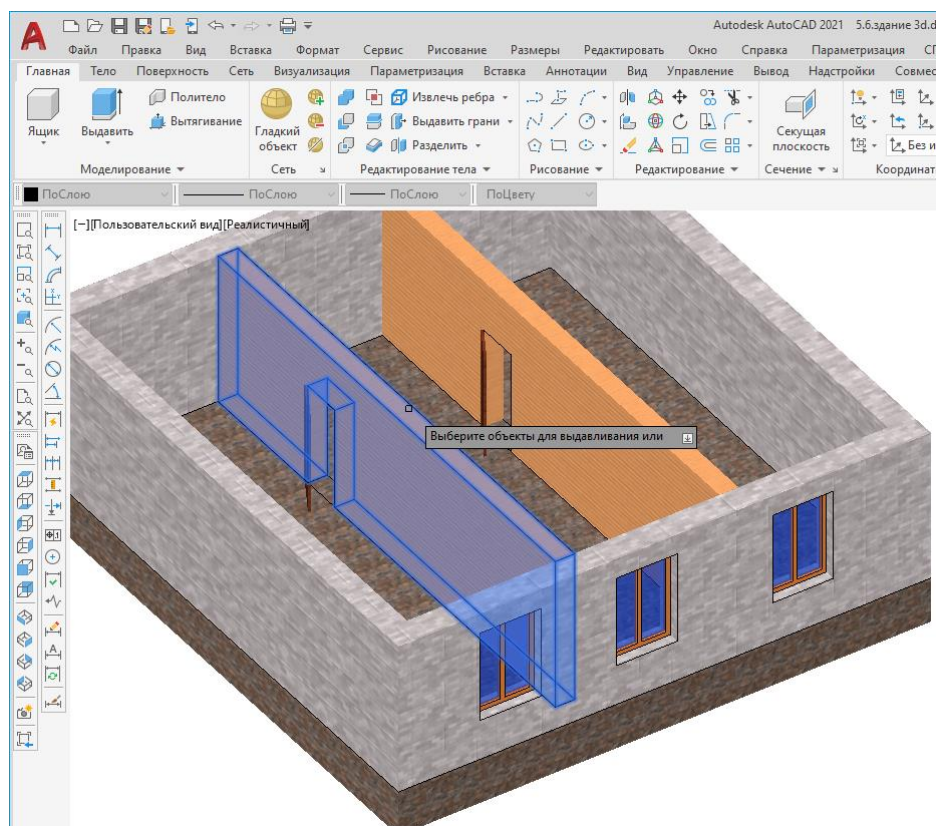


Рис. 3. Трехмерная модель первого этажа здания,
выполненная на основе чертежа плана здания

Таким образом, более грамотный подход к графической подготовке обучающихся, которая должна вестись не только с учетом трудоемкости дисциплины, но и важности ее в подготовке будущих специалистов способствует формированию у обучающихся профессиональных компетенций. Знания, полученные при изучении строительного черчения, необходимы будущему специалисту пожарной охраны:

- при разработке планов эвакуации при возникновении пожара и других чрезвычайных ситуаций;
- при расстановке сил и средств подразделений пожарной охраны на различных этапах проведения боевых действий по тушению пожаров;
- при проверке выполнения мер пожарной безопасности на объектах;
- при проведении экспертизы пожаров;
- при экспертизе проектной документации на соответствие требованиям норм пожарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кропотова Н.А. Инженерно-конструкторская подготовка кадров МЧС России / Н.А. Кропотова, И.А. Легкова // Предупреждение. Спасение. Помощь: сборник трудов XXXI Международной научно-практической конференции, 1 марта 2021 года. Химки: АГЗ МЧС России, 2021. С. 98-102.
2. Легкова И.А. Новые возможности в инженерно-конструкторской подготовке обучающихся // Актуальные вопросы естествознания: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 23 марта 2021 года. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. С. 237-240.
3. Кропотова Н.А. Исследование надпрофессиональных компетенций обучающихся пожарно-технического профиля / Н.А. Кропотова, И.А. Легкова // Актуальные вопросы естествознания: Сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, 30 марта 2023 года. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2023. С. 358-362.
4. Кропотова Н.А. Оценка сформированности гибких навыков обучающихся в процессе подготовки кадров пожарной охраны / Н.А. Кропотова, И.А. Легкова // Пожарная и аварийная безопасность. 2023. № 1(28). С. 61-74.
5. Легкова И.А. Новые методы интерактивного обучения профессиональной направленности / И.А. Легкова, Н.А. Кропотова // Актуальные вопросы совершенствования инженерных систем обеспечения пожарной безопасности объектов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, 20 апреля 2021 года. Иваново: ИПСА ГПС МЧС России, 2021. С. 211-214.
6. ГОСТ Р 58791-2019. Техника пожарная и аварийно-спасательная. Обозначения условные графические.
7. Ермилов А.В. Способы реализации графического анализа динамики развития и тушения пожара / А.В. Ермилов, А.О. Семенов, В.А. Смирнов, Г.С. Зимин //

Современные проблемы гражданской защиты (Вестник Воронежского института ГПС МЧС России) 2019, №1(30). С. 68-73.

8. <https://portal.edufire37.ru/articles/210>.

9. Кропотова Н.А. Компетентностная карта выпускника / Н.А. Кропотова, И.А. Легкова // Сибирский пожарно-спасательный вестник: научно-аналитический журнал, 2020, №1. С. 77-82. [Электронный ресурс] URL: http://vestnik.sibpsa.ru/wp-content/uploads/2020/v1/N16_77-82.pdf.

10. Вокуев Д.Н. Современное программное обеспечение для визуализации проектных решений / Д.Н. Вокуев, В.Е. Иванов, П.В. Пучков // Надежность и долговечность машин и механизмов: сборник материалов VIII Всероссийской научно-практической конференции, 13 апреля 2017 года. Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 456-459.

11. Иванов В.Е. Использование программы ArchiCAD при моделировании чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах / В.Е. Иванов, И.А. Легкова, В.П. Зарубин, Н.А. Кропотова // Актуальные проблемы пожарной безопасности: материалы XXVIII международной научно-практической конференции, 19-20 мая 2016 года. Часть 1. Ногинск: Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, 2016. С. 417-421.

УДК 316.776

Е. В. Лопанова

Академия гражданской защиты МЧС России

ФОРМИРОВАНИЕ КОММУНИКАТИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СПЕЦИАЛИСТОВ МЧС С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАЖНЕНИЙ

Статья посвящена проблеме формирования коммуникативной компетенции специалистов МЧС с целью их эффективной профессиональной деятельности. Автор решает поставленную проблему путем применения электронной системы упражнений.

Ключевые слова: коммуникативная компетенция; специалисты МЧС; электронная система упражнений.

E. V. Lopanova

FORMATION OF COMMUNICATIVE COMPETENCE OF EMERCOM SPECIALISTS USING AN ELECTRONIC EXERCISE SYSTEM

The article is devoted to the problem of developing the communicative competence of specialists of EMERCOM for the purpose of their effective professional activity. The author solves the problem by using an electronic exercise system.

Keywords: communicative competence, specialists of EMERCOM, electronic exercise system.

На современном этапе развития эффективность формирования профессиональной коммуникативной компетенции курсантов военного вуза, основанной на использовании системы работы с электронными устройствами, определяется использованием возможностей ИКТ реализовывать в процессе освоения профессиональной лексики принципиально новые интегрированные технологии обучения. В качестве средств создания и применения систем электронных упражнений выступают разработанные электронные ресурсы конструирования таких учебно-методических материалов, автоматизированные системы, трансформирующиеся в интеллектуальные обучающие системы, программные средства, виртуальные тренировочные системы (служащие формированию сложных навыков в профессиональном общении), инструментально-программные средства.

Подготовка упражнений для системы обучения на основе ИКТ должна основываться на современных достижениях в области информационно-коммуникационных технологий, однако, используемая среда, являющаяся базой, на которой создается система упражнений, должна быть достаточно простой, доступной, понятной преподавателю с целью организации оперативной коррекционной деятельности которая может потребоваться в процессе обучения (обновление содержания, варьирование функций и пр.).

Так, обучающая информация в системе ИКТ-обучения структурируется в виде законченных тематических фрагментов, включающих ограниченное количество новых понятий, снабженных перекрестными ссылками на объект (фрагмент, рисунок, таблицу, сноску и т.д.)

Это существенно сокращает время поиска информации, обеспечивает формирование динамического стереотипа систематизации, запоминания и хранения информации в памяти обучающихся.

Также для наибольшей эффективности система упражнений в рамках обучения на основе ИКТ должна включать аудио-, видеоинформацию которая может использована для различных видов творческих работ. К таким электронным вложениям можно отнести подкасты, распределенные по темам, жанрам (выбор данных единиц осуществляется из списка «*checkbox*» с возможностью осуществления единичного и множественного выбора).

На этапе освоения профессиональной лексики и правильного ее употребления курсанты могут самостоятельно выбирать топики и жанры (преподаватель предоставляет свободный доступ к выбору). На этапе контроля преподаватель может открыть доступ к свободному выбору лишь нескольких вариантов тем и жанров, либо определить четко установленный вариант для каждого курсанта (например, использование квест-технологии для работы в группе: Тема «Организация реагирования и оперативного управления в кризисных ситуациях» в жанре «Two dudes talk», причем один из участников (оперативно-диспетчерская служба) находится в аудитории рядом с педагогом и осуществляет деятельность со стационарного устройства, а второй (дежурная

служба) — в соседней комнате и осуществляет доступ с индивидуального мобильного устройства.

Темы на выбор:

Авария с выбросом опасных биологических веществ. Особый противопожарный режим. Подводная авария. Эпидемиологический штамм возбудителя и др.

Жанры:

Интервью. Блог спасателя МЧС. Two dudes talk и др.

Удобство и простота программируемой среды позволяют преподавателю в нужное для него и обучающихся время корректировать содержание и список тем, добавлять и комбинировать жанровые функции и т.п.

Система обучения в рамках использования ИКТ в процессе формирования коммуникативной компетенции (в нашем случае при освоении профессиональной лексики) должна обязательно сопровождаться возможностью «подгрузки» сервиса словарей, справочной информации и пр., которая может корректироваться преподавателем в зависимости об обновляющейся лексикографической поддержки профессионального поля деятельности сотрудника МЧС. В процессе обучения курсантов вуза МЧС профессиональной лексике система использования программируемой среды включала подключение к таким ресурсам как «Военный энциклопедический словарь (ВЭС МО РФ)» [1], «Советская военная энциклопедия (Под ред. А. А. Гречко)» [3], «Словарь сочетаемости слов русского языка (Под ред. П. Н. Денисова)» [4], «Толковый словарь русского языка (ТСРЯ) С. И. Ожегова, Н. Ю. Шведовой» [5] и др., а также web-вложение таких ресурсов как «Гражданская защита: энциклопедический словарь (Под общ. ред. В. А. Пучкова, 2015)» [2] и др.

Данные вложения формировали *теоретико-справочный* модуль системы, в рамках которого курсанты могли иметь доступ к информации, осуществлять ее локальный поиск.

Модульная структура организации системы электронного обучения на основе ИКТ также включала:

- *вопросно-разъяснительный модуль*, в контексте которого может осуществляться как коммуникация с преподавателем, так и в группе (например, на основе созданных чатов на определенные темы); технология реализации коммуникативной компоненты в рамках вопросно-разъяснительного модуля может осуществляться, например, на основе привлечения искусственного интеллекта «Алиса» (нейросеть которой может быть снабжена различными специализированными текстами специализированной тематики МЧС) и интеграции с современными мессенджерами, например, Алиса и Telegram-bot с единым функционалом, что позволяет осуществлять общение разного уровня сложности: два собеседника в режиме «вопрос-ответ», более двух собеседников в режиме беседы и пр. Такая функция возможна на основе создания Telegram-bot с управлением (однако не на сервере api.telegram.org, а на любом недорогом

арендованном сервере, который может быть личным, собственным для кафедры, группы курсантов, преподавателей и пр.) и создании нового навыка для Алисы (который размещается в каталоге), с помощью которого участник образовательного процесса может вызывать диалог; в нашем случае реализация такой функции осуществлялась на сервере, арендованном кафедрой с настройками каталога для каждой группы; при работе на мобильных устройствах и в браузере выбирали команду «нужно устройство с экраном»; для обработки сообщений от Алисы и Telegram-bot были подключены библиотеки; для речевых образцов можно использовать голос преподавателя; чат доступен в результатах поисковой выдачи, что актуализирует еще один аспект, обеспечивающий удобство коммуникации — легкость навигации; в подобном случае мы имеем сервис коммуникации для разных платформ, bots которых работают одинаково, что позволяет скоординировать работу в рамках учета предпочтений курсантов к различным мобильным устройствам с программным обеспечением для различных платформ; необходимо отметить, что в рамках такой работы на этапе осуществления контроля преподаватель может создать для Алисы новый навык (сделав закладку «тестирование»), который не позволит получать курсантам подсказки во время тестирования за счет блокировки доступа к чату, текстам, аудиофайлам и пр. или сделав частичный доступ через правильные варианты ответов и т.д.;

Необходимо отметить, что в рамках разработки вопросно-разъяснительного модуля (на основе управляемой работы курсантов) можно и нужно учитывать такие индивидуальные образовательные моменты как разъяснение материала с целью формирования правильного понимания курсантами аспектов употребления профессиональной лексики в различном контексте, создание банка вопросов для оценки и самооценки лексических знаний, создание банка демонстрационных примеров и т.п.

- *модуль типовых заданий*, в рамках которого разрабатывается электронная система упражнений, направленных на отработку умений и навыков правильного употребления профессиональной лексики; система типовых заданий должна быть снабжена удобной функцией навигации с целью обеспечения легкости ориентирования в структуре, содержании и организационных аспектах выполнения заданий, основными задачами которых являются: развитие лексической памяти и создание устойчивого когнитивного образа слова; развитие лингвокреативного мышления; прогнозирование; создание текста по ключевым словам; так, например, упражнение любого типа, например, «Составьте как можно больше словосочетаний с прилагательным «эпидемиологический»» необходимо сопровождать функцией «Помощь», которая, в свою очередь, может быть реализована в качестве сплывающей подсказки, комментария, образца. Такая помощь будет являться вариативной.

К тому же образец может предварять выполнение упражнения в позиции «Правильного ответа», который в данном варианте будет реализован как web-вложение (словарь, энциклопедия и т.п., но лучше всего, на наш взгляд,

подойдет разработанный электронный глоссарий для определенной тематической области, которая охватывается упражнением), отправляющее к определению лексического значения слова и частотности вариантов его употребления (число вариантов может быть ограничено преподавателем с целью предоставления возможности курсантам при выполнении упражнения сформулировать как можно больше правильных вариантов словосочетаний).

Всплывающая подсказка может быть разделена: например, курсант может выбрать вариант одного примера словосочетания, либо «пройти» к лексикографическим ресурсам — это может варьироваться на усмотрение преподавателя, на основании чего при текущей проверке преподаватель может использовать функцию «Предварительная оценка», в рамках которой, если курсант не обращается к подсказке, то количество баллов за упражнение не снижается; если обращается к одной подсказке, то количество полученных баллов снижается на «1»; если использует обе подсказки, то количество полученных за упражнение баллов снижается на «2»; варианты мотивации могут быть различными и регулироваться на усмотрение преподавателя; на этапе изучения материала функцию можно отключить и пользоваться ею только при повторении изученного материала и пр.;

Необходимо отметить, что «Помощь» может быть также общей и контекстной: общая дается перед началом выполнения упражнения в целом, а контекстная – перед каждым вариантом отдельно. Например, второй этап вышеупомянутого упражнения на развитие лингвокреативного мышления – «Составьте предложения со словами «сейсмическая шкала», «плечо медицинской эвакуации», «огненный шар» и т.п.» может (и по-хорошему должен) сопровождаться контекстной помощью в виде образца выполнения, но на примере словосочетания, не содержащегося в тексте данного упражнения (рисунок):

Например,

ДЛЯ КАЖДОГО НОВОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ НЕОБХОДИМО ИСПОЛЬЗОВАТЬ НОВОЕ ПОЛЕ ВВОДА, ВОСПОЛЬЗОВАВШИСЬ ФУНКЦИЕЙ «+» (ДОБАВИТЬ):

☐ Авария повлекла уничтожение жилых объектов в значительных размерах.

☐

Рисунок. Технологическое решение для реализации выполнения
типového упражнения

Функция «Добавить» «всплывает» при каждом последующем добавлении поля ввода. Удобство такого дробного ввода (для каждого предложения — новое поле) позволяет наиболее эффективно обрабатывать результаты выполнения упражнения, в случае закрепления материала — определять количество правильных/неправильных ответов: перед полем ввода каждого предложения располагается «окно» для маркера, в котором преподаватель (или компьютер) отмечает правильность сформулированного предложения.

- *модуль творческих заданий*, в котором представлены упражнения более сложного характера, требующие творческого подхода и критического мышления курсантов; в контрольном блоке важно, чтобы система электронных упражнений могла быть доступной с платформ различных устройств и иметь доступ к так называемой коммуникационной сети (либо выход в социальную сеть, либо возможность общения через мессенджеры, либо (что гораздо более удобно) создание общего сервиса для различных платформ (как было уже описано выше); модуль творческих заданий направлен на формирование у курсантов более сложных по структуре коммуникации навыков, в рамках которого обучающиеся могут экстраполировать опыт выполнений типовых заданий на выполнение усложненных заданий, которые, тем не менее, все же могут быть сведены к типовым;

Например,

«Отметьте случаи лексической несочетаемости слов и предложите варианты правильных формулировок»: достичь победы, достичь повышения, достичь порядка, достичь счастья, достичь успеха, постигать навыки, улучшить уровень подготовки, одержать поражение, оказать впечатление, прикрытие обучения. Затем употребите правильные словосочетания в диалоге/полилоге (используя микрофоны мобильных устройств для размещения в общем чате/канале) в контексте следующих тем и жанров (жанр и специфика текста также должны быть выбраны правильно, преподаватель учитывает это при оценке выполненного задания) на выбор:

Темы на выбор:

Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Особый противопожарный режим. Информационно-психологическое воздействие и др.

Специфика текста: информативно-оперативный, служебный, уставной и пр.

Жанры: монолог, диалог, интервью, диалог в иноязычной среде с переводом на русский и др.

Такую работу с помощью ИКТ можно сделать многоуровневой, распределив задания по уровням сложности в рамках дифференцированной и групповой деятельности. В процессе такой работы менее подготовленные курсанты, работая в группе с более подготовленными, будут наиболее эффективно усваивать учебный материал, совершенствовать профессиональную речь в контексте различных параметров (время, шум,

симуляция какой-либо профессиональной ситуации: паника, экстренный вызов, иностранная речь и пр.).

- *блок самостоятельной работы*, в котором реализуются все вышеперечисленные способы работы с электронной системой упражнений;

- *контрольный блок*, который может представлен в виде системы тестирования; в контрольном блоке в режиме «Тренировочный» можно осуществлять проверку и просмотр правильных вариантов ответов; в режиме «Тест» такую функцию необходимо блокировать, оставляя лишь возможность курсанту видеть, правильно или неправильно он ответил; помимо этого, должна быть реализована функция «Сортировка», в рамках которой преподаватель может «перемешивать» порядок расположения заданий на экране, чтобы у обучающихся не складывалось восприятие однообразного расположения правильных ответов на них.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Военный энциклопедический словарь / М-во обороны Российской Федерации ; [ред. комис. А. Э. Сердюков (пред.) и др.]. - Москва : Военное изд-во, 2007. - 831 с.

2. Гражданская защита [Текст] : энциклопедический словарь / М-во Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий ; под общ. ред. В. А. Пучкова. - Изд. 3-е. перераб. и доп. - Москва : МЧС России, 2015. - 703 с.

3. Советская военная энциклопедия [Текст] : В 8 т. / Гл. ред. комис.: Маршал Сов. Союза А. А. Гречко (пред.) [и др.] ; М-во обороны СССР. Ин-т воен. истории. - Москва : Воениздат, 1976.

4. Словарь сочетаемости слов русского языка : Ок. 2500 словар. ст. / Гос. ин-т рус. яз. им. А.С. Пушкина; [П.Н. Денисов и др.]; Под ред. П.Н. Денисова, В.В. Морковкина. - 3. изд., испр. - Москва : Астрель : АСТ, 2002. - 811 с.

5. Толковый словарь русского языка [Текст] : 72500 слов и 7500 фразеологических выражений / С. И. Ожегов, Н. Ю. Шведова ; Российская АН, Ин-т рус. яз., Российский фонд культуры. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Азъ, 1994.

УДК 612.8

К. В. Лосев, Л. В. Чекарев

Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

ФОРМИРОВАНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ СПАСАТЕЛЕЙ И ПОЖАРНЫХ К РИСКУ, КАК КОМПОНЕНТА ИХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ МОТИВАЦИИ

В статье рассматривается психологическая готовность к риску спасателей и пожарных как психический механизм адаптации к условиям витальной угрозы и компонент мотивационной сферы личности, обуславливающий успешность профессиональной деятельности. Также данный феномен раскрывается как профессионально-важное качество, обуславливающее результативность деятельности данной категории по спасению жизни пострадавших и своей собственной.

Ключевые слова: психологическая готовность к риску; потребностно-мотивационная сфера личности; профессиональная мотивация; профессионально-важные качества; отношение к риску; ценностные ориентации.

K. V. Losev, L. V. Chekarev

FORMATION OF PSYCHOLOGICAL READINESS OF RESCUERS AND FIREFIGHTERS FOR RISK, AS A COMPONENT OF THEIR PROFESSIONAL MOTIVATION

The article discusses the psychological readiness for risk of rescuers and firefighters as a mental mechanism of adaptation to the conditions of vital threat and a component of the motivational sphere of the individual, which determines the success of professional activity. Also, this phenomenon is revealed as a professionally important quality that determines the effectiveness of the activities of this category to save the lives of victims and their own.

Keywords: psychological readiness for risk; need-motivational sphere of personality; professional motivation; professionally important qualities; Attitude to riskvalue orientations.

Профессии, связанные с риском, всегда вызывали в обществе глубочайшее уважение и почет. Безусловно, профессия спасателя и пожарного относится к ним. Представители данных специальностей должны обладать определенными качествами как физиологическими, так и психологическими, поддерживающими нормальное функциональное состояние организма в экстремальных условиях деятельности.

В этой связи особую роль играет потребностно-мотивационная сфера личности данной категории работников, поскольку поддержание организма на определенном уровне работоспособности и желание его профилактировать является ее прерогативой. Формирование установки на здоровый образ жизни, на совершенствование когнитивной сферы и интеллектуального уровня, поскольку они актуализируются в ходе ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, являются детерминантами успешности профессиональной деятельности специалистов МЧС России. Потребностная сфера личности включает в себя мотивы, желания, потребности, установки, ценностные ориентации, направленность личности и готовность человека к определенной деятельности. Рассмотрим готовность к деятельности как психологический феномен. Готовность к тому или иному виду деятельности представляет собой развитую систему убеждений, взглядов, отношений, настроенности на определенное поведение. Такая готовность достигается в ходе моральной, психологической, профессиональной и физической подготовки, является результатом всестороннего развития личности с учетом требований, предъявляемых особенностями деятельности. Психологическая готовность к риску как компонент мотивации личности спасателей и пожарных должна быть сформирована в ходе профессиональной подготовки, и как ее составляющей, психологической подготовки. Данная индивидуально-психологическая характеристика должна формироваться в процессе профессиональной деятельности. В ходе профессионального психологического отбора претендентов на должности спасателей и пожарных выявляется склонность к риску. Данная характеристика тесно связана с темпераментной доминантой и характерологическими особенностями человека [1].

Отношение к риску теснейшим образом связано с ценностями, как условие сохранения жизни, как главная ценность [2]. Предрасположенность к оправданному риску — это профессионально-важное качество спасателей и пожарных, которое должно формироваться в ходе повседневной деятельности. Идентификация рискованных ситуаций, возникающих в профессиональной деятельности данной категории, является обязательным условием успешного их разрешения. Мотивация выживания в условиях угрозы жизни есть основа не только для пострадавших в зоне чрезвычайной ситуации (далее — ЧС), но и для самих специалистов МЧС России. Жизнь пострадавших и своя собственная является главнейшей ценностью, которой обладает человек. В этом отношении ценностные ориентации спасателей заключаются в адекватном отношении к риску как залогоу результативности выполнения профессиональных задач. А задачи эти обусловлены спасением жизни людей, пострадавших в результате чрезвычайных ситуаций (далее — ЧС) и своей собственной ради извлечения их из экстремальных условий. Можно сказать, что риск — неизбежный спутник любого решения, принимаемого человеком, а спасателем и пожарным особенно. [2]

Если говорить о данных профессиях, то степень риска принятия неверного решения очень высока. Психологические аспекты проблемы принятия решения в обстановке экстремальной профессиональной деятельности обладают существенной спецификой. Когда человек находится в состоянии стресса повышается вероятность выбора наиболее рискованного решения из возможных, либо выбор первого же решения, которое приходит на ум. Учитывая профессиональную подготовку пожарных и спасателей, процесс принятия ими решения происходит, исходя из конкретной экстремальной ситуации, индивидуального уровня стрессоустойчивости специалистов, как профессионально-важного качества. Вернее всего, данный процесс является комбинированным, так как любому живому человеку присущ инстинкт самосохранения. Но главенствующим фактором при принятии рискованного для его жизни решения является спасение жизни пострадавших. Данный внутриличностный конфликт должен решиться в пользу людей, оказавшихся в беде. Рискованная деятельность является синтезом двух начал: объективного (неопределенность ситуации) и субъективного (сознательное действие наудачу). Субъективная оценка риска требует, прежде всего, соответствующего уровня профессиональных знаний, а их отсутствие или небольшой профессиональный опыт, приводит к неадекватной оценке ситуации. Объективная сторона риска — мотивационная. Она определяется степенью опасности (угрозы жизни, ущерба) при неудачном исходе рискованного действия и значимостью успеха при удачном результате, а также предполагаемыми вероятностями удачных и неудачных исходов [2]. Мотивированный риск подразделяется на оправданный и неоправданный. Первый определяется делом, объективно необходимым результатом, что и заставляет пожарных и спасателей идти на риск. Вторым мотивирован высокой вероятностью достижения желаемого, даже если результат действий не является высоко значимым. Независимо от сложившейся ситуации, предпочтение опасных способов действий безопасным и снижение уровня самоконтроля представляют собой неоправданный, безответственный риск. В области экстремальной психологии принято различать риск обоснованный, который оценивается как неотъемлемое право профессионала, и риск необоснованный, являющийся элементом авантюризма. Главное их отличие заключается в том, что обоснованный риск можно рассматривать как необходимость действий в условиях объективной (доказанной, обоснованной) неопределенности, свойственной данной ситуации (ЧС), а необоснованный риск — это результат нежелания или субъективного неумения расчетным путем снизить эту неопределенность. Также имеют место понятия профессиональный и непрофессиональный риск [1].

В профессиональной деятельности пожарных и спасателей, безусловно, присутствует профессиональный (закономерный) риск. И профессиональное мастерство данной категории специалистов сводится к тому, чтобы этот риск минимизировать, действовать так, чтобы в данной ситуации не возникало еще и

дополнительного, неоправданного риска. Чем выше профессионализм спасателя и пожарного, тем ниже доля неоправданного риска. Критерием мастерства данной категории является то, что истинный профессионал не стремится к ситуациям риска. Превентивно он рассчитывает развитие ЧС, хотя подчас это очень сложно, и принимает единственно верное решение, позволяющее спасти жизнь пострадавшим и свою [3].

В свою очередь, воздействие стресс-факторов в условиях ЧС снижают качество принимаемых решений, а с другой стороны, могут оказывать определенное мобилизующее влияние. Экстремальная ситуация в некоторых случаях действительно может выступать «катализатором» личностного развития. Любой социальный опыт, тем более профессиональный, связанный с риском для жизни, дает возможность проанализировать предыдущие ситуации и расширяет возможности для новых, более качественных решений, минимизирующих их негативные последствия.

Формирование психологической готовности к риску у спасателей обусловлено проведением плановых занятий по психологической подготовке. Механизмы саморегуляции, которые являются основой принятия решения с оправданным риском, должны развиваться с помощью определенных методов и методик. Основой данной характеристики является уровень нервно-психической устойчивости (значение шкалы поведенческой регуляции) опросника «Прогноз». Данная характеристика является отправной точкой развития психологической готовности к риску. В рамках психологического сопровождения профессиональной деятельности данных работников, а также психопрофилактической работы, реализуются мероприятия по формированию готовности к риску, в первую очередь, в рамках психологической подготовки. Психологическая подготовка в данном контексте организуется проведением теоретических и практических занятий, освещающих и моделирующих конкретные ситуации, реализующие готовность к оправданному риску пожарных и спасателей. Данные занятия формируют информационный и практический базис для успешных действий в условиях ЧС, предполагающих принятие рискованного решения о спасении пострадавших, но единственно верного. Занятия организуются психологами подразделений Федеральной противопожарной службы, пожарно-спасательных отрядов, или учебно-методическими центрами по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям (далее — УМЦ ГО и ЧС), осуществляющими профессиональную переподготовку или повышение квалификации данной категории работников. На занятиях реализуются методы и методики, интерпретирующие и практически моделирующие те ЧС, где обучающиеся формируют и развивают качества, детерминирующие готовность к риску, обеспечивающего оптимальное решение о спасении пострадавших от ЧС природного и техногенного характера. Преподаватели УМЦ ГО и ЧС и психологи подразделений МЧС России должны подчеркивать причинно-следственную связь уровня готовности пожарного и спасателя к риску, как совокупности

мотивов, ценностей и нервно-психической устойчивости, и рациональным решением по спасению пострадавших.

Таким образом, формирование психологической готовности спасателей и пожарных к риску является фундаментальной работой психологов подразделений МЧС России. В ходе психологического сопровождения деятельности данного профессионального контингента, в контексте реализации потребностно-мотивационной направленности их личности, формируются элементы саморазвития и минимизация витальной угрозы для себя и пострадавших.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бережная Е.В., Порохня Т.А., Кукота С.И. Анализ существующих определений риска и подходов к его классификации. Сборник научных трудов СевКав ГТУ. Серия «Экономика», 2005, №2 С.76-85.

2. Губин В.А., Петимко А.И. Отношение к риску как компонент психологической готовности к профессиональной деятельности сотрудников МЧС России: [монография] / В.А. Губин, А.И. Петимко. - Екатеринбург: Уральский ин-т практической психологии, 2014. - 186 с. : ил.; 21 см.; ISBN 978-5-91-388-011-6 Текст непосредственный.

3. Корнилова Т.В. Психология риска и принятия решений: Учебное пособие для вузов – М.: Аспект Пресс, 2003. – 286 с.; ISBN 5-7567-0267-9 Текст непосредственный.

УДК 159.923

К. В. Лосев, Л. В. Чекарев

Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

ФОРМИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ВАЖНЫХ КАЧЕСТВ У ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ В ХОДЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

В статье рассмотрены профессионально-важные качества пожарных и спасателей, обуславливающие успешность их профессиональной деятельности. Описаны психолого-педагогические условия их развития в процессе психологической подготовки данного контингента. Приводятся физиологические и психологические показатели и их динамика, выявляемые в ходе профессионального психологического отбора при приеме на работу и в ходе профессиональной деятельности.

Ключевые слова: профессионально-важные качества; психологическая подготовка; профессиональный психологический отбор; профессиональное развитие; индивидуально-психологические характеристики; психолого-педагогические условия образовательной среды.

K. V. Losev, L. V. Chekarev

FORMATION OF PROFESSIONALLY IMPORTANT QUALITIES IN FIREFIGHTERS AND RESCUERS DURING PSYCHOLOGICAL TRAINING

The article examines the professionally important qualities of rescuers and firefighters that determine the success of their professional activities. The psychological and pedagogical conditions of their development in the process of psychological training of this contingent are described. The physiological and psychological indicators and their dynamics, identified during professional psychological selection for employment and in the course of professional activity, are presented.

Keywords: professionally important qualities; psychological training; professional psychological selection; professional development; individual psychological characteristics; psychological and pedagogical conditions of the educational environment.

Проблема профессиональной пригодности человека к тому или иному виду деятельности всегда является актуальной, особенно для так называемых «опасных» профессий, к которым, безусловно, относятся пожарные и спасатели. Успешность их профессиональной деятельности зависит от наличия у работников профессионально-важных качеств (далее — ПВК), которые формируются в течение определенного времени. Они в своей деятельности постоянно сталкиваются с экстремальными условиями выполнения работ, возникающими в ходе ликвидации чрезвычайных ситуаций (далее — ЧС) природного и техногенного характера. Наличие особых качеств и предрасположенности к такому сложному роду деятельности выявляется в ходе профессионального психологического отбора (далее — ППО), как кандидатов на должности. Процедура и методы ППО прописаны в методическом руководстве по психологическому сопровождению деятельности профессиональных контингентов, изданном центром экстренной психологической помощи МЧС России в 2009 году, где также дается определение и его сущностная характеристика [4].

Итак, профессионально психологический отбор — это система психодиагностических мероприятий, направленная на выявление социально-психологических и психологических особенностей, оценку уровня развития их деловых качеств, выявление степени пригодности кандидата к выполнению профессиональных обязанностей или обучению по специальности. Сферы, подлежащие изучению на данном этапе подразделяются на: интеллектуально-мнестическую, эмоционально-личностную и мотивационно-волевую (для боевых расчетов дополнительно учитываются психофизиологические особенности).

Интеллектуально-мнестический блок может диагностироваться с помощью следующих методов:

- тест возрастающей трудности Дж. Равена (краткий ориентировочный тест Вандерлика);
- методика «Интеллектуальная лабильность».

Для исследования эмоционально-личностного направления реализуют следующие методики:

- стандартизированный многофакторный метод исследования личности по Л. Собчик;
- методику многостороннего исследования личности по Ф. Березину и опросник Кеттелла (формы А или С).

Для управленцев дополнительно проводится оценка коммуникативных и организаторских склонностей (КОС-1 или КОС-2).

Мотивационно-волевое исследование позволяет определить уровень нервно-психической устойчивости: пробы Шварцландера, «Прогноз» («Прогноз-2») или «Ориентировочная анкета».

Психофизиологические данные исследуются с помощью:

- методики вариационной кардиоинтервалометрии;
- акустико-моторной пробы;
- а также теппинг-тестов, включающих диагностику особенностей мышления: и внимания: (методики «Красно-черные таблицы», «Расстановка чисел», «Числовой квадрат», «Таблицы Шульте»). Данный блок обязательно используется для определения функционального состояния физиологических систем организма, обеспечивающих надежность работы специалистов МЧС в экстремальных условиях.

Использование данного диагностического инструментария выявляет уровень развития индивидуально-психологических качеств претендентов на должности спасателей и пожарных, которые впоследствии актуализируются в их профессиональной деятельности через механизм саморегуляции. У работников изучается уровень развития когнитивных процессов, а именно: внимания, памяти (оперативной, кратковременной и долговременной) и мышления (наглядно-образного, наглядно-действенного и логического). Также в ходе тестирования исследуется уровень личностного адаптационного потенциала будущих специалистов, как совокупности показателей моральной нормативности, коммуникативного потенциала и поведенческой регуляции, по шкалам 3 уровня мотивационного личностного опросника «Адаптивность» (Маклаков А.Г., Чермянин С.В.). Определение профессиональной пригодности деятельности пожарных и спасателей является первой ступенью к достижению профессионального мастерства и развитию волевых качеств, уровень которых определяется в ходе психологического отбора.

Формирование профессиональных качеств происходит в ходе повседневной деятельности пожарных и спасателей, которая диктует не только их наличие, но и определенную иерархию, исходя из специфики чрезвычайных

ситуаций, последствия которых они ликвидируют. Данное соподчинение исследуется в основном с помощью психограммы.

Психограмма — это система требований профессии к психологическим, психофизиологическим качествам человека и мера их выраженности. Она составляется в результате анализа психологической структуры деятельности и является частью профессиограммы, которая включает в себя основные требования, предъявляемые профессией к психологическим и физиологическим качествам человека [4].

Несмотря на некоторые различия в психограммах спасателей и пожарных, можно выделить ряд элементов, их объединяющих. Данный вид обследования направлен на выявление качеств личности, которые должны быть присущи данной категории работников.

Рассмотрим, на что необходимо обращать особое внимание при формировании профессионально-важных качеств:

- на устойчивость восприятия функций анализаторов и качества зрительного и слухового восприятия (формы, размеров, удаленности, и скорости), так как деятельность спасателей сопряжена с широким спектром негативных событий [1];

- на формирование пространственного мышления и внимания, которые характеризуется необходимостью большого объема, быстрого переключения и распределения в условиях отвлекающих воздействий и дефицита времени; способность быстро ориентироваться в новой и незнакомой обстановке, оценить степень важности поступающей информации;

- физическая выносливость, хорошая координация движений, устойчивость к тремору; способность использовать мускульную силу, как взрывного, так и статического характера качества необходимые спасателю.

- личностные особенности человека имеют важное значение, к ним можно отнести: высокий уровень субъективного контроля; эмоциональную стабильность; толерантность к стрессу и фрустрации; уровень ситуационной тревожности; остроту реакций на опасность и самое главное – умеренную склонность к риску и уверенность в себе [3];

- умение работать в команде, одно из важнейших социально-психологических качеств.

Противопоказаниями к профессиональной деятельности пожарных и спасателей после проведения обследования являются следующие особенности: психические отклонения; нервно-психическая неустойчивость; выраженные акцентуации, высокая склонность к риску; обостренная реакция на неудачи; алкогольная, лекарственная или наркотическая зависимость; и конечно же плохая физическая подготовка.

Исследования по определению профессионально важных качеств, позволяют успешно выявить пригодность сотрудников МЧС России выполнять свои обязанности в различных условиях. Для этого используется целостная структура для определения наиболее важных качеств:

- психофизиологических;
- эргономических;
- социально-психологических;
- инженерно-психологических.

Первый вид определяет степень соответствия возможностей организма человека к содержанию и условиям выполнения аварийно-спасательных работ. Они характеризуют состояние функциональных систем организма человека (сердечно-сосудистой, дыхательной, костно-мышечной системы и органов чувств). Кроме того, оценка качеств данной группы позволяет выявить патологий, препятствующих выполнению ими профессиональных обязанностей в условиях чрезвычайных ситуаций. Изучение основных характеристик психофизиологических качеств, а также их влияния на работоспособность прерогатива работников медицинской службы.

В современных условиях при выполнении спасателями работ по ликвидации последствий ЧС немыслимо без широкого применения различных технических средств, что отражено в эргономических качествах. Эргономические системы: «человек – техника», «человек – знаковая система», определяют психологический потенциал личности, реализуемый при работе с техническими системами и агрегатами. Это профессионально-важные качества пожарных, от которых зависят эффективность и надежность их работ при взаимодействии с техническими средствами [1].

Что касается спасателей, важную роль здесь играет состояние его опорно-двигательной системы и уровень самоконтроля при работе на высоте, с различными блокировочными и страховочными системами.

Социально-психологические качества играют очень важное значение при проведении спасательных работ, что требует высокой организованности, дисциплины и тесного единения в составе своего подразделения. Наряду с эффективной работой каждого, важно взаимодействие друг с другом, а также с населением, оказавшимся в зоне бедствия.

Главными из данной группы являются коммуникативные способности и эмпатия. Они определяют особенности деятельности профессионалов, их способность ориентироваться при принятии решения на объективную ситуацию. При недостаточном уровне развития данных качеств у спасателей могут возникнуть негативные последствия, которые приведут к нарушению внутригруппового и межгруппового взаимодействия, неспособности их к самостоятельным действиям и постоянной потребности в руководстве при решении профессиональных задач.

Важную роль в формировании психологических качеств играют психические познавательные (когнитивные) процессы и психические свойства. Так, например, внимание в профессиональной деятельности делает ее продуктивной, организованной и активной. Оно позволяет спасателям осуществлять контроль над соблюдением порядка своей деятельности, над работой техники и инструмента, изменениями обстановки в опасной зоне.

Недостаточный уровень развития внимания может привести к нарушению порядка выполнения работ, ошибкам, ослаблению контроля над своей деятельностью, которые в свою очередь могут повлечь за собой выход из строя технических средств, а также травматизм и гибель людей. При обучении данной категории работников и при работе в экстремальных ситуациях все данные характеристики играют самую существенную роль. Не всегда ощущения и восприятия дают нам знание единичного – отдельных предметов и явлений реального мира. Поэтому такая информация не может рассматриваться как достаточная. Для того чтобы спасатель мог эффективно трудиться, ему необходимо предвидеть последствия тех или иных явлений, событий и своих действий. Этот многоступенчатый переход от единичного к общему и от общего опять к единичному осуществляется благодаря мышлению. В практической деятельности данной категории специалистов большую роль играет прогнозирование событий, определение характера и объема информации, необходимой для принятия решения.

Особо хочется выделить умение работать в команде – важнейшее ПВК пожарных и спасателей. Современная техника, эксплуатируемая ими весьма сложна, для ее слаженной работы нужен экипаж. Поэтому успех их деятельности достигается ценой коллективных усилий, координации действий всего личного состава расчетов. Найти свое место и роль в коллективе особенно на начальном этапе профессионального пути довольно сложная задача. Социальная психология и социология определяют, что коллектив – это организованная группа людей, являющихся частью общества, объединенными общими целями, совместной социально-полезной деятельностью. Именно он обуславливает возможность влияния на отдельную личность, ибо спасение жизни и здоровья пострадавших в зонах чрезвычайных ситуаций, а также сохранение собственной жизни зависит от слаженной и эффективной командной работы [2].

Вхождение в трудовой коллектив, где сложились свои профессиональные традиции и психологический микроклимат не всегда однозначен. У взрослого человека процесс ресоциализации, частичного преобразования предыдущего социального опыта и приобретения новых знаний, умений и навыков проходит несколько длительнее и тяжелее, адаптация молодых специалистов проходит более быстро.

Одним из условий формирования профессионально-важных качеств данной категории работников является их инженерно-психологические качества. Психологическая подготовка направлена на формирование у личного состава чувства патриотизма, профессиональной активности и готовности к самопожертвованию. Она предполагает вооружение всех работников необходимыми психологическими знаниями, сформирование у них психологической готовности и устойчивости при проведении аварийно-спасательных и других неотложных работ. Данный алгоритм реализуется путем формирования высокой нервно-психической устойчивости, способности не

поддаваться страху, сохранять самообладание в опасных для жизни ситуациях, готовности к решительным коллективным и одиночным действиям.

Психологическая подготовка направлена на формирование и развитие профессионально-важных качеств деятельности и направлена на актуализацию, совершенствование и поддержание знаний специалистов в области психологии на уровне их квалификации и отработку навыков оказания помощи пострадавшим. Она решает следующие основные задачи:

- внедрение инновационных комплексных форм профессионально-психологической подготовки личного состава путем тренинговых технологий, способствующих формированию у сотрудников профессионально-важных качеств, психологической устойчивости, навыков безопасного поведения, умений управлять конфликтными ситуациями с учетом особенностей несения службы, а именно: при тушении пожаров, спасании людей, предоставлении помощи в ликвидации последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий;
- быструю адаптацию спасателей к обстановке в зоне чрезвычайной ситуации;
- формирование у них представлений о характере подготовки и проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- формирование психологической устойчивости для работы в экстремальных условиях;
- совершенствование у личного состава спасательных формирований устойчивых навыков владения техникой и инструментом;
- оказание психологической поддержки во время работы в экстремальных условиях;
- восстановление нарушенных психических функций во время ликвидации ЧС и после ее окончания.

В результате психологической подготовки у спасателей и пожарных заблаговременно, в ходе повседневной деятельности, должна быть сформирована нервно-психическая устойчивость: то есть система психологических качеств, определяющих потенциальную возможность преодолевать трудности и успешно проводить другие неотложные работы [2].

Непосредственно перед выполнением поставленной задачи у специалистов МЧС должно быть сформировано состояние психологической готовности, обеспечивающее успешность достижения цели. В процессе обучения у них формируются и закаляются необходимые морально-волевые качества и чувства (мужество, стойкость, смелость, решительность, инициативность, готовность к выполнению задач, коллективизм). Посредством накопления соответствующих знаний, происходит закрепление навыков и умений, что способствует развитию психологической готовности и устойчивости, а также активизации мотивационных установок.

Еще одно важное качество, без которого не возможно реализовать потенциал, наработанный в ходе психологической и общей профессиональной подготовки спасателей и пожарных — это профессиональная мотивация.

Феномен, включающий в себя мотивы, установки, влечения и желания является базовым компонентом успешности выполнения профессиональных задач, стоящих перед данным контингентом. Стержнем этого является направленность личности на выбор столь нелегкой, а вернее смертельно опасной профессии. Вектор профессионального пути данных специалистов основывается и реализуется в каждодневном желании преодолевать жизненные трудности. Например, в преодолении осознания угрозы (каждый день войти в опасную зону), результат разрешения которой до конца не известен. Готовность к риску, отдать собственную жизнь, ради спасения жизни пострадавших – это психологическое кредо каждого спасателя и пожарного [2].

Для этого в ходе подготовки необходимо реализовывать методы интерактивного обучения и моделирования конкретных ситуаций с целью повышения их психологической готовности. Образовательные организации, осуществляющие профессиональную переподготовку и повышение квалификации пожарных и спасателей, реализуют такой подход. Создание необходимых психолого-педагогических условий образовательной среды в данных учреждениях детерминирует конечный результат подготовки этих специалистов. Воссоздание обстановки приближенное к ЧС, ощущение пребывания обучающихся в экстремальных условиях (например, газодымозащитные камеры) является критериями интерактивного обучения и реализации практических приемов. Использование при обучении различных тренажеров, моделирующих ситуации спасения людей, обуславливает реализацию и развитие эргономических профессионально-важных качеств обучающихся. Формируемые навыки нахождения в них, а также конкретные действия развивают телесную память, которая будет реализована в условиях реальной чрезвычайной ситуации. Занятия по оказанию экстренной психологической помощи пострадавшим в результате техногенной аварии также должны быть практикоориентированными. Спасатель должен знать симптомы острой стрессовой реакции пострадавшего, истерические реакции, психологию переживания горя (в случаях гибели родственников). Более того, данная категория специалистов должна уметь оказывать психологическую помощь, обеспечивающую стабильное состояние пострадавших до момента передачи их психологам. В частности, умение понимать другого человека, особенно попавшего в беду, его актуальное психологическое состояние, также должно активироваться в ходе отработки профильных тем занятий по психологии. Развитие эмпатии, как свойства сочувствия человеку, пострадавшему от последствий ЧС, его переживаний, боли, в процессе общения с ним, высокие коммуникативные способности также являются обязательными качествами спасателей. Умение общаться бесконфликтно, как с пострадавшими, так и с коллегами, в пиковые негативные моменты должны присутствовать и развиваться в их работе.

Профессиональная деятельность данной категории работников связана со стресс-факторами среды, формируемой условиями случившихся чрезвычайных ситуаций. Без соответствующей подготовки это ведет к тому, что человек, работающий в такой профессии, теряет психологическое и физическое здоровье. Пожарному и спасателю очень важно уметь «проработать», осмыслить, «пережить» эмоциональные впечатления от работы в экстремальной ситуации, если он владеет этими навыками, профессиональные показатели будут долго оставаться на высоком уровне. Если постоянно негативно реагировать на воздействие этих факторов (стрессоров), может развиться такой неблагоприятный, а вернее опасный феномен как посттравматическое стрессовое расстройство [2].

Существенной составляющей отсроченной реакции на психическую травму, является диссоциация, она играет существенную роль и в развитии симптомов травматических расстройств. Представители данных профессий, воспринимающие чрезвычайную ситуацию «черство», отдают отчет в своих действиях, трезво оценивают ситуацию, быстро принимают решение, тогда как эмоции оказывают обратное воздействие. В основе этого явления лежит механизм психологической защиты - диссоциация (взгляд на ситуацию извне, со стороны, без личной эмоциональной вовлеченности), часто проявляющийся в том случае, если человек по роду своей профессиональной деятельности постоянно сталкивается с болью и страданиями других людей [2].

Признаки посттравматического стресса и диссоциация, тесно связаны между собой. В этой связи минимизация последствий влияния данных факторов на психику, а именно стрессоустойчивость являются неотъемлемой частью ПВК, которыми они должны обладать.

Вывод: таким образом, наличие и формирование профессионально-важных качеств у пожарных и спасателей, поддерживающих успешность их деятельности, гарантирует выполнение сложных задач, направленных на спасение пострадавших от различных чрезвычайных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бодров В.А. Психология профессиональной пригодности : учебное пособие / В.А. Бодров ; Современное образование. – Москва, 2006. – 173 с. – Текст : непосредственный.
2. Тарабрина Н. В. Практикум по психологии посттравматического стресса. – СПб.: Питер, 2001. ISBN 5-272-00399-3.– Текст: непосредственный.
3. Губин В.А., Петимко А.И. Отношение к риску как компонент психологической готовности к профессиональной деятельности сотрудников МЧС России: [монография] / В.А. Губин, А.И. Петимко. – Екатеринбург: Уральский институт практической психологии, 2014.– 186 с. : ил.; 21 см.; ISBN 978-5-91-388-011-6.–Текст: непосредственный.
4. Методическое руководство по психологическому сопровождению деятельности профессиональных контингентов / Т.Н. Гуренкова, И.Н. Елисеева,

Н.С. Забурина [и др.] ; под общей редакцией Ю.С. Шойгу. – Москва : Центр экстренной психологической помощи МЧС России, 2009. – 32 с.– Текст: непосредственный

УДК 159.9.072

Ю. С. Мигунова, Е. В. Матросова, Е. С. Титова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

СОЦИАЛЬНО-ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА КУРСАНТОВ

В данной статье рассмотрены проблемы адаптационного потенциала курсантов образовательных организаций высшего образования системы МЧС России. Уделено внимание сравнению факторов адаптации обучающихся с разным уровнем академической успеваемости.

Ключевые слова: адаптация; адаптационный потенциал; курсанты; академический балл успеваемости.

Yu. S. Migunova, E. V. Matrosova, E. S. Titova

SOCIO-PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF ADAPTATION POTENTIAL OF CADETS

This article examines the problems of adaptation potential of cadets of educational institutions of higher education of the Russian Ministry of Emergency Situations. Attention is paid to comparing the adaptation factors of students with different levels of academic performance.

Keywords: adaptation; adaptive potential; cadets; academic grade.

Современные условия подготовки специалиста экстремального профиля предъявляют все более высокие требования к социально-психологическим качествам будущих спасателей, что обусловлено усложнением условий их профессиональной деятельности, связанных с развитием техники, средств коммуникации, усложнением требований к компетенциям специалистов и постоянно меняющихся сложных условий реализации их взаимодействия друг с другом. Данные особые условия работы требуют гибкости психологического реагирования и высокого адаптационного потенциала лиц, задействованных в выполнении профессиональных задач МЧС России. Часто эти требования близки к предельным возможностям человека, а иногда и превышают их, что

приводит к многочисленным вынужденным ошибкам и влечет за собой срывы в выполнении оперативно-служебных задач, а также нарушениям психического здоровья. Одним из перспективных направлений профилактики процесса формирования негативных социально-психологических качеств и установок профессиональной деятельности в настоящее время является психолого-педагогическое обеспечение процесса адаптации курсантов образовательных организаций высшего образования системы МЧС России. Особенную актуальность приобретает данная тема, касаясь обучающихся с низким баллом успеваемости. Это, в свою очередь, определяет необходимость всестороннего изучения особенностей адаптации данной категории курсантов к условиям обучения, выявления влияния личностных особенностей на успешность их адаптации.

Исследование процесса адаптации обучающихся в высших учебных заведениях структуры МЧС России представляет собой сложную комплексную задачу по проблеме адаптации, включающая социальный, психологический, социально-психологический и педагогический аспекты [2].

Для выявления специфических проблем адаптационного процесса обучающихся с низким академическим баллом, был проведен сравнительный анализ индивидуально-психологических особенностей данной категории респондентов и обучающихся с баллом успеваемости выше 3,4. Среди индивидуально-психологических особенностей особый акцент в исследовании был уделен адаптивности, которая раскрывается по следующим параметрам: адаптивные способности, нервно-психическая устойчивость, коммуникативные особенности, моральная нормативность; копинг-механизмам как способам преодоления трудностей в различных сферах деятельности; мотиву стремления к успеху и мотиву избегания неудачи; направленности человека (личностная (на себя), деловая (на задачу) и коллективистская (на взаимодействие)). Рассмотрим, каким образом выражены средние значения перечисленных параметров у курсантов с разным баллом успеваемости.

Таблица 1. Средние значения показателей по исследуемым группам респондентов, полученных с помощью многоуровневого личностного опросника «Адаптивность» (МЛО-АМ) А. Г. Маклакова и С. В. Чермянина

Субшкалы	Средние значения у респондентов с низким баллом успеваемости (ниже 3.3)	Средние значения у респондентов с баллом успеваемости выше 3,4
Личностный адаптивный потенциал (ЛАП)	4,3909	5,2070
Нервно-психическая устойчивость (НПУ)	5,7364	5,2419
Коммуникативные особенности (КС)	3,9909	5,0000
Моральная нормативность (МН)	4,2727	5,5488

Полученные данные показывают, что показатели адаптационного потенциала у курсантов с баллом успеваемости выше 3,4 более выражены и приближены к нормативным значениям (более 7,0). Однако средние показатели нервно-психической устойчивости курсантов с низким баллом успеваемости оказались выше. НПУ (или нервно-психической неустойчивость) отвечает за систему психической регуляции, при ее снижении возрастает риск нарушений деятельности нервной системы и развития дезадаптационных расстройств при значительном психическом и физическом напряжении, что может приводить к нервным «срывам». Результаты исследования говорят о том, что процесс адаптации у обучающихся с низким баллом успеваемости начинается именно с самоконтроля.

Копинг-стратегии позволяют сделать вывод о том, как респонденты справляются с трудностями учебно-служебной деятельности, какие ресурсы они при этом используют (табл. № 2). Чем больше показатель, тем более «напряженный» копинг, то есть тем чаще респондент прибегает к данной стратегии решения проблемной ситуации.

Таблица 2. Средние значения показателей по исследуемым группам респондентов, полученных с помощью копинг-теста Р. Лазаруса

Субшкалы	Средние значения у респондентов с низким баллом успеваемости (ниже 3.3)	Средние значения у респондентов с баллом успеваемости выше 3,4
Конфронтационный копинг	46,9727	46,1860
Дистанцирование	45,0000	46,9767
Самоконтроль	40,0455	44,0465
Поиск социальной поддержки	46,5455	47,6047
Принятие ответственности	39,0000	41,0930
Бегство избегание	45,1364	48,7209
Планирование решений проблем	42,8182	45,5814
Положительная переоценка	49,8636	46,0698

Следует отметить, что у обучающихся с более высоким баллом успеваемости копинг-стратегии находятся в более напряженном состоянии. То есть данная категория курсантов продуктивней использует имеющиеся ресурсы для выхода из проблемной ситуации, гибко подбирая их исходя из параметров ситуации. Наиболее существенные различия у обучающихся с разным баллом успеваемости в частоте использования копинга самоконтроля, принятие ответственности и планирования решения проблемы. Копинг-стратегия

«Планирование решение проблемы» является самой сложной для ее применения, так как для нее нужно иметь хорошо развитые интеллектуальные способности и способность анализировать и предвидеть ситуацию.

Проведем сравнение данных по методике А. Мехрабиана, направленной на выявление мотивации достижения, которая говорит о потребности индивида добиваться успеха (табл. №3).

Таблица 3. Средние значения показателей по исследуемым группам респондентов, полученных с помощью теста мотивации достижения А. Мехрабиана

Субшкалы	Средние значения у респондентов с низким баллом успеваемости (ниже 3.3)	Средние значения у респондентов с баллом успеваемости выше 3,4
Мотив достижения успеха	128,9091	127,3953

Результаты показали, что у обеих групп респондентов мотивация достижения заменяется мотивацией избегания неудачи (показатель мотивации достижения — выше 165). Курсанты с преобладанием мотива избегания неудач, выбирают неадекватно заниженный или завышенный риск в принятии решений, где неудача не угрожает их положению в группе. А это в данный период адаптации становится очень важным фактором. Доминирование мотива избегания неудач приводит к снижению самооценки и, соответственно, уровня притязаний. Постоянные неудачи способны привести такого обучающегося в состояние сниженной веры в себя. Для них главным становится не достичь лучших результатов, а выполнить поставленную задачу на минимальном уровне, чтобы не было замечаний от руководства и профессорско-преподавательского состава [1].

Далее рассмотрим результаты исследования направленности курсантов в процессе реализации ими учебно-служебной деятельности (табл. № 4).

Таблица 4. Средние значения показателей по исследуемым группам респондентов, полученных с помощью методики изучения направленности личности В. Смекала и М. Кучера

Субшкалы	Средние значения у респондентов с низким баллом успеваемости (ниже 3.3)	Средние значения у респондентов с баллом успеваемости выше 3,4
На себя	32,3182	33,9302
На взаимодействия	31,8182	29,9535
На задачу	27,4091	29,6512

Данные анализа показали, что если обучающиеся с низким баллом успеваемости больше настроены на взаимодействие, то удовлетворенность от учебно-служебной деятельности они получают в ситуации наличия у них хороших отношений с товарищами по службе. Обучающиеся с более высоким баллом успеваемости в период адаптации делают акцент на выполнение совместной задачи, а также на выделения себя из общей массы обучающихся.

Необходимо подчеркнуть, что особенностью адаптации курсантов 1 года обучения выражаются в наличии факторов, с которыми обучающиеся до поступления на службу не сталкивались: построение формальных (служебных) и неформальных (дружеских) межличностных отношений, которые могут не только не совпадать, но и противоречить друг другу; необходимость завоевывать авторитет; дискомфорт, вызванный проживанием курсантов в казарме; несение нарядов, которые являются новым источником стресса и прочие факторы учебно-служебной деятельности. Обучающиеся принимают на себя новую социальную роль, находятся в незнакомых условиях жизни, у них еще отсутствуют объективные данные об образовательном процессе в высшем учебном заведении, а ранее сформированные предположения не соответствуют реальности. Такие обстоятельства могут привести к сомнению в правильности выбора профессионального пути, что также отрицательно влияет на социальную и профессиональную адаптацию курсантов. Результатами таких суждений могут являться снижение мотивации к службе и учебе [3].

Исходя из полученных данных, условия по оптимизации социально-психологической адаптации курсантов должны быть направлены на формирование нервно-психической устойчивости через развитие умений планирования и распределения своего времени, положительной переоценки своего негативного опыта, повышение самоконтроля и снижения избегающего поведения (то есть ухода от существующей проблемы). Также отмечено, что у обучающихся с баллом успеваемости выше 3,4 арсенал стратегий решения проблемных ситуаций более широк, чем у обучающихся с низким баллом успеваемости.

У обучающихся с баллом успеваемости выше 3,4 адаптационный потенциал выше. За счет меньшей организованности их личностных качеств у этой категории обучающихся их поведение становится более гибким, подвижным и быстро адаптирующимся под изменяющиеся условия существования. Поэтому важно, чтобы обучающиеся в начальный период адаптации раскрыли свои возможности в сфере учебы, чтобы неуспех в этой сфере не влиял на служебную деятельность в целом.

Важно отметить, что диагностика адаптированности курсантов должна проводиться с учетом особенностей обобщенной психологической характеристики каждого из них.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Котов С. В. Мотивация «на успех» и мотивация «на избегание неудач» в контексте позитивной психологии / С. В. Котов. — Текст: непосредственный, электронный // Молодой ученый. — 2012. — № 4 (39). — С. 360-362.
2. Ласицкая Э. В. Инстинкт самосохранения личности в условиях современного мира // Личность в современном мире: жизненные стратегии, ценности, риски. Саратов, 2011. С. 83–87.
3. Мигунова Ю.С. Психолого-педагогические аспекты развития профессионально важных качеств обучающихся образовательных организаций высшего образования МЧС России // Пожарная и аварийная безопасность: сборник материалов XII Международной научно-практической конференции, посвященной Году гражданской обороны, Иваново, 29–30 ноября 2017 г. – Иваново : ФГБОУ ВО Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. С. 681-683.

УДК 377.6

А. С. Сапожников

Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ

В статье рассмотрены психолого-педагогические аспекты подготовки пожарных и спасателей влияющие на качество выполнения задач по предназначению. Обоснована актуальность данного вопроса. Обозначены причины снижающие возможности пожарных и спасателей качественно выполнять обязанности, работать безопасно. Проанализированы пути решения по психологической и педагогической составляющей в подготовке пожарных и спасателей.

Ключевые слова: психолого-педагогический аспект и педагогический аспект подготовки пожарных и спасателей; причины снижения эффективности выполнения обязанностей спасателями и пожарными; психологический отбор; подготовка пожарных и спасателей.

A. S. Sapozhnikov

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL ASPECTS OF TRAINING FIREFIGHTERS AND RESCUERS

The article discusses the psychological and pedagogical aspects of the training of firefighters and rescuers that affect the quality of the tasks assigned. The relevance of this issue is substantiated. The reasons that reduce the ability of firefighters and rescuers to perform their duties efficiently and work safely are indicated. The ways of solving the psychological and pedagogical component in the training of firefighters and rescuers are analyzed.

Keywords: psychological and pedagogical aspect; pedagogical aspect; reasons for reducing the effectiveness of performing duties by rescuers and firefighters; psychological selection; training of firefighters and rescuers.

Человек — высшая степень организации жизни на земле, венец творения эволюции, вместе с тем уязвимое живое существо и как все живые существа нуждается в защите и помощи. К сожалению, невозможно исключить из жизненного цикла негативные моменты, связанные с нарушением нормального существования человека. По различным причинам мы можем оказаться в ситуации, когда происходят несчастные случаи различного характера, а также пожары. В этих условиях нам на помощь приходят спасатели и пожарные, такие же люди, как и мы разве что имеющие специальную подготовку и снаряжение. Зачастую от их профессионализма и качества подготовки зависят наши жизнь и здоровье, благополучие близких, сохранность имущества. В этих условиях вопросы подготовки и психологического сопровождения пожарных и спасателей выходят на передний план. Они каждый день помогая людям рискуют своим здоровьем, а зачастую и жизнью. В этих условиях пожарные и спасатели подвержены серьезному психологическому воздействию, как и любой человек могут травмироваться.

Практика показывает, что зачастую снижение качества выполняемых задач пожарными и спасателями происходит не по причине отказа техники, оборудования, средств индивидуальной защиты или заболевания пожарных и спасателей, а потому, что они в процессе трудовой деятельности что-то не учли, не предвидели, забыли, где-то поторопились или промедлили, с чем-то не справились. Иногда пожарные и спасатели нарушают хорошо известные требования безопасности умышленно, прямо подставляя себя под опасности не одно живое существо так не поступает, если только приходится защищать потомство или бороться за выживание с голодом, тогда вынужденно приходится пренебрегать безопасностью. Возникает вопрос: «Почему человек, совершеннейшая биолого-социальная система ведет себя так неразумно?». В статье рассмотрим психолого-педагогические аспекты влияющие на качество подготовки пожарных и спасателей.

Психолого-педагогический аспекты — это развитие индивидуальных качеств, способностей, отношения к жизни пожарных и спасателей, раскрытие навыков, оказание помощи при возникновении той или иной проблемы, так же помощь пожарным и спасателям в формировании их качеств [1].

Педагогический аспект — связан с формированием общественно значимых мотивов выбора профессии и профессиональных интересов пожарных и спасателей [2].

Актуальность вопросов подготовки спасателей и пожарных подтверждается условиями работы указанной категории, сопряженной с опасностью.

Еще 100 лет назад нас соотечественник Рихтер высказывался о нормальных чрезвычайных факторах опасности. Для спасателей и пожарных нормальными факторами опасности являются такие как: падение с высоты, опасность наезда пожарного автомобильного транспорта, опасность поражения электрическим током при работе с силовыми установками. Чрезвычайные, появляющиеся из-за нарушений в организации работы, отказа техники или средств защиты, порой из-за ошибок человека. Они опасны своей неожиданностью, страхом. Повседневный труд в условиях постоянных социальных стрессов, угроз наказания за ошибки и недосмотры притупляют ощущение физической опасности, не позволяет вовремя реагировать на нее, а это бывает чревато тяжелыми последствиями.

С психологической точки зрения любой фактор является опасным только определенный промежуток времени. В зависимости от мощности этого стрессового фактора он может сохранять свою активность несколько лет, но чаще наша психика адаптируется к нему гораздо раньше. Поэтому если говорить о подготовке пожарных и спасателей, то очень важно такое понятие как территория тревоги или территория опасности, где человек становится более внимательным, где обостряется работа органов его чувств и он на этой территории постоянно контролирует любые моменты своего поведения. Если спасатель работает с силовой установкой, и она издает специфический звук, то этот звук в течение длительного времени обозначает территорию как опасную, соответственно спасатель ведет себя на этой территории более осторожно. Но в том случае если спасатель много лет взаимодействует с этим объектом, именно из-за адаптации его психики эта территория утрачивает признаки опасности, человек расслабляется, снижается концентрация внимания, он начинает отвлекаться и как результат повышается возможность травматизма, снижается качество выполнения работы.

Интересный факт был выявлен в Англии комиссией по производственному утомлению. Несчастные случаи между работниками, выполняющими обязанности одного и того же уровня опасности, распределяются не равномерно, 85 % случаев приходится на 15 % работников, исследования подтвердили, что определенная группа людей по своим качествам более предрасположены к несчастным случаям. Это обусловлено способностью психики и организма, адаптироваться к выполнению определенного задания.

Поскольку по ходу выполнения работы изменяются условия ее выполнения, то человеку приходится перестраиваться к новым условиям. Те, кто успевают переключаться работают безопасно. Те же, у кого такие переключения запаздывают, будут совершать ошибки, травмироваться, соответственно будет снижаться качество выполнения задачи. Способность к таким переключениям — это врожденное природное качество, а быстро

изменяющаяся обстановка, требующая принятия решений характерное обстоятельство в деятельности пожарных и спасателей.

Одной из причин снижения эффективности выполнения обязанностей спасателями и пожарными является утомление. Утомление — состояние организма, развивающееся в результате длительного и тяжелого труда. Состояние утомления отличается от состояния усталости. Первое заключается в физиологических сдвигах организма ведущих к снижению его возможностей. Второе в психическом переживании этого фактора, поэтому рост состояния усталости и утомления часто идет со сдвигом времени. Если работа представляется человеку нужной, важной, интересной, то после возникновения в организме усталости человек еще долго не ощущает утомления. Когда же работа неинтересна, однообразна, утомление может проявиться раньше, чем в организме развивается усталость. По статистике каждому четвертому несчастному случаю предшествовало состояние явно выраженного утомления. И это неудивительно, так как время реакции уставшего человека увеличивается от четырех до восьми раз. Неумышленно совершаемые ошибки могут вызвать недостатки в технике, средствах защиты плохие условия и слабая организация труда, а также несовершенство индивидуальных устойчивых качеств пожарных и спасателей. К ним относятся организаторские способности, пунктуальность, дисциплинированность, осторожность, критичность, чувство коллективизма, способность принимать решения, указывать на ошибки других. Установлено, что с профессионально важными качествами могут быть связаны такие индивидуальные показатели как: свойства нервной системы, склонность к риску, особенности поведения, концентрация, распределение, переключение и устойчивость внимания, оперативная память и оперативное мышление.

На вероятность того, что пожарный или спасатель может выполнять обязанности менее качественно сказывается его настроение, эмоциональное состояние, определяющее его жизненный тонус. Плохое настроение понижает функциональные возможности человека, делает его менее собранным.

Учеными установлено влияние суточных ритмов организма на возникновение ошибок при выполнении обязанностей по предназначению. Особенно много ошибок совершается в ночное время, от одного до пяти часов утра. В дневное время пик ошибок приходится с двенадцати до шестнадцати часов.

В этих условиях находит свое место психологический отбор как одна из составляющих психолого-педагогической подготовки пожарных и спасателей. Он должен определить и учесть психологические факторы индивидуальные особенности человека. Инструктаж по требованиям безопасности пожарных и спасателей так же должен учитывать феномены психики, такие как адаптация, вытеснение неформальное и формальное. Если атмосфера инструктажа слишком формализована, то пожарный или спасатель быстро о нем забывает. Если атмосфера слишком неформальная, то информация тоже не запоминается. Отсюда следует, что есть оптимальная грань между формальным и неформальным, работа психики, когда информация усваивается четко, когда человек активно использует эту информацию в своей деятельности.

Говоря о подготовке пожарных и спасателей необходимо заметить, что мы имеем дело с людьми, у которых сформировались определённые стереотипы, чтобы скорректировать их необходима правильная система обучения безопасной работе, основанная на инструкторской методической работе. Руководители организаций должны опираться на командиров спасателей, начальников караулов, которые являются образцом пунктуального выполнения правил и инструкций по требованиям безопасности, которые должны пресекать любые нарушения в профессиональной деятельности. Пожарный или спасатель будет верить в успех при выполнении задач только в той мере, в какой верит его непосредственный руководитель. Необходимо обращать внимание на работу опытных и квалифицированных пожарных и спасателей. Не редко эта категория допускает нарушения требований безопасности, но из-за высокой квалификации получает травмы реже. Дух товарищества влияет на организацию выполнения задач по предназначению пожарными и спасателями. Подмечено, что работники, не пользующиеся уважением в коллективе, чаще других не добросовестно относятся к своим должностным обязанностям. Важна и коллективная заинтересованность в создании безопасных условий выполнения задач, но ее нужно сформировать [3].

В процессе подготовки личного состава спасателей и пожарных необходимо наблюдать за его психическим состоянием, например, за ощущениями при работе на высоте или в средствах защиты, при работе в замкнутых пространствах за координацией движений и ловкостью при этом. Важно, как спасатель реагирует на нарушения коллегами правил безопасности и замечания коллег по их соблюдению. Все эти факторы наряду с лидерством ответственностью того или иного члена коллектива с течением времени должны лечь в основу его формирования.

Для повышения качества подготовки спасателей и пожарных проводятся соревнования по профессиональной деятельности. Уровень подготовки спасателей и пожарных настолько высок, что позволяет в реальной обстановке выполнять задачи по предназначению быстро и качественно.

Основной причиной низкой эффективности при выполнении задач является человеческий фактор. Для того чтобы его нейтрализовать и исключить полностью необходимо максимально повысить качество обучения спасателей и пожарных безопасным приемам и методам выполнения обязанностей. Необходима соответствующая учебно-материальная база для проведения занятий. Пристальное внимание уделять отработке практических действий на тренажерах, со специальным инструментом и снаряжением. Использовать тренажеры по обучению реанимационным мероприятиям, плакаты по требованиям безопасности, стендов по охране труда. Ежегодно проводятся соревнования по пожарному спорту, на звание лучшей службы ГЗДС и другие. Такие мероприятия позволяют сплотить коллективы повысить ответственность каждого члена коллектива, в том числе и за качество выполняемой работы. Положительной практикой являются тренировки спасателей на реальной технике и с реальным инструментом, снаряжением.

С точки зрения психологии должна быть обратная связь между обучающими и обучаемыми пожарными и спасателями в процессе подготовки. В обычных условиях обучающийся усваивает до 10 % информации, применяя методику обратной связи возможно в несколько раз повысить процент усвоения информации. Отсюда можно сказать, что правильная подготовка спасателя или пожарного в свете психолого-педагогического аспекта, это подготовка, при которой учитываются особенности психики обучающихся пожарных или спасателей, а именно способность психики к адаптации и приему информации.

В течении жизни человек подвержен стрессам в результате которых развиваются психосоматические заболевания, повышается вероятность снижения качества выполнения обязанностей. Активный образ жизни способствует выработке в организме защитного механизма против стресса, контроля своего поведения своих реакций. Немаловажным здесь выступает и микроклимат созданный в семье спасателя или пожарного, для продуктивного отдыха и восстановления нервной системы, психического состояния.

Уровень стресса варьирует в конкретных пределах для каждого конкретного спасателя или пожарного, но есть некая норма или середина. Слишком сильный стресс приводит к утрате спасателем или пожарным функционирования по предназначению, а слабый стресс быстро забывается. Для повышения качества профессиональной подготовки каждый спасатель или пожарный должен почувствовать себя на месте человека, оказавшегося в той или иной ситуации и понять, как не надо делать. Но понять, как не надо делать это только первый этап, гораздо важнее чтобы спасатель понимал, как надо делать поэтому разработаны тренажеры, на которых действия отрабатываются до жестов до миллиметров, где они понимают, что действуют правильно [4].

Необходимо заметить, что особую актуальность развития индивидуальных качеств, способностей, отношения к жизни пожарных и спасателей, раскрытие навыков, оказание помощи, приобретают для пожарных и спасателей, выполняющих обязанности в приграничных районах к СВО, а также на территориях Луганской и Донецкой республик. В этих условиях, когда существует опасность быть раненым или убитым в результате обстрелов, действий диверсионных групп, применения БПЛА пожарным и спасателям приходится решать задачи по предназначению. Решающим фактором качества и профессионального мастерства является психологическая подготовка и практические навыки по оказанию реальной помощи пострадавшему населению. Для решения этой задачи методика подготовки пожарных и спасателей должна идти в ногу со временем, и корректироваться в зависимости от ситуации, требований практики. Такая методика должна быть гибкой и способной противостоять всем вызовам и проблемам, возникающим в условиях ведения специальной операции в приграничных районах и новых территориях.

Таким образом человек всегда стремился к совершенствованию своей деятельности. Он нашел возможность сделать свои изделия прочными и надежными, добился чтобы они служили долго. В природе всегда шла борьба за выживание в которой побеждал сильнейший, а человек был вынужден

защищать себя и свою семью. Он шагнул дальше и начал преодолевать пространства, что приносило ему новый опыт и знания. Появились люди, которые стали собирать и накапливать информацию добывать новые знания и заставлять их работать для улучшения жизни человека. Прогресс, технологии, движение вперед, стремление достичь вершины, совершить прорыв все это способствовало развитию. Была разработана система психофизиологического обследования, которая представляет собой комплекс методических, организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение безопасности работы спасателей и пожарных, функционирует система профессионального отбора кандидатов, разработана система подготовки пожарных и спасателей, а также соответствующие программы обучения. Проблема подготовки спасателей или пожарных является не только педагогической, но в значительной мере и психологической. Необходимо ввести в обиход понятие как правильная эксплуатация человеческого организма, что особенно характерно для профессии спасателя и пожарного каждый день рискующего жизнью и здоровьем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Большой психологический словарь / [Авдеева Н. Н. и др.] ; под ред. Б. Г. Мещерякова, В. П. Зинченко. - 4-е изд., расш. - Москва : АСТ ; Санкт-Петербург : Прайм-Еврознак, 2009. - 811 с.
- 2.Коджаспирова Г.М., Коджаспиров А.Ю. Педагогический словарь: Для студ. высш. и сред. пед. учеб. заведений. — М.: И; М.: Издательский центр «Академия», 2000. 176 с., С.234.
3. Методические рекомендации «Психологическая подготовка специалистов МЧС России (на примере психологической подготовки спасателей в рамках повышения классности)». – М., 2009. – 389 с., С.15.
4. Приказ МЧС России от 26 октября 2017 г. N 472 «Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны» (Зарегистрирован 12.02.2018 № 50008). Номер опубликования: 0001201802130043. Дата опубликования: 13.02.2018.

УДК 159.922

М. В. Сапунов

ФГБУ ВНИИ ГОЧС МЧС России

ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ, КАК ОСНОВА СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ В РАБОТЕ

В статье рассматриваются особенности стрессоустойчивости профессиональных пожарных и спасателей при ликвидации чрезвычайных ситуаций, какими методами и формами можно повысить уровень безаварийной и более эффективной их работы.

Ключевые слова: выполнение задач; психологическая подготовка; устойчивость к стрессу; чрезвычайные ситуации; экстремальные условия.

M. V. Sapunov

PSYCHOLOGICAL TRAINING OF FIREFIGHTERS AND RESCUERS, AS THE BASIS OF STRESS TOLERANCE IN WORK

The article discusses the features of stress resistance of professional firefighters and rescuers in emergency situations, what methods and forms can be used to increase the level of trouble-free and more effective work.

Keywords: Performance of tasks; psychological preparation; resistance to stress; emergencies; extreme conditions.

Введение

Проблема стрессоустойчивости пожарных и спасателей являются ключевой в работе данных сотрудников при ликвидации чрезвычайных ситуаций, которой в последнее время уделяется значительное внимание, с целью адаптации их в сложных условиях. Целями статьи является раскрытие методов и способов преодоления стрессов для более качественного выполнения поставленных задач указанными сотрудниками МЧС России.

Психологическая подготовка спасателей — это комплекс мероприятий, направленных на профилактику нарушений психической адаптации и оптимизацию личностных особенностей и психического состояния специалистов, включает в себя: адаптацию спасателей к деятельности в ЧС; создание у них еще до начала аварийно-спасательных работ адекватного психологического фона, минимизирующего стресс, связанный с восприятием экстремальных условий, и способствующего сохранению трудоспособности специалиста».

Профессиональная деятельность пожарных и спасателей во многом зависит от качественного обучения на первоначальном этапе своего становления. Важную роль в обеспечении психологической безопасности спасателей играет их психологическая подготовка, которая является составной частью профессиональной подготовки [1].

При ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС) спасателям приходится выдерживать значительные, а иногда предельные физические и психологические напряжения. Основное в психологической подготовке состоит в том, чтобы на основе общечеловеческих ценностей развить у спасателя психологическую устойчивость и готовность к выполнению поставленных задач.

Совершенствование необходимых качеств и навыков личного состава наиболее эффективно обеспечивается сочетанием боевых действий со специальными физическими упражнениями и психологической подготовкой.

Психологическая подготовка спасателей призвана решать следующие основные задачи:

- способствовать быстрой адаптации спасателей к обстановке в зоне чрезвычайной ситуации;
- формирование у спасателей представлений о характере подготовки и проведения АСДНР;
- формирование у спасателей психологической устойчивости для работы в экстремальных условиях;
- развитие у личного состава спасательных формирований устойчивых навыков владения спасательной техникой и инструментом в различных видах ЛСДНР;
- формирование и развитие профессионально важных качеств у спасателей;
- оказание психологической поддержки спасателям во время работы в экстремальных условиях (при отсутствии психологов и медиков);
- восстанавливать нарушенные психические функции во время проведения аварийно-спасательных работ и после их окончания.

Специальная психологическая подготовка предусматривает выработку у личного состава психологической готовности и устойчивости при подготовке к конкретным видам аварийно-спасательных и других неотложных работ. Она осуществляется путем формирования высокой эмоционально-волевой устойчивости, т.е. способности не поддаваться страху, сохранять самообладание в опасных для жизни ситуациях, готовности к решительным коллективным и одиночным действиям [2]. Специальная психологическая подготовка осуществляется в процессе учебы, проведения специальных психофизических тренировок.

Уникальным аспектом подготовки сотрудников МЧС является использование реалистичных симуляторов. Они имитируют реальные ситуации, связанные со стихийными бедствиями, заставляя сотрудников в реальном времени сталкиваться с давлением, растерянностью и

эмоциональными проблемами. Такой опыт работы в симуляционных сценариях обеспечивает не только физическую, но и психологическую готовность сотрудников к действиям в реальных чрезвычайных ситуациях [4].

Психологическая готовность спасателей МЧС — это многогранная задача. Уделяя особое внимание управлению стрессом, симуляционным тренировкам, формированию команды, поддержке психического здоровья, работе с семьей и международному сотрудничеству, МЧС России обеспечивает психологическую готовность личного состава к сложным и зачастую травматичным условиям работы в чрезвычайных ситуациях.

Пожарные и спасатели должны в своей сложной и опасной деятельности обладать навыками стрессоустойчивости.

Стрессоустойчивость — совокупность личностных качеств, позволяющих работнику переносить значительные интеллектуальные, волевые нагрузки (перегрузки), обусловленные особенностями профессиональной деятельности, без особых вредных последствий для деятельности своего здоровья и окружающих [3].

Стрессоустойчивость спасателей зависит от характера человека, его психологической подготовки, количества времени проведенного в зонах ликвидации ЧС, чем больше это время, тем более его стрессоустойчивость.

На основе анализа проведенного учёными среди пожарных и спасателей в возрасте от 20–55 лет и стажем работы 3–25 лет, имели высокие показатели степени нервно-психологической устойчивости — 25 % человек, средний — 38 %, низкий — 37 %.

Для спасателей МЧС выделяют такие профессионально важные качества как: эмоциональная устойчивость, быстрая реакция, физическая сила и выносливость, ловкость, хорошо развитые память, внимание, мышление, сенсомоторные функций, высокая устойчивость к стрессу и т.д.

Психологическая готовность в сочетании с профессиональными навыками позволяет пожарному умело и быстро выполнять боевые задачи в условиях работы по тушению пожаров или ликвидации последствий ЧС, способствует осуществлению активных, решительных и эффективных действий. [5]

Обучение сотрудников спасательных служб тактике, методам и приемам обеспечения личной безопасности в специфических условиях профессиональной деятельности и в повседневной жизни; формирование психологических установок и готовности сотрудников к обеспечению:

- личной профессионально-моральной безопасности — профессионально грамотным действиям в условиях психологического давления со стороны пострадавших;

- личной психологической безопасности — умению и навыкам психологической самодиагностики и саморегуляции для нейтрализации негативных последствий влияния стрессовых ситуаций и эмоционально-психологических нагрузок, особенно при работе в экстремальных условиях.

Вывод: для более качественного выполнения поставленных задач по ликвидации чрезвычайных ситуаций, наряду с общей профессиональной подготовкой личный состав должен иметь хорошую психологическую подготовку, которая повысит их стрессоустойчивость. Необходимо разрабатывать современные тренажеры с искусственным интеллектом, позволяющим в режиме 3D моделировать различные варианты сложных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безопасность людей на пожарах // Всесоюзный научно-исследовательский институт противопожарной обороны – М. ВНИИПО, 1979. – 54 с.
2. Бодров В.А. Психология профессиональной пригодности : Учебное пособие для вузов. – М. 1997. – ПЭР СЭ, 2001. – 311 с.
3. Гуров А.В., Исаев А.А., Коршунов И.В. Учебно-тренировочный комплекс для подготовки пожарных. Воронеж: ВИ ГПС МЧС России, 2011. 191 с.
4. Елисеев О.П. Практикум по психологии личности. – СПб. : Питер, 2002.
5. Рекомендации по методике проведения занятий по огневой полосе психологической подготовки пожарных и ее оборудованию. М., 1998.

УДК 159.9:614.8

В. М. Сердюк С. А., Онищенко

Донецкий институт ГПС МЧС России

ВЛИЯНИЕ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ НА ПРОФЕССИОНАЛЬНУЮ ПОДГОТОВКУ И УСПЕШНОЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАЧ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ СЛУЖБЫ

В данной статье рассматривается важность применения психолого-педагогических методов в подготовке пожарных и спасателей. Описывается, какие конкретные методы и подходы могут быть использованы для эффективной подготовки специалистов в условиях стрессовых ситуаций, требующих быстрого реагирования и принятия решений. Также обсуждается, какие психологические аспекты нужно учитывать при тренировках и обучении спасателей для повышения их профессиональной реакции и успешного выполнения служебных обязанностей. В статье также анализируются примеры удачного применения психолого-педагогических методов в пожарно-спасательных службах и их влияние на общую эффективность службы.

Ключевые слова: психолого-педагогические методы; профессиональная подготовка; пожарно-спасательная служба; успешное выполнение задач; стрессовые ситуации; психологические аспекты; тренировки спасателей; эффективность службы.

S. T. Serdyuk, S. A. Onishchenko

THE INFLUENCE OF PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL METHODS ON PROFESSIONAL TRAINING AND SUCCESSFUL PERFORMANCE OF TASKS OF THE FIRE AND RESCUE SERVICE

This article discusses the importance of using psychological and pedagogical methods in the training of firefighters and rescuers. It describes which specific methods and approaches can be used to effectively train specialists in stressful situations requiring rapid response and decision-making. It is also discussed which psychological aspects should be taken into account when training and educating rescuers to improve their professional response and successful performance of official duties. The article also analyzes examples of successful application of psychological and pedagogical methods in fire and rescue services and their impact on the overall efficiency of the service.

Keywords: psychological and pedagogical methods; professional training; fire and rescue service; successful completion of tasks; stressful situations; psychological aspects; training of rescuers; efficiency of the service.

Пожарно-спасательная служба является одной из самых сложных и опасных профессий, требующей не только физической подготовки, но и психологической устойчивости. В последние годы все больше внимания уделяется влиянию психолого-педагогических методов на профессиональную подготовку спасателей и успешное выполнение ими задач. Это обусловлено стремительными изменениями в технологиях, оборудовании, а также возрастающей сложностью и разнообразием задач, ставящих перед спасателями новые вызовы. В данной статье рассмотрим, какие психолого-педагогические методы могут быть применены для повышения профессиональной подготовки спасателей и обеспечения успешного выполнения ими своих задач.

В современном мире пожарно-спасательная служба играет важную роль в обеспечении безопасности общества и предотвращении чрезвычайных ситуаций. Однако, помимо технической подготовки, профессиональные спасатели также должны обладать высокой психологической устойчивостью, стрессоустойчивостью и способностью принимать решения в сложных условиях. Недостаточная психологическая подготовка может привести к ошибкам в работе, а в критических условиях это может иметь трагические последствия. Поэтому изучение влияния психолого-педагогических методов на профессиональную подготовку и успешное выполнение задач пожарно-спасательной службы является актуальной темой, помогающей улучшить процессы подготовки и повысить эффективность работы спасателей.

Цели и задачи психолого-педагогических методов могут включать в себя следующее:

Цели:

1. Помощь в понимании индивидуальных потребностей и особенностей обучающихся.

2. Создание благоприятной образовательной и воспитательной среды.
3. Развитие личностных качеств учащихся, включая их интеллектуальные, эмоциональные, социальные и творческие способности.
4. Формирование навыков саморегуляции, самооценки и саморазвития.
5. Оказание помощи в решении проблем и конфликтных ситуаций, возникающих у обучающихся в учебном процессе.

Задачи:

1. Применение адаптивных образовательных стратегий, учитывающих индивидуальные потребности обучающихся.
2. Развитие коммуникативных навыков, включая навыки слушания, эмпатии и эффективного общения.
3. Использование методов диагностики и оценки психологических особенностей и уровня образовательных достижений обучающихся.
4. Разработка и применение методик работы с детьми с особыми потребностями и ограниченными возможностями.
5. Оказание профилактической помощи в решении проблем поведения и адаптации в учебном окружении.

Психолого-педагогические методы направлены на создание условий для полноценного интеллектуального, эмоционального и социального развития обучающихся, с учетом их индивидуальных особенностей.

Работа пожарных-спасателей непосредственно связана с непредсказуемыми опасностями и рисками для жизни. Они сталкиваются с чрезвычайными обстоятельствами, угрожающими их физическому и психическому здоровью, а также жизни и здоровью гражданского населения. Этот профессиональный опыт характеризуется экстремальными условиями труда, постоянной готовностью к риску и психологической травмой.

Многие профессиональные качества и свойства специалиста развиваются в процессе его профессионального становления или могут быть компенсированы другими навыками и умениями. Однако, в экстремальных ситуациях, таких как пожары и другие чрезвычайные происшествия, требования к психическим качествам специалиста становятся особенно высокими, и механизмы компенсации могут не сработать. В таких случаях критично важно проводить тщательный профессиональный отбор сотрудников, особенно если чрезвычайные ситуации возникают регулярно. Необходимо перераспределять специалистов с учетом их индивидуальных характеристик, уровня развития профессионально важных качеств, навыков и умений.

Установлено, что в повседневных условиях дезадаптивные нервно-психические состояния наблюдаются у 23 % обследованных сотрудников МЧС России, а после ликвидации сложных пожаров — у 33 % пожарных.

В структуре нарушений нервно-психического статуса преобладают повышенная раздражительность, снижение скорости и точности психомоторных реакций, нарушения сна, снижение активности, утомляемость, общая слабость.

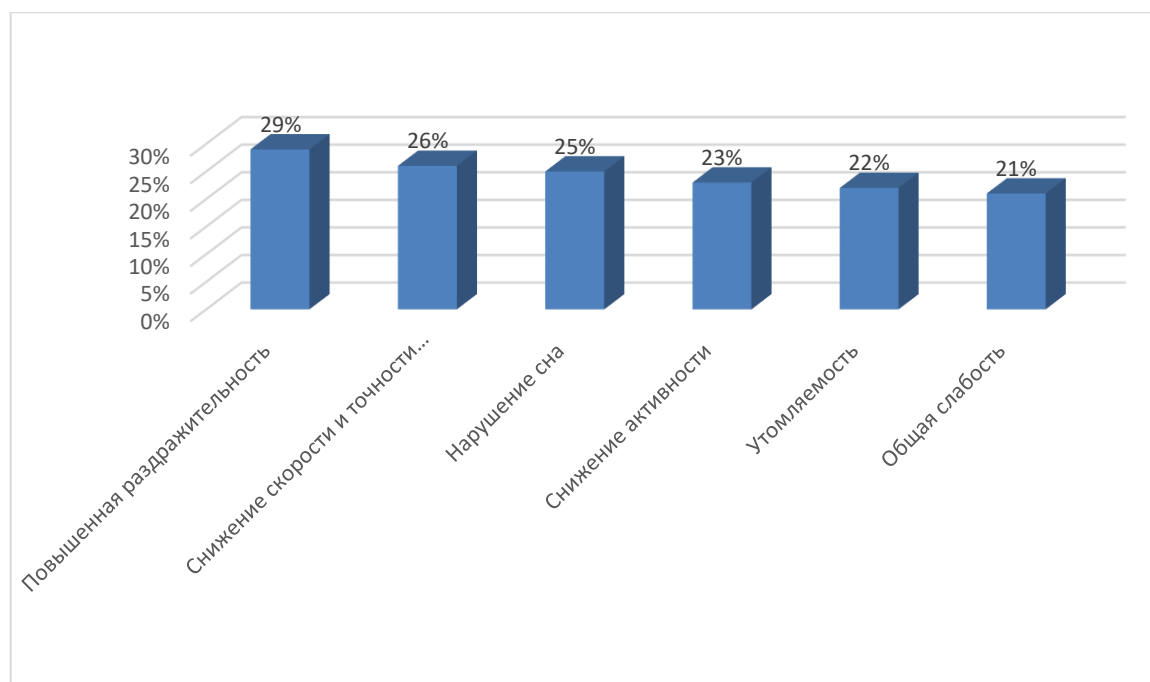


Рис. 1. Структура нарушения нервно-психического статуса

Таким образом, наблюдается снижение профессиональной эффективности у сотрудников, которые столкнулись с нервно-психическими расстройствами. Их способность к выполнению задач ухудшается, что может негативно отразиться на общей эффективности работы пожарно-спасательной службы. Это подчеркивает значимость психолого-педагогических методов для поддержания психологического здоровья и профессиональной подготовки сотрудников МЧС.

Психолого-педагогический метод представляет собой комплекс специальных методов и приемов, которые основываются на психологических и педагогических принципах, направленных на поддержание и развитие психологического благополучия, адаптацию и развитие профессиональных навыков сотрудников пожарно-спасательных служб. Эти методы могут включать в себя психологическую поддержку, тренинги по управлению стрессом, консультирование по вопросам профессионального развития и решению сложных ситуаций. Психологическая помощь сотрудникам пожарно-спасательных служб с помощью психолого-педагогических методов может способствовать улучшению психоэмоционального состояния, снижению воздействия стресса, повышению профессионализма и эффективности работы.

Существуют такие психо-педагогические методы для сотрудников пожарно-спасательных служб:

1. Психологическая поддержка и консультирование сотрудников после тяжелых операций или потери товарищей.
2. Проведение тренингов по стрессоустойчивости и эмоциональной саморегуляции.
3. Развитие навыков командного взаимодействия и эффективной коммуникации.

4. Обучение методам снятия психологического напряжения и стресса на рабочем месте.

5. Работа с посттравматическим стрессом и преодоление последствий психологических травм.

6. Тренинги по развитию эмоционального интеллекта и межличностных навыков.

7. Проведение психологических тренингов и семинаров для развития самосознания и профессиональной самооценки.

Психолого-педагогические методы могут оказать значительное влияние на профессиональную подготовку пожарно-спасательных служб следующим образом:

1. Улучшение эмоциональной и психологической устойчивости. Тренинги по управлению стрессом и тренинги эмоциональной саморегуляции могут помочь сотрудникам службы лучше справляться с трудностями и стрессовыми ситуациями, которые они могут столкнуться на службе.

2. Развитие коммуникативных навыков. Обучение методам эффективной коммуникации и командной работы может помочь сотрудникам работать более эффективно вместе, что в свою очередь улучшит общую профессиональную подготовку и оперативность во время спасательных операций.

3. Повышение мотивации и профессиональной самооценки. Проведение психологических тренингов и семинаров для развития самосознания и профессиональной самооценки может способствовать усилению мотивации и профессиональной ответственности у сотрудников службы.

4. Преодоление посттравматического стресса. Психологическая поддержка и консультирование после тяжелых операций или потери товарищей может помочь сотрудникам службы справиться с последствиями психологических травм и более успешно адаптироваться к условиям службы.

Вывод

Таким образом, результаты исследования позволяют сделать вывод о значительном влиянии психолого-педагогических методов на профессиональную подготовку и успешное выполнение задач пожарно-спасательной службы. Выявлено, что использование эффективных методов позволяет снизить уровень дезадаптивных нервно-психических состояний у сотрудников МЧС, что, в свою очередь, способствует более эффективному выполнению сложных задач в экстремальных условиях. Таким образом, важность психолого-педагогических методов в профессиональной подготовке и деятельности пожарно-спасательной службы подтверждена, что открывает перспективы для их более широкого и системного применения в данной сфере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ю.Ю. Стрельникова. Типы психологических и соматических последствий, возникающих у сотрудников МЧС России в процессе профессиональной деятельности // Вестник ЮУрГУ. Серия «Психология». - 2016. – Т. 9, № 1. - С. 55-63.
2. Гермацкая Е.И. Психологические аспекты профессионально важных качеств пожарных-спасателей // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси. - 2020. -Т. 9, № 1. - С. 96-106.
3. Ю.Г. Хлоповских. Психолого-педагогическая подготовка будущих сотрудников ГПС МЧС России к оказанию психологической помощи и самопомощи в экстремальной ситуации // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. - 2014. – Т. 2, № 1 (5), С.155-159.

УДК 614

С. В. Смекалин, С. В. Таволжанский

Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

СОЗДАНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПОЖАРНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ ЗВЕНЬЕВ ОРГАНИЗАЦИЙ

В настоящей статье раскрыты создание, функционирование, комплектование и подготовка пожарно-спасательных звеньев в организации.

Ключевые слова: пожарно-спасательное звено; нештатные аварийно-спасательные формирования; курсовое обучение; подготовка.

S. V. Smekalin, S. V. Tavalzhansky

CREATION AND FUNCTIONING OF FIRE AND RESCUE UNITS OF ORGANIZATIONS

This article reveals the creation, functioning, staffing and training of fire and rescue units in the organization.

Keywords: fire and rescue unit; non-standard emergency rescue teams; coursework; training.

В случае возникновения чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени, нештатные аварийно-спасательные формирования, находясь непосредственно в организации в составе работающей смены, могут принять необходимые экстренные меры для их локализации и ликвидации.

Пожарно-спасательные звенья создаются организациями и оснащаются специальным оборудованием, снаряжением, инструментами и материалами в соответствии с требованиями приказа № 999 от 23.12.2005 МЧС России [1].

Ведение боевых действий по тушению пожаров на предприятиях, которые имеют разработанные в установленном порядке планы ликвидации аварий, должно осуществляться с учётом особенностей, определяемых этими планами.

При определении количества пожарно-спасательных звеньев необходимо учитывать производственные особенности объекта и обстановку, которая может сложиться в организации (на территории) в мирное и военное время.

Правовые основы создания и деятельности нештатных аварийно-спасательных формирований составляют Конституция Российской Федерации, Федеральные законы от 12 февраля 1998 г. № 28-ФЗ «О гражданской обороне» [2], от 22 августа 1995 г. № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» [3] и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, а также законы и иные нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации.

Состав, структура и оснащение пожарно-спасательных звеньев определяются руководителями организаций в соответствии с порядком, утвержденным МЧС России и с учетом методических рекомендаций по созданию, подготовке, оснащению и применению нештатных аварийно-спасательных формирований, разрабатываемыми Министерством Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, исходя из задач гражданской обороны и защиты населения, и согласовываются с территориальными органами МЧС России — органами, специально уполномоченными решать задачи гражданской обороны и задачи по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций по субъектам Российской Федерации.

Пожарно-спасательные звенья организаций выполняют свои задачи в тех организациях, на базе которых они созданы и подчиняются их руководителям. По решению органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления пожарно-спасательные звенья могут привлекаться для выполнения задач в соответствии с их назначением в других организациях в установленном порядке.

Основными задачами пожарно-спасательных звеньев организации являются:

1. Аварийно-спасательные работы, связанные с тушением пожаров.

2. Поддержание в готовности к применению техники, первичных средств пожаротушения, оборудования и снаряжения, находящегося на обеспечении формирования.

3. Ведение разъяснительной работы по предупреждению пожаров.

Комплектование пожарно-спасательных звеньев организаций личным составом

В соответствии со статьей 8 Федерального закона от 22 августа 1995 г. № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей» состав и структуру аварийно-спасательных формирований, определяют создающие их организации исходя из возложенных на них задач по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Пожарно-спасательные звенья комплектуется личным составом организаций из числа своих работников.

Численность пожарно-спасательного звена целесообразно определять исходя из масштабов наиболее вероятных ЧС и аварий в организациях с учетом возможности звена ликвидировать ЧС локального характера собственными силами и с учетом планирования мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий на ОПО в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 15 сентября 2020 г. № 1437.

Рекомендуемая численность личного состава пожарно-спасательного звена для организаций составляет до 9 человек.

Пожарно-спасательное звено подлежит аттестации в Порядке, утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 22 декабря 2011 г. № 1091 «О некоторых вопросах аттестации аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, спасателей и граждан, приобретающих статус спасателя» [4].

Военнообязанные, имеющие мобилизационные предписания, могут включаться в нештатные пожарно-спасательные звенья на период до их призыва (мобилизации).

С момента объявления состояния войны, фактического начала военных действий или введения в установленном порядке военного положения на территории Российской Федерации или в отдельных ее местностях нештатные пожарно-спасательные звенья доукомплектовываются невоеннообязанными.

Обеспечение пожарно-спасательных звеньев организаций техникой и имуществом

Обеспечение пожарно-спасательных звеньев организаций специальными техникой, оборудованием, снаряжением, инструментами и материалами осуществляется за счет техники и имущества, имеющихся в организациях.

Накопление, хранение и использование материально-технических, продовольственных, медицинских и иных средств, предназначенных для оснащения пожарно-спасательных звеньев, осуществляется с учетом

методических рекомендаций по созданию, подготовке, оснащению и применению нештатных аварийно-спасательных формирований.

Оснащение пожарно-спасательных звеньев организаций осуществляется в соответствии с Примерными нормами оснащения (табелизации) нештатных аварийно-спасательных формирований специальной техникой, оборудованием, снаряжением, инструментами и материалами согласно Приказу МЧС России от 23.12.2005 № 999.

При выборе конкретной марки и модели имущества в соответствии с наименованиями такого имущества, указанного в Примерных нормах оснащения (табелизации) НАСФ специальной техникой, оборудованием, снаряжением, инструментами и материалами, утвержденными приказом МЧС России от 23 декабря 2005 г. № 999, целесообразно учитывать характеристики указанных марки и модели имущества и их соответствие последствиям военных конфликтов или ЧС природного и техногенного характера, а также физико-географические и иные особенности территорий и организаций.

Подготовка пожарно-спасательных звеньев нештатных аварийно-спасательных формирований включает

- обучение по программам подготовки спасателей в образовательных организациях, образовательных подразделениях аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований или организаций, имеющих соответствующие лицензии на право ведения образовательной деятельности по программам подготовки к ведению аварийно-спасательных работ, в соответствии с Положением о проведении аттестации аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, спасателей и граждан, приобретающих статус спасателей, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 22 декабря 2011 г. № 1091 «О некоторых вопросах аттестации аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, спасателей и граждан, приобретающих статус спасателя»;

- обучение руководителей формирований в учебно-методических центрах по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям субъектов Российской Федерации и на курсах гражданской обороны муниципальных образований;

- обучение личного состава в организации в соответствии с примерной программой обучения личного состава нештатных аварийно-спасательных формирований, рекомендуемой МЧС России;

- участие формирований в учениях и тренировках по гражданской обороне и защите от чрезвычайных ситуаций, а также практических мероприятий по ликвидации последствий аварий и катастроф.

Основной формой подготовки НАСФ к ликвидации ЧС и в области ГО являются учения и тренировки. В ходе учений и тренировок целесообразно моделировать наиболее сложную обстановку, которая может сложиться в организации при возникновении ЧС. Для подготовки к ведению ГО

рекомендуется последовательная отработка НАСФ мероприятий по ГО, включенных в план гражданской обороны организации.

Основным методическим документом, в соответствии с которым в организации может быть организован процесс подготовки НАСФ к ликвидации ЧС и в области ГО является Примерная программа курсового обучения личного состава НАСФ, утвержденная МЧС России 20 ноября 2020 г. № 2-4-71-28-11.

Примерная программа раскрывает организацию и порядок проведения курсового обучения, рекомендуемые результаты обучения.

Примерная программа составлена по модульному принципу и включает модуль базовой подготовки и модуль специальной подготовки.

Темы модуля базовой подготовки личного состава НАСФ направлены на совершенствование знаний и навыков личного состава НАСФ при оповещении, сборе и приведении в готовность формирования, а также действий при опасностях, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при ЧС. Рекомендуемый объем базовой подготовки для всех видов НАСФ - не менее 14 часов в год.

Модуль специальной подготовки НАСФ направлен на совершенствование слаженности действий НАСФ при выполнении задач по предназначению. Рекомендуемые темы подготовки отрабатываются с учетом предназначения НАСФ. На их отработку рекомендуется отводить не менее 6 часов. В состав модуля специальной подготовки может включаться одна или несколько рекомендуемых тем, исходя из предназначения НАСФ и возлагаемых задач.

Курсовое обучение личного состава НАСФ целесообразно проводить ежегодно в соответствии с Программой и расписанием занятий на год.

Занятия рекомендуется проводить в течение года ежемесячно, исключая месяцы массовых отпусков работников организаций, в рабочее время, в объеме не менее 20 часов в год.

Форма курсового обучения личного состава НАСФ — очная в рамках рабочего времени.

Списки учебных групп, руководителей занятий и расписание проведения занятий определяется распорядительным документом, организации создающей НАСФ.

Целью курсового обучения по Программам является совершенствование имеющихся у обучаемых знаний и навыков по умелым, слаженным и наиболее эффективным приемам и способам коллективных действий при приведении НАСФ в готовность, проведении ими АСДНР в интересах защиты населения от опасностей, возникающих при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при ЧС.

Проверка готовности пожарно-спасательного звена

Готовность пожарно-спасательного звена проверяется не реже одного раза в год на занятиях, контрольных проверках и учениях. При этом проверяются:

реальность расчетов по созданию формирования;
готовность формирования и его способность решать задачи по назначению;

соответствие организационной структуры формирования характеру и объему выполняемых задач;

обеспеченность формирования средствами индивидуальной защиты, техникой, имуществом и спецодеждой, а также порядок хранения материально-технических средств и их готовность к использованию;

время сбора формирования, его выхода к объектам проведения работ.

Личный состав пожарно-спасательного звена, обслуживающий технические средства, должен знать и соблюдать требования мер безопасности при работе на закрепленной за ним технике.

Особые меры безопасности должны соблюдаться при работе в зоне пожаров, разрушений, в зонах химического и радиоактивного заражения, при проведении специальной обработки (дезактивации, дегазации, дезинфекции).

Аттестация пожарно-спасательного звена

Аварийно-спасательные формирования аттестуются на право ведения аварийно-спасательных работ. При проведении аттестации аварийно-спасательного формирования определяется его соответствие установленным Постановлением Правительства РФ от 22 декабря 2011 г. № 1091 «Положением о проведении аттестации аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, спасателей и граждан, приобретающих статус спасателя» обязательным требованиям и готовность к выполнению задач, которые возлагаются на аварийно-спасательное формирование в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Граждане, приобретающие статус спасателя, и спасатели аттестуются на право ведения аварийно-спасательных работ с присвоением или подтверждением статуса спасателя и класса квалификации. При проведении аттестации гражданина, приобретающего статус спасателя, или спасателя определяется его соответствие установленным обязательным требованиям и готовность к исполнению обязанностей спасателя, установленных законодательством Российской Федерации.

В отношении вновь созданного аварийно-спасательного формирования или гражданина, приобретающего статус спасателя, проводится первичная аттестация.

Один раз в 3 года проводится периодическая аттестация пожарно-спасательного звена. Аттестация проводится постоянно действующей аттестационной комиссией.

Обязательными требованиями, предъявляемыми при аттестации пожарно-спасательного, являются

наличие учредительных документов аварийно-спасательного формирования (устава (положения), приказа или иного документа о создании аварийно-спасательного формирования;

соответствие состава и структуры аварийно-спасательного формирования, утвержденных его учредителями или организацией, создавшей аварийно-спасательного формирования, возложенным на него задачам по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, и требованиям законодательства Российской Федерации;

укомплектованность личного состава спасателями, не менее 75 процентов которых аттестованы на право ведения тех видов аварийно-спасательных работ, на выполнение которых аттестуется аварийно-спасательное формирование;

оснащенность в соответствии с нормами обеспечения, утверждаемыми учредителями аварийно-спасательного формирования, аварийно-спасательными средствами, обеспечивающими выполнение заявленных видов аварийно-спасательных работ и принадлежащими этому формированию на праве собственности или ином законном основании на срок не менее срока действия аттестации;

постоянная готовность к оперативному реагированию на чрезвычайные ситуации и проведению работ по их ликвидации.

Внеочередная аттестация формирования проводится в случае реорганизации юридического лица — учредителя аварийно-спасательной формирования, а также при изменении вида (видов) аварийно-спасательных работ, проводимых аварийно-спасательным формированием, - по инициативе учредителя или руководителя аварийно-спасательного формирования.

Внеочередная аттестация аварийно-спасательного формирования также может проводиться по инициативе органов контроля (надзора), осуществлявших в соответствии с законодательством Российской Федерации проверку аварийно-спасательной службы (формирования), при выявлении в ходе проверки нарушения обязательных требований, предъявляемых при их аттестации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 12.02.1998 № 28-ФЗ «О гражданской обороне».
2. Федеральный закон от 22 августа 1995 № 151-ФЗ «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей».
3. Приказ МЧС России от 23.12.2005 № 999 «Об утверждении порядка создания нештатных аварийно-спасательных формирований».
4. Постановление Правительства РФ от 22 декабря 2011 г. № 1091 «О некоторых вопросах аттестации аварийно-спасательных служб, аварийно-спасательных формирований, спасателей и граждан, приобретающих статус спасателя».

УДК 159.9:614.8

В. Д. Соколов С. А., Онищенко

Донецкий институт ГПС МЧС России

РОЛЬ ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ В ПОДГОТОВКЕ ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ

Пожарные-спасатели выполняют работу, связанную с тушением пожаров, ликвидацией последствий природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций, а также занимаются оказанием помощи при различных несчастных случаях. Деятельность в экстремальных ситуациях опасна и требует доверительного сотрудничества: неправильное решение или поведение могут поставить под угрозу здоровье или жизнь как самого спасателя, так и здоровье, жизнь или имущество спасаемых им людей.

Ключевые слова: подготовка; психология; обучение; стресс; качества; команда; эффективность.

V. D. Sokolov S. A. Onishchenko

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL ASPECTS OF THE TRAINING OF FIREFIGHTERS AND RESCUERS.

Firefighters-rescuers perform work related to extinguishing fires, eliminating the consequences of natural and man-made disasters and other emergencies, as well as providing assistance in various accidents. Activities in extreme situations are dangerous and require trusting cooperation: an incorrect decision or behavior can endanger the health or life of both the rescuer himself and the health, life or property of the people he saves.

Keywords: preparation; psychology; training; stress; qualities; team; efficiency.

Пожарный-спасатель должен уметь в совершенстве пользоваться спасательным оборудованием, знать основные требования техники безопасности, алгоритмы действий при ликвидации различных чрезвычайных ситуаций; обладать отличным здоровьем, выносливостью, физической силой. Представитель профессии «пожарный-спасатель» должен владеть навыками оказания первой медицинской помощи, быть стрессоустойчивым, ведь каждая экстремальная ситуация развивается непредсказуемо, не всех людей удастся спасти, иногда они гибнут на глазах, пожарному важно уметь переживать подобные психотравмирующие ситуации с наименьшими потерями для собственного психического здоровья. Из-за этого актуальность этой темы является острой и требует немедленного разбора [1].

Психолого-педагогическая подготовка пожарных и спасателей включает обучение навыкам стрессоустойчивости, методам коммуникации и работы в команде, а также методам обучения и воспитания подчиненных. Это позволяет

им лучше справляться с трудностями своей работы, сохранять эмоциональное равновесие и эффективно обучать, и воспитывать работников.

В научном плане актуальность исследования психолого-педагогических аспектов подготовки пожарных и спасателей обусловлена необходимостью разработки новых методов и подходов к обучению и воспитанию специалистов в этой области. Это необходимо для повышения качества работы пожарных и спасателей, их готовности к выполнению сложных задач, а также для снижения риска ошибок и несчастных случаев.

Подготовка пожарных и спасателей с учетом психолого-педагогического аспекта позволяет повысить эффективность их работы и снизить риск возникновения несчастных случаев и гибели людей.

Если говорить о целях и задачах, которые ставит перед собой психолого-педагогическая подготовка, можно сказать, что это:

1. Повышение эффективности работы: Одной из основных целей психолого-педагогической подготовки пожарных и спасателей является повышение их эффективности их работы. Это достигается путем разработки и внедрения методов обучения и упражнения, помогающих им развивать навыки и компетенции, необходимые для решения проблем, возникающих в чрезвычайных ситуациях.

2. Управление стрессом и тревогой: Работа пожарных и спасателей связана с постоянным стрессом и высоким уровнем тревожности. Психолого-педагогическая подготовка направлена на разработку стратегий и методов управления стрессом и тревогой, чтобы пожарные и спасатели могли эффективно работать в сложных и опасных ситуациях.

3. Развитие коммуникационных навыков: Важной задачей психолого-педагогической подготовки является развитие коммуникационных навыков у пожарных и спасателей. Это включает в себя способность эффективно общаться с другими членами команды, координировать действия, а также взаимодействовать с пострадавшими и другими людьми в чрезвычайных ситуациях.

4. Развитие принятия решений: Психолого-педагогическая подготовка также направлена на развитие навыков принятия решений у пожарных и спасателей. Это включает в себя развитие логического мышления, аналитических способностей, умение быстро оценивать ситуацию и принимать решения в условиях ограниченной информации и высокого давления.

5. Разработка эффективных учебных программ: Психолого-педагогические аспекты подготовки также включают в себя разработку и совершенствование учебных программ и методик обучения для пожарных и спасателей [2].

В общем и целом, можно сказать, что цели и задачи психолого-педагогической подготовки пожарных и спасателей помогают поднять эффективность и безопасность команд спасателей и пожарных, но также помогают улучшить и повысить их стрессоустойчивость.

Деятельность пожарных-спасателей сопровождается постоянным воздействием неблагоприятных физических, химических, психологических и других факторов, вызывающих выраженный профессиональный стресс. Экстремальные условия работы характеризуются значительным травмирующим воздействием событий и обстоятельств чрезвычайной ситуации на психику сотрудника. Это воздействие может быть мощным и однократным при угрозе жизни и здоровью или многократным, требующим адаптации к постоянно воздействующим источникам стресса.

В связи с чем вырисовывается четкий психологический портрет сотрудника Министерства чрезвычайных ситуаций, который должен относиться ко всем сотрудникам ведомства, представленный в таблице.

Многие из этих качеств приходят с опытом, но также эти качества можно получить с помощью психолого-педагогической подготовки. Разделают психологическую и педагогическую подготовку пожарных и спасателей [2].

Таблица. Личностные качества сотрудников МЧС и их влияние на работу

Личностные качества	Влияния их на работу
Смелость	Пожарные должны проявлять смелость, чтобы столкнуться с опасностью и рискованными ситуациями. Это позволяет им действовать без колебаний и предпринимать необходимые действия для спасения жизней и имущества.
Ответственность	Пожарные должны быть готовы принять на себя ответственность за принимаемые решения и действия в сложных и критических ситуациях. Это требует уверенности в своих способностях и готовности взять на себя лидерскую роль.
Уверенность	Уверенность в себе позволяет пожарным принимать решения и действовать в экстремальных условиях. Это помогает им сохранять спокойствие и контроль над ситуацией, а также вдохновлять уверенность у других членов команды и пострадавших.
Самообладание	В работе пожарных могут возникать конфликты и напряженные ситуации. Их способность оставаться уравновешенными, сохранять самообладание и эффективно решать конфликты помогает им поддерживать работоспособность команды и успех операции.
Склонность к риску	Пожарные работают в опасных условиях и часто сталкиваются с риском. Их склонность к риску позволяет им справляться с такими условиями и выполнять задачи, которые могут быть непредсказуемыми и опасными. Однако, важно отметить, что склонность к риску должна быть сбалансирована с рациональным мышлением и профессиональным подходом для обеспечения безопасности в работе.

Психологическая подготовка пожарных и спасателей проводится, чтобы помочь им эффективно справляться со стрессом и принимать правильные решения в экстремальных ситуациях. Это помогает обеспечить безопасность как для них самих, так и для тех, кого они спасают. Вот некоторые основные аспекты каждого из этих элементов:

1. Преодоление стресса:

- Понимание стресса: пожарные и спасатели должны быть осведомлены о том, что стресс является естественной реакцией организма на угрозу или опасность и что он может влиять на физическое и психическое состояние.

- Управление эмоциями: важно научиться распознавать и управлять эмоциями, чтобы не допустить их негативного влияния на принятие решений и выполнение задач.

- Психологические техники релаксации: включают методы дыхательных упражнений, медитации, визуализации и другие техники, которые помогают снизить уровень стресса и восстановить эмоциональное равновесие.

- Социальная поддержка: важным аспектом преодоления стресса является наличие и поддержка социальной сети, включая коллег, друзей и семью.

2. Принятие решений в экстремальных ситуациях:

- Оценка ситуации: пожарные и спасатели должны уметь быстро и точно оценивать ситуацию, анализировать информацию и определять приоритеты.

- Логическое мышление: Развитие логического мышления позволяет пожарным и спасателям анализировать информацию, видеть связи и причинно-следственные связи, а также прогнозировать возможные последствия.

- Тренировка и симуляции: Пожарным и спасателям предоставляются возможности тренироваться и проводить симуляции экстремальных ситуаций, чтобы развивать навыки принятия решений в реальном времени и под давлением [4].

Основы педагогической подготовки пожарных и спасателей включают в себя набор принципов, методов и подходов, используемых для обучения и развития персонала в области пожаротушения. Педагогическая подготовка направлена на эффективное передачу знаний, навыков и компетенций, необходимых для выполнения профессиональных обязанностей в чрезвычайных ситуациях. Основы педагогической подготовки включают следующие аспекты:

1. Разработка образовательных программ: Определение основных целей и задач обучения, а также разработка структурированных образовательных программ, которые включают в себя необходимые темы, материалы и методы обучения. Программы должны быть гибкими и адаптивными, учитывая специфику работы МЧС и изменяющиеся требования в области чрезвычайных ситуаций.

2. Использование активных методов обучения: Применение интерактивных методов обучения, таких как дискуссии, групповые проекты, ролевые игры и тренировки, чтобы сотрудники активно участвовали в обучении

и могли применять полученные знания и навыки на практике. Это способствует более эффективному усвоению материала и развитию практических навыков.

3. Индивидуализация обучения: Учет индивидуальных потребностей и уровня подготовки сотрудников МЧС для адаптации программ обучения. Применение различных методов и подходов, чтобы каждый сотрудник мог получить максимальную пользу от обучения и развивать свои профессиональные навыки.

4. Постоянное обновление образовательных программ: Область МЧС постоянно развивается, поэтому важно регулярно обновлять образовательные программы, чтобы соответствовать современным требованиям и передавать новейшие знания и навыки сотрудникам МЧС.

5. Оценка эффективности обучения: Оценка эффективности образовательных программ и методов обучения, чтобы определить, насколько успешно знания и навыки усвоены. Оценка может включать различные методы, такие как тестирование, практические задания, тренировки и анализ результатов работы. Это помогает выявить сильные и слабые стороны обучения и внести коррективы для дальнейшего улучшения [4].

Основы педагогической подготовки сотрудников МЧС включают комплекс мероприятий и подходов, которые направлены на эффективную передачу знаний и развитие необходимых навыков и компетенций. Это помогает сотрудникам МЧС быть готовыми реагировать на чрезвычайные ситуации и выполнять свои обязанности на высоком уровне.

Вывод

Развитие психолого-педагогической подготовки пожарных поможет им лучше справляться с требованиями и вызовами их профессии, повысить их профессиональную компетентность и эффективность действий в чрезвычайных ситуациях. Это также способствует улучшению безопасности и качества работы пожарных служб. В связи особенностями трудовой деятельности спасатель должен обладать определенными профессионально важными качествами, такими как смелость, способность брать на себя ответственность в сложных ситуациях, уверенность в себе, способность принимать правильное решение при недостатке необходимой информации, при отсутствии времени на ее осмысление, способность к длительному сохранению высокой активности; умение распределять и переключать внимание при выполнении нескольких действий, функций, задач и т.д. Кроме того, для эффективной работы должны быть на достаточно высоком уровне развиты умственные способности, техническое мышление, память, внимание.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осипов А.В. Профессионально важные качества сотрудников пожарно-спасательных формирований на разных этапах профессионального становления. Автореферат дисс. на соиск. ученой степени кандидата психологических наук. - Ростов-на-Дону, 2009. – 24с.

2. Гермацкая Е.И. Психологические аспекты профессионально важных качеств пожарных-спасателей/ Вестник Командно-инженерного института МЧС Республики Беларусь. – 2019. – Т. 19, № 1.- С.96-105.

3. Дежкина, Ю.А. Развитие профессионально важных качеств сотрудников государственной противопожарной службы МЧС России в процессе профессионализации: автореф. дисс. канд. псих. наук: 19.00.03 / Ю.А. Дежкина; Рос. гос. пед. ун-т. – СПб., 2008. – 23с.

4. [Электронный ресурс] <https://79.mchs.gov.ru/deyatelnost/poleznayainformaciya/psihologiya-bezopasnosti/ponyatie-o-stressoustoychivosti-resursnye-sposoby-preodoleniya-stressa-metody-samoregulyacii-stressovogo-sostoyaniya>.

УДК 159.94 (159.944)

Н. А. Степанова, И. Ю. Киреева

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ И РЕАБИЛИТАЦИЯ СОТРУДНИКОВ МЧС РОССИИ

В данной статье рассматриваются основные принципы и задачи медико-биологического сопровождения и реабилитации сотрудников МЧС России. Эффективное проведение данных мероприятий не только способствует сохранению здоровья работников, но также повышает эффективность их служебной деятельности. Рассмотрены различные аспекты такого сопровождения, включая профилактику донозологических состояний, профессионального выгорания и формирования посттравматического стрессового расстройства, а также методы физического, соматического и психологического восстановления спасателей.

Ключевые слова: медицина; реабилитация; спасатели; эмоциональный фон; стресс; психотерапия; сопровождение.

N. A. Stepanova, I. Yu. Kireeva

MEDICAL AND BIOLOGICAL SUPPORT AND REHABILITATION OF EMPLOYEES OF THE MINISTRY OF EMERGENCY SITUATIONS OF RUSSIA

This article discusses the basic principles and tasks of medical and biological support and rehabilitation of employees of the Ministry of Emergency Situations of Russia. The effective implementation of these measures not only helps to preserve the health of employees, but also increases the effectiveness of their official activities. Various aspects of such support are considered, including the prevention of prenosological conditions, professional burnout and the formation of post-traumatic stress disorder, as well as methods of physical, somatic and psychological recovery of rescuers.

Keywords: medicine, rehabilitation, rescuers, emotional background, stress, psychotherapy, support.

Работу в системе МЧС России классифицируют как сложный и напряженный труд с высокой социальной значимостью. Экстремальные условия труда пожарных, наличие опасных и вредных профессиональных факторов требуют разработки комплексной системы безопасности и сохранения здоровья сотрудников рискоопасных профессий с целью диагностики их текущего физиологического и психологического статусов, наличия острых или хронических заболеваний и отдаленных последствий для здоровья. Поэтому совершенствование обеспечения медицинского сопровождения и реабилитации спасателей - важные направления сохранения их профессионального здоровья и продления профессионального долголетия.

Цель исследования — анализ данных литературы о современных аспектах в практике медико-биологического сопровождения и реабилитации сотрудников МЧС.

В нашей стране в рамках реализации государственной политики в области обеспечения безопасности населения от угроз военного и мирного времени, разработано и выполняются много государственных и ведомственных программ («Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года»; «Защита населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, обеспечение пожарной безопасности и безопасности людей на водных объектах»), требующих от сотрудников МЧС крепкого соматического, физического и психического здоровья.

Известно, что профессиональная деятельность спасателей протекает в двух основных режимах: режиме повышенной готовности и ожидания, и режиме ликвидации ЧС и их последствий. Режим и длительность работы спасателей могут быть изменены в зависимости от характера и особенностей выполнения работ по ликвидации ЧС с учетом санитарно-эпидемиологических требований и врачебных рекомендаций.

Согласно нормативным документам, важнейшими факторами для классификации окончательного класса тяжести и напряженности труда спасателей в процессе ликвидации чрезвычайных ситуаций являются вредность и опасность (экстремальность) труда, соответствующего 3 степени 3 класса или 4 классу (3.3. – 4).

При выполнении работ по устранению последствий чрезвычайной ситуации возрастает нагрузка на интеллект, чувствительность и эмоциональное состояние работников спасательной службы. Рабочий график может меняться, что приводит к увеличению стресса. Согласно гигиенической оценке, основным фактором, негативно влияющим на здоровье спасателей как в условиях

повышенной готовности, так и при устранении последствий ЧС, является трудность выполняемой работы.

Условия выполнения профессиональных обязанностей различны: высокие перепады температур, сильная концентрация дыма и ограниченная видимость. Всё это сопровождается непрерывной угрозой жизни и здоровью (возможны обрушения горящих конструкций, взрывы паров и газов, интоксикация токсичными веществами, выделяющимися в результате горения), негативными эмоциональными воздействиями (вынос раненых и обожженных людей и т.д.) К этому добавляются трудности, предопределенные необходимостью выполнения работ в ограниченном пространстве (в тоннелях, подземных галереях, газопроводных и кабельных коммуникациях), что усложняет действия, нарушает привычные методы продвижения, рабочие позы (продвижение ползком, работа лежа).

Поскольку профессиональная деятельность сотрудников МЧС России связана с необходимостью постоянной готовности к реагированию на ЧС, к их организму предъявляются повышенные требования, связанные с широким диапазоном резервных возможностей, обеспечивающих процессы срочной адаптации к конкретным условиям. Как известно, всевозможные стрессовые воздействия запускают в организме систему неспецифических реакций (стресс-реализующих), направленных на приспособление организма к конкретным условиям существования [1]. Согласно статистическим данным, у трети лиц, чья профессиональная деятельность связана с высоким риском, могут наблюдаться неспецифические отклонения, сопровождающиеся временным умеренным снижением функциональных резервов организма, состоянием нервно-психического напряжения и в целом напряжением механизмов адаптации. Отсюда следует, что профессиональная деятельность пожарных вызывает сложные адаптационные перестройки в их организме, а эмоциональные и физические нагрузки ведут к истощению адаптационных и компенсаторных резервов организма и развитию явлений дезадаптации, далее – к появлению функциональных отклонений (донозологических состояний). Если их вовремя не выявлять и не корректировать, то не избежать органических изменений в органах и системах (болезням) и формирования посттравматического стрессового расстройства (ПТСР), которое определяют как событие, выходящее за границы нормального человеческого опыта.

Необходимо указать, что профессиональные компетенции любых специалистов приобретаются и формируются в процессе трудовой деятельности или же они компенсируются наличием других умений и навыков. Однако, предсказать психическую реакцию спасателя, несмотря на профессиональный отбор, сложно, ведь компенсаторные механизмы организма срабатывают не всегда. Кроме того, что в последнее время значительно изменился социально-психологический аспект профессиональной деятельности пожарных, т.к. кроме выполнения своих прямых обязанностей, их стали привлекать к оказанию помощи пострадавшим в результате ЧС природного и

техногенного характера, и к обеспечению безопасности при проведении различных спортивно-массовых мероприятий (международных, федеральных). Новые условия труда требуют дополнительной подготовки спасателей с целью повышения уровня их социального интеллекта, способности коммуницировать с людьми разных национальностей, культур для возможности оказания им первой психологической помощи хотя бы в виде обмена сообщениями. С учетом того, что в условиях ЧС возле пострадавших нет никого, кроме спасателей, их роль в оказании первой помощи и психологического сопровождения бесценна.

Учитывая специфику и особенности труда пожарных и спасателей необходимость их медицинского сопровождения, физическая и психологическая реабилитации является важная и актуальными задачами восстановления и поддержания уровня здоровья психического и соматического здоровья. Несмотря на наличие в МЧС России порядка медицинского обеспечения, включающей в себя медицинский отбор, освидетельствование, динамическое наблюдение, комплекс санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий по сохранению здоровья сотрудников, отмечается стабильная тенденция к понижению профессионального долголетия и устойчивое сокращение психофизиологических резервов организма у специалистов МЧС России. Понимание комплексного социально-психологического и медицинского подхода к поддержанию стабильного здоровья спасателей требует внимательного анализа и отношения к этому вопросу.

В программах реабилитации обязательно присутствуют занятия по приобретению и поддержанию определенных психологических по общению с пострадавшими при проведении аварийно-спасательных работ. Кроме того, обучают навыкам психологической саморегуляции как рядового, так и руководящего состава МЧС, с целью познания возможностей своего организма и умению активизировать их в нужный момент. Эти навыки в дальнейшем используются в других программах реабилитации, например БОС-терапии.

Особое внимание уделяется физической реабилитации и психологическому восстановлению путем проведения специальных тренировок, физических упражнений, процедур по восстановлению мышечного тонуса и психологическому сопровождению, сочетающие психофизиологическую диагностику, психокоррекцию и релаксационные практики, базирующиеся на методах нейробиоуправления (БОС, НейроБОС).

Это современный подход превентивной медицины, предупреждающий развитие болезней разной этиологии на основе объединения нейрофизиологии и нейропсихологии. Непосредственно «Базовый тренинг саморегуляции» (БОС-терапия) обучает пациента управлению собственными физиологическими функциями (ЧСС, АД) с целью быстрого физического восстановления. Нейробиоуправление («НейроБОС») основан на «глубоком» тренинг дыхания, концентрации внимания, быстрой релаксации с контролем показателей

энцефалограммы. Лечение нарушений двигательной активности, головных и фантомных болей, а главное стресс-зависимых расстройств проводят на основе приема электромиографических сигналов (мышечной активности) –это ЭМБ БОС. ТемпБос регистрирует температуру кожи кончиков пальцев рук - показатель интенсивности периферического кровотока, что позволяет корректировать психоэмоциональные напряжения и лечить сосудистые заболевания [3].

Следовательно, интенсивная и ответственная работа спасателей, всегда влечет выраженное напряжение всех функциональных систем организма, которое требует проведения специфических восстановительных медико-психологических мероприятий. Психологический дискомфорт, гнев, депрессия, неожиданный сильный страх, синдром хронической усталости, беспокойность сотрудников МЧС и спасателей корректируются после обучения на тренингах произвольного управления с помощью нейрореабилитации. Именно поэтому в их реабилитационные комплексы включаются БОС-тренинги (не менее 10-15 ч.) по задержке дыхания, обучению диафрагмальному дыханию и по изменению частоты дыхания [5].

Научно доказано, что психологическая реабилитация играет решающую роль в процессе физической реабилитации пациентов. Специалисты в области медицинской реабилитации рекомендуют проводить психологическую реабилитацию на всех этапах восстановительного лечения, поскольку методы психотерапии — это составная часть любой лечебной деятельности.

Таким образом, медико-психологическое сопровождение и реабилитация пожарных-спасателей в системе МЧС должны базироваться на приоритете психологических факторов в сохранении здоровья. Внедрение современных медицинских технологий, развитие телемедицины и повышение квалификации медицинского персонала смогут гарантировать более эффективное восстановление и сохранение здоровья сотрудников МЧС, что положительно отразится на результатах их профессиональной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайлова Л.А. гигиенические и физиологические аспекты деятельности специалистов экстремальных профессий //Фундаментальные исследования. – 2014. – № 10-8. – С. 1626-1631; URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36370> (дата обращения: 07.03.2024).
2. Марьин М.И. Динамика заболеваемости пожарных нервно-психическими болезнями // Пожарная безопасность. 1999. № 4. С. 73-77.
3. Степанова Н.А., Киреева И.Ю. Функциональное биоуправление в программах реабилитации пожарных и спасателей // Астрахань, 2024. С. 2.
4. Вартанова Т.С., Сметанкин А.А. Очерк истории развития биологической обратной связи как метода медицинской реабилитации / Т.С. Вартанова, А.А. Сметанкин // Общие вопросы применения метода БОС. – СПб.: ЗАО «Биосвязь»,

2008. Василевский Н.Н. Современные проблемы экологической физиологии / Н.Н. Василевский. Л., 1984. 75 с.

5. Володенко Д. В. Опыт применения БОС-тренинга в комплексной реабилитации пожарных и спасателей // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. 2016. № 2(19). С. 32-33.

УДК 37.378.6

О. Е. Сторонкина, Т. А. Мочалова

Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ В МАЛЫХ ГРУППАХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ И ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ»

В статье рассматривается метод работы в малых группах в рамках лабораторных занятий по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожаров», его значение, порядок проведения, а также роль каждого обучающего в микро-группе.

Ключевые слова: интерактивные методы; метод работы в малых группах; лабораторная работа.

O. E. Storonkina, T. A. Mochalova

FEATURES OF WORK IN SMALL GROUPS WHEN CONDUCTING LABORATORY WORK IN THE DISCIPLINE «PHYSICAL AND CHEMICAL FUNDAMENTALS OF THE DEVELOPMENT AND EXTINGUISHING OF FIRE»

The article discusses the method of working in small groups within the framework of laboratory classes in the discipline «Physico-chemical foundations of the development and extinguishing of fires», its significance, procedure, as well as the role of each teacher in the micro-group.

Keywords: interactive methods; method of work in small groups; laboratory work.

В современных условиях выпускник образовательных организаций МЧС России должен обладать не только необходимым уровнем профессиональных знаний, умений и навыков, но и уметь управлять людьми, принимать обоснованные и компетентные решения. Поэтому возникает необходимость формировать у выпускников не только профессиональные, но и организационно-управленческие компетенции [1].

Одной из таких компетенций является универсальная компетенция «Командная работа и лидерство». Выпускник на рабочем месте, должен уметь реализовывать социальное взаимодействие и управленческую функцию в команде. А технология обучения в малых группах — оптимальное средство формирования этой компетенции, позволяющая моделировать социальные коммуникации при управлении подчиненным личным составом. Реализация технологии обучения в малых группах также меняет роль преподавателя. Он уже выступает не в роли источника информации и контроля, в роли консультанта, направляющего работу группы в правильное русло.

При изучении дисциплины «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» нами введена методика выполнения лабораторных работ в малых группах (по 3–5 человек в составе). Накануне проведения лабораторной работы обучающиеся знакомятся с ее содержанием в лабораторном практикуме, повторяют соответствующий теоретический материал [2].

Перед началом работы вся учебная группа разбивается на бригады в количестве не более 5 человек. Способов разделения на микро-группы множество, и они в значительной степени определяют, как будет протекать дальнейшая работа в группе, и на какой результат эта группа выйдет. Вот некоторые из них: по желанию; случайным образом; по определенному признаку; по выбору «лидера»; по выбору преподавателя [3].

Затем обучающиеся самостоятельно в составе своей бригады определяют роль (функцию) каждого участника при проведении экспериментальной части работы, выбирают руководителя группы.

Руководитель микро-группы несет ответственность за ход выполнения лабораторной работы и порядок на занятии. Получив от преподавателя вводный инструктаж по охране труда и инструкции по порядку выполнения лабораторной работы, обучающийся-руководитель разъясняет ход работы группе, распределяя обязанности, которые направлены на выполнение цели работы. Возникающие в процессе выполнения работы затруднения, выясняются внутри бригады у руководителя микро-группы. Если его знаний не хватает, то он выясняет непонятные моменты у преподавателя и, в свою очередь, разъясняет членам группы что было сделано неправильно, или где была допущена ошибка. После выполнения эксперимента руководитель группы отчитывается преподавателю об итогах выполненной работы. При наличии недочетов, коллектив вместе с «лидером» группы их исправляет.

В процессе проведения лабораторной работы преподаватель оценивает ход выполнения работы, способность бригады работать в коллективе, организационные навыки обучающегося, назначенного руководителя. Если при выполнении лабораторной работы преподаватель обнаруживает порчу микро-группой оборудования, излишний шум, нерациональное использование оборудования и материалов, отсутствие участника группы на рабочем месте, некорректное поведение, то персональную ответственность за эти нарушения несет руководитель микро-группы. По окончании занятия, в процессе

рефлексии, преподаватель персонально и конфиденциально указывает на это обучающемуся-руководителю.

После окончания работы всеми бригадами происходит обсуждение результатов в форме конференции, позволяющей каждому участнику группы высказать свое мнение. На данном этапе преподаватель совместно с обучающимися выявляют возможные ошибки или недостатки в проведении лабораторных опытов, устанавливают их причины и устраняют недостатки, формулируют окончательные выводы [2].

Таким образом, проведение лабораторных занятий в малых группах позволяет обучающимся приобретать опыт по управлению персоналом, по обучению подчиненных планированию работ и распределению обязанностей среди подчиненных, с учетом их подготовки и способностей. Кроме этого, руководители микро-групп получают опыт принятия управленческих решений и ответственности за подчиненных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болотин А.Э. Педагогическая технология формирования организационно-управленческой компетентности у курсантов вузов МЧС России / А.Э. Болотин, Т.В. Данилова // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2014. – № 6(112). – С. 46-49. – DOI 10.5930/issn.1994-4683.2014.06.112. p46-49. – EDN SHCVRJ.

2. Мочалова Т.А. Организация проведения лабораторных работ по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожаров» для студентов, обучающихся по специальности 40.05.03 - Судебная экспертиза / Т.А. Мочалова, О.Е. Сторонкина // Актуальные вопросы пожаротушения: Сборник материалов Всероссийского круглого стола, Иваново, 15 мая 2020 года. – Иваново: ФГБОУ ВО «Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России», 2020. – С. 101-104. – EDN SCIIHS.

3. Опыт организации выполнения лабораторных работ в малой группе как средство развития навыков социального взаимодействия студентов энергетических специальностей технических вузов / М.В. Янко [и др.] // Физико-математическое образование: цели, достижения и перспективы: сборник материалов Международной научно-практической конференции, Минск, 18-19 ноября 2019 г. - Минск: БГПУ, 2019. - С. 160-162.

УДК 159.944.4:613.85

А. А. Тищенко, С. А. Онищенко

Донецкий институт ГПС МЧС России

КАК ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПОМОГАЕТ СПРАВЛЯТЬСЯ С ПОСЛЕДСТВИЯМИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЙ

В данной статье рассматриваются методы психологической подготовки, такие как техники релаксации и управления стрессом. В статье также подчеркивается важность совместной работы психологов и педагогов в подготовке пожарных и спасателей для достижения наилучших результатов.

Ключевые слова: психология; стресс; экстремальная ситуация; реакция; стратегия; подготовка; пожарные; спасатели; пострадавшие; психика; катастрофа; психологические травмы; паническое поведение.

A. A. Tishenko, S. A. Onishenko

HOW PSYHOLOGICAL PREPAREDNESS HELPS TO COPE WITH THE CONSEQUENSEC OF EXTREME SITUATIONS

This article discusses methods of psychological preparation, such as relaxation techniques and stress management. The article also emphasizes the importance of collaboration between psychologists and educators in preparing firefighters and rescuers for optimal outcomes.

Keywords: psychology; stress; extreme situation; reaction; strategy; preparation; firefighters; rescuers; victims; psyche; disaster; psychological traumas; panic behavior.

Психологическая подготовка играет важную роль в помощи людям справляться с экстремальными ситуациями, такими как аварии, стихийные бедствия или военные конфликты. В таких ситуациях люди часто оказываются под огромным давлением, сталкиваются со стрессом, тревогой и потрясающими переживаниями.

Психологическая подготовка помогает людям научиться эффективно справляться с этими эмоциональными и психологическими вызовами. Вот несколько способов, которые используют психологи для подготовки людей к экстремальным ситуациям:

1. Психообразование: Психологи обучают людей методам управления стрессом, адаптации к изменяющимся условиям и развитию способности к решению проблем. Это позволяет людям эффективно реагировать на непредвиденные ситуации и сохранять психологическую устойчивость.

2. Стратегии психологической укрепленности: Психологи помогают людям развить стратегии и навыки, которые способствуют укреплению психического здоровья. К ним относятся умение сохранять оптимизм, постановка достижимых целей, социальная поддержка и развитие уверенности в своих силах.

3. Техники релаксации и медитации: Упражнения по релаксации, такие как дыхательные практики, медитации и йога, позволяют снять напряжение и улучшить концентрацию. Эти методы могут быть полезными для снятия стресса в экстремальных ситуациях и сохранения ясности мышления.

4. Практическая подготовка и сценарные тренировки: Психологическая подготовка может включать проведение сценарных тренировок, которые помогают людям практиковать свои навыки и техники в условиях, максимально приближенных к реальным. Это помогает улучшить реакцию на экстремальные ситуации и повысить уверенность в своих действиях.

Психологическая подготовка является неотъемлемой частью комплексной системы подготовки людей к экстремальным ситуациям. Эта подготовка может способствовать эффективности реакции на стрессовые ситуации, сохранять психическое здоровье и повышать шансы на успешное преодоление трудностей. Она помогает людям лучше понимать свои эмоции, контролировать их и принимать осознанные решения в экстремальных условиях.

Каждый человек должен знать как ему бороться со стрессом. Сначала человек сам себе должен оказать помощь, а затем применять другие меры с помощью специалистов-психологов [1].

Ужас — крайняя степень страха, парализующего человека и наносит психологические травмы (стресс) и вызывает панику.

Паника — особое психическое состояние человека, которое охватывает многих людей и является массовым явлением психики.

В качестве причин панического состояния могут выступать различные угрозы для человека или близких его людей, поступающие из окружающей среды.

Основными условиями возникновения паники являются:

- неожиданное изменение привычной ситуации или условий жизни;
- неспособность людей понять причины происходящего с ними и вокруг них;
- невозможность найти удовлетворительный и разумный выход из сложившейся ситуации;
- неблагоприятное внутреннее состояние людей (усталость, повышенная тревожность, плохое самочувствие);
- отсутствие достоверной информации из официальных источников о происходящем;
- паническое поведение окружающих людей, которое через механизм заражения влияет на остальных.

Психологическая подготовка играет важную роль в работе пожарных и спасателей, так как она помогает им сохранять эмоциональную стабильность и концентрацию в экстремальных ситуациях. В таких ситуациях, когда жизнь и здоровье людей находятся под угрозой, важно сохранять спокойствие и эффективность в условиях высокого напряжения и опасности [2].

Психологическая подготовка включает в себя обучение техникам релаксации, управления стрессом и тревожностью, а также развитие навыков принятия решений в экстремальных ситуациях. Это помогает пожарным и спасателям сохранять спокойствие и эффективность в условиях высокого напряжения и опасности.

Кроме того, психологическая подготовка помогает развивать навыки командной работы. В экстремальных ситуациях, когда каждая секунда на счету, важно уметь работать в команде, слушать и понимать друг друга, а также принимать решения совместно.

Психологическая подготовка также помогает пожарным и спасателям справляться с эмоциональными нагрузками, которые возникают при работе с пострадавшими и жертвами катастроф. Это может быть очень тяжелым испытанием для психики, поэтому важно научиться справляться с такими эмоциями и не допускать их негативного влияния на работу.

В целом, психологическая подготовка является неотъемлемой частью подготовки пожарных и спасателей. Она помогает им сохранять эмоциональную стабильность и концентрацию, а также эффективно работать в команде.

Психологическая подготовка включает в себя обучение техникам релаксации, управления стрессом и тревожностью, а также развитие навыков принятия решений в экстремальных ситуациях. Это помогает пожарным и спасателям сохранять спокойствие и эффективность в условиях высокого напряжения и опасности.

Кроме того, психологическая подготовка помогает развивать навыки командной работы. В экстремальных ситуациях, когда каждая секунда на счету, важно уметь работать в команде, слушать и понимать друг друга, а также принимать решения совместно [3].

Психологическая подготовка также помогает пожарным и спасателям справляться с эмоциональными нагрузками, которые возникают при работе с пострадавшими и жертвами катастроф. Это может быть очень тяжелым испытанием для психики, поэтому важно научиться справляться с такими эмоциями и не допускать их негативного влияния на работу.

В целом, психологическая подготовка является неотъемлемой частью подготовки пожарных и спасателей. Она помогает им справляться с экстремальными ситуациями, сохранять эмоциональную стабильность и концентрацию, а также эффективно работать в команде.

Психологическая подготовка является неотъемлемой частью подготовки пожарных и спасателей. Она помогает им справляться с экстремальными ситуациями, сохранять эмоциональную стабильность и концентрацию, а также эффективно работать в команде. Методы психологической подготовки, такие как техники релаксации и управления стрессом, а также развитие навыков командной работы, помогают пожарным и спасателям справляться с эмоциональными нагрузками и сохранять эффективность в работе.

Психологическая подготовка включает в себя обучение техникам релаксации, управления стрессом и тревожностью, а также развитие навыков принятия решений в экстремальных ситуациях. Это помогает пожарным и спасателям сохранять спокойствие и эффективность в условиях высокого напряжения и опасности.

Педагогическая подготовка включает в себя обучение новым знаниям и навыкам, развитие критического мышления и принятия решений в экстремальных ситуациях. Это помогает пожарным и спасателям усваивать новые знания и навыки, а также развивать навыки лидерства и командной работы [4].

Совместная работа психологов и педагогов в подготовке пожарных и спасателей позволяет достичь наилучших результатов. Психологи и педагоги работают вместе для того, чтобы помочь сотрудникам справляться с эмоциональными и физическими нагрузками, развивать навыки лидерства и командной работы, а также адаптироваться к новым вызовам и угрозам.

Инновационные методы подготовки пожарных и спасателей также играют важную роль в обеспечении их эффективности. Новые методы и технологии используются для подготовки пожарных и спасателей, что помогает улучшить эффективность их работы и снизить риск травм.

Подготовка пожарных и спасателей в условиях глобальных изменений также является важным аспектом. Изменения климата и окружающей среды влияют на работу пожарных и спасателей, поэтому подготовка должна адаптироваться к новым вызовам и угрозам.

Подготовка пожарных и спасателей в условиях террористических угроз также является важным аспектом. Террористические угрозы влияют на работу пожарных и спасателей, поэтому подготовка должна учитывать новые вызовы и угрозы.

Подготовка пожарных и спасателей в условиях природных катастроф также является важным аспектом. Природные катастрофы влияют на работу пожарных и спасателей, поэтому подготовка должна учитывать новые вызовы и угрозы.

Подготовка пожарных и спасателей в условиях техногенных катастроф также является важным аспектом. Техногенные катастрофы влияют на работу пожарных и спасателей, поэтому подготовка должна учитывать новые вызовы и угрозы.

Подготовка пожарных и спасателей в условиях социальных кризисов также является важным аспектом. Социальные кризисы влияют на работу пожарных и спасателей, поэтому подготовка должна учитывать новые вызовы и угрозы.

Психолого-педагогические аспекты подготовки пожарных и спасателей играют важную роль в обеспечении их эффективности и безопасности. Психологическая и педагогическая подготовка помогают справляться с экстремальными ситуациями, сохранять эмоциональную стабильность и концентрацию, а также эффективно работать в команде. Совместная работа психологов и педагогов, а также использование инновационных методов подготовки, позволяют достичь наилучших результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волкова, С. В. Детерминанты профессионального становления в вузе МЧС России [Текст] / С. В. Волкова, Е. И. Осипов // Научный поиск. - 2015. - № 3.1. - С. 71–76.
2. Психологическое обеспечение профессиональной деятельности [Текст]: учебное пособие/ Под ред. Г. С. Никифорова. - СПб.: СПбГУ, 1991. – 152 с.
3. Шубнякова В.А. Организационно-педагогические условия профессиональной подготовки специалистов аварийно-спасательных служб МЧС в учреждениях среднего профессионального образования - Санкт-Петербург, 2010. – 27 с.
4. Гремлинг С., Ауэрбах С. Практикум по управлению стрессом. – СПб.: Питер, 2002. 235 с.

УДК 614

Л. Р. Фаритова, С. Г. Аксенов, И. Н. Губайдуллина

Уфимский университет науки и технологий

ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ

В статье рассмотрены основные аспекты психологической подготовки пожарных и спасателей, а также приведен анализ о необходимости реабилитации сотрудников после экстремальных ситуаций.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация; психологическая подготовка; хронический стресс; стрессоустойчивость.

L. R. Faritova, S. G. Aksenov, I. N. Gubaidullina

PSYCHOLOGICAL TRAINING OF FIREFIGHTERS AND RESCUERS IN EMERGENCY SITUATIONS

The article discusses the main aspects of the psychological training of firefighters and rescuers, as well as provides an analysis of the need for rehabilitation of employees after extreme situations.

Keywords: emergency; psychological preparation; chronic stress; stress tolerance.

Психологическая подготовка пожарных становится все больше востребованной в связи с ростом чрезвычайных ситуаций, а также с увеличением числа опасных производственных объектов и применением новых легкогорючих материалов в строительстве. Такая необходимость предъявляет спасательным службам высокие требования. Чрезвычайной ситуацией (ЧС) называют такое положение на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, катастрофы или природного явления, которое несет вред жизни и здоровью человечества, окружающей среде, а также может нанести материальный ущерб. К ЧС можно отнести пожары, взрывы, землетрясения, наводнения, стихийные бедствия и другие [1].

Хорошая психологическая подготовка пожарных в условиях чрезвычайной ситуаций, тушений сложных пожаров — основа эффективной боевой деятельности не только по спасению людей, уменьшению материального ущерба, но и основа собственной безопасности пожарных. Подготовка пожарных к экстремальным ситуациям взаимосвязана с формированием у них личностных, психологических качеств и с повышением стрессоустойчивости. Отметим, что формировать у пожарного такие качества необходимо с первых дней службы, чтобы не ждать, что это ему придет с опытом.

Профессия спасателя, как и любая другая неразрывно связано с самим человеком, она играет важную роль в его жизни, этому подтверждение множество поговорок и пословиц. Еще в XVIII веке один из европейских врачей сказал: «Светя другим, сгораю сам», безусловно, эта метафора красивая и правдивая. Она ясно указывает на большое значение профессий в жизни человека. Врачи, как и спасатели, которые трудятся во благо другим людям, сталкиваются с опасностями, с ситуациями, которые требуют от них большого физического и морального внимания. Врач, ежедневно спасающий десятки жизни, видит множество смертей как своих близких, так и незнакомых ему людей, в ходе болезни, эпидемий, чрезвычайных ситуаций и многих других причин. Так и пожарный, проходящий такой же путь, сталкиваясь с такими же стрессовыми ситуациями, переживает психологическое и эмоциональное напряжение.

У спасателей и пожарных, находящихся под продолжительным влиянием неблагоприятных факторов, наблюдаются признаки хронического стресса. К таким признакам можно отнести нарушения сна, потеря аппетита, усталость, утомляемость, эмоциональная нестабильность и др. Таким образом, стресс у пожарного создает трудности в работе, оно ухудшает их физическое и психологическое состояние, что негативно сказывается на эффективности тушений пожара [2, 3].

Стресс может влиять на человека позитивно и негативно. Позитивное влияние характеризуется повышением уровня стрессоустойчивости, развитием личностных качеств и реализацией своих потребностей под напряжением (например, экстремальные виды спорта). Негативного влияния стресса намного больше и намного опаснее, чем позитивного. К негативным можно отнести: а) ухудшение выполнения задачи. Человек, выполняющий определенные задачи, под психологическим напряжением отвлекается, тем самым выполняет свою работу некачественно и равнодушно. Также, выполнение привычных операций (задач) может привести к излишней невнимательности; б) нарушение когнитивных функций. Человек в стрессе, перестает нормально соображать, поскольку преобладают начинают другие психологические познавательные процессы; в) истощение организма в целом, как и физического, психического так и эмоционального; г) посттравматическое стрессовое расстройство.

Необходимо отметить, что хронический стресс приводит к серьезным заболеваниям. А больше всего «страдает» сердечно-сосудистая система. Что касается заболеваний сердца, ниже будет представлена диаграмма, отражающая причины гибели (смерти) личного состава МЧС России (рис. 1) [3].

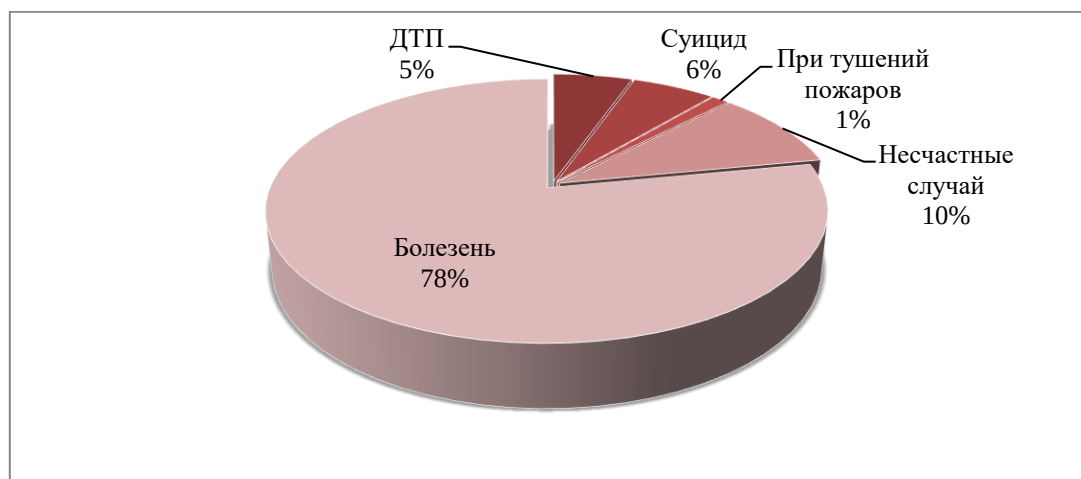


Рис. 1. Причины гибели личного состава МЧС России за 2022 г., чел.

Рассмотрим подробнее на примере второй диаграммы причины гибели пожарных от болезни. Основные причины летального исхода от общих заболеваний показаны на рис. 2.

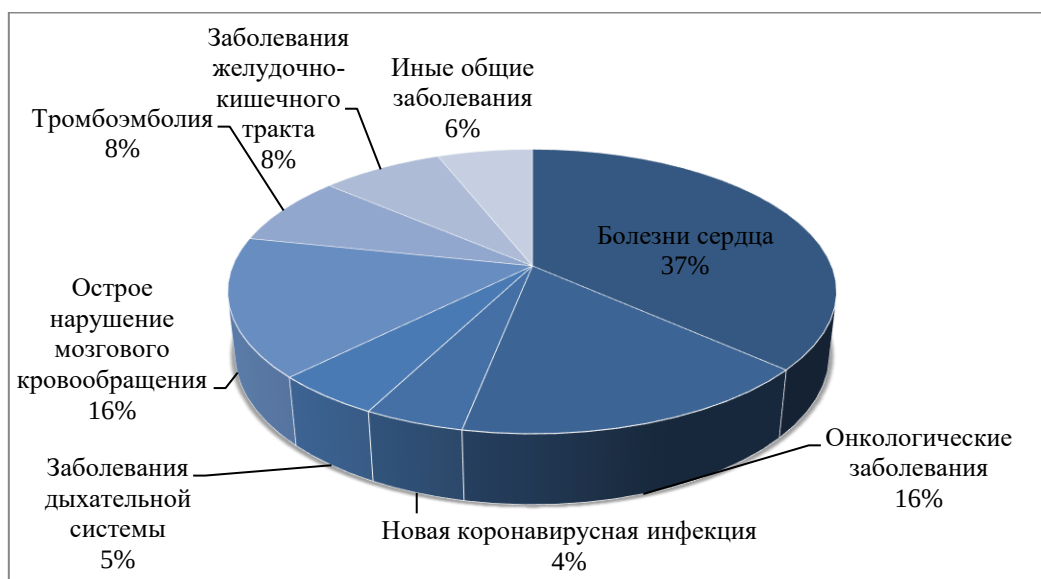


Рис. 2. Основные причины летального исхода от общих заболеваний

Исходя из диаграммы, можно сделать выводы. Пожарные, постоянно находящиеся под воздействием опасных факторов пожара, таких как пламя, повышенная температура, токсичные продукты горения, дым, недостаток кислорода и многое другое, страдают заболеваниями дыхательной системы всего 5 %. А самый большой сектор диаграммы занимает причина заболевания сердца (37 %), что является доказательством вышесказанных слов о вреде стресса на сердечно-сосудистую систему [4, 6].

Таким образом, возникает большая необходимость понизить вероятность возникновения хронического стресса у пожарных путем введения обязательной психологической подготовки. Естественно, нельзя исключать иные причины возникновения хронического стресса вне рабочих моментов, например семейные проблемы, хронические заболевания сердца и многое другое.

Что же такое психологическая подготовка, и каким образом она поможет пожарным? Психологическая подготовка — это комплекс мероприятий, направленных на активизацию способностей пожарных и обеспечивающих психологическую готовность к боевым действиям при тушении пожара и условиях ЧС.

Психологическая подготовка в комбинации с профессиональными навыками позволят пожарным быстро и четко выполнить поставленные задачи.

Различают два вида психологической подготовки — общую и непосредственную. Отличие их заключается в следующем: общая — связана с формированием у пожарного характера, воспитанием нравственных качеств, совершенствованием профессиональных качеств и т.д., а непосредственная — конкретно показывает, что требуется от пожарного, с помощью тренировочных занятий, соревнований и т.д. [5]. Различают большое количество методов, позволяющих подготовить пожарных к стрессовым ситуациям, но стоит

отметить, что не все будут эффективны. Во избежание таких моментов был разработан индивидуальный подход к психологической подготовке пожарных.

Индивидуальный подход заключается в том, что при подготовке будут учитываться психологические особенности пожарного и его возможностей. Эффективность такого подхода зависит от начальника пожарного подразделения или от руководителя занятий применять индивидуальные приемы психологического воздействия в зависимости от характера и темперамента пожарного, особенностей восприятия и мышления и т.д.

В зависимости от особенностей нервной системы, различают четыре вида темперамента: холерический, сангвинический, флегматический и меланхолический.

Изучив все особенности каждого темперамента, руководитель определяет меры воздействия на каждого пожарного. Например, пожарные со слабой нервной системой нуждаются в большом внимании к ним, тяжело переживают неудачи, неуверенные в себе, таких стоит привлекать к занятиям, чтобы повысить их уверенность в себе. А пожарные с сильной нервной системой более активные и инициативные. Таким стоит давать больше знаний, чтобы лучше выполнять поставленные задачи.

Таким образом, знания индивидуально-психологических особенностей пожарных, позволяет лучше проводить воспитательную работу, намного эффективнее тушить пожары и выполнять профессиональные задачи.

Какие действия стоит предусмотреть, если пожарный, прошедший подготовку, в ходе чрезвычайной ситуации испытал стресс, подверг свое здоровье опасности и не в состоянии выполнять профессиональные задачи. Были изданы: приказ МЧС России от 25.12.2023 г. № 1334 «Об установлении особенностей организации оказания медицинской помощи, в том числе при санаторно-курортном лечении, в медицинских организациях МЧС России сотрудникам федеральной противопожарной службы Государственной противопожарной службы и военнослужащим спасательных воинских формирований МЧС России, членам их семей и лицам, находящимся на их иждивении» и приказ МЧС России № 569 от 12.12.2017 «Об утверждении порядка направления на медицинскую реабилитацию и оздоровительный (организованный) отдых в МЧС России», согласно которым сотрудники МЧС России и ФПС ГПС могут пройти медицинскую реабилитацию и получить медицинскую помощь.

Сотрудники получают психологическую помощь после работы в чрезвычайной ситуации. Обеспечить специалистов базовым высшим психологическим образованием и высшим медицинским образованием. Сотрудник посредством консультаций, бесед, выполнения домашних заданий должен оказывать помощь сотрудникам, консультировать и предотвращать эмоциональное выгорание.

Таким образом, стоит отметить, что работа пожарных и специалистов — одна из самых трудных и ответственных. Им приходится каждый день сталкиваться с экстремальными ситуациями, в которых, на благо спасению жизни людей, жертвует своим здоровьем и жизнью. Поэтому психологическая подготовка этих специалистов является не менее важной, чем физические тренировки. Психологические тренинги, тренировочные учения помогают им развивать стрессоустойчивость и способность к адекватному поведению в сложных ситуациях. Психологическая подготовка помогает пожарным и спасателям справляться с посттравматическим стрессом. Поэтому важно, чтобы сотрудники имели возможность получить медицинскую помощь и пройти психологическую реабилитацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ишмеева, А. С. Экологическая безопасность как фактор устойчивого развития страны / А. С. Ишмеева, С. Г. Аксенов // Форум. – 2023. – № 3(29). – С. 95-98. – EDN NZTPIG.
2. Ишмеева, А. С. Технология поиска людей с использованием БПЛА в комплексе с тепловизионной техникой / А. С. Ишмеева, А. Р. Сырлыбаева // Гражданская оборона и природно-технические системы : сборник статей по материалам XIX Международной научно-практической конференции, Воронеж, 23 марта 2023 года. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, 2023. – С. 65-68. – EDN FZCWWE.
3. Ишмеева, А. С. Актуальные проблемы в области пожарной безопасности промышленных объектов / А. С. Ишмеева, В. А. Елизарьева // Безопасный и комфортный город : материалы VI Международной научно-практической конференции, Орёл, 21–23 марта 2023 года. – Орёл: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2023. – С. 555-559. – EDN DZZNUQ.
4. Ишмеева, А. С. Платформы открытой разработки как фактор глобализации мировых рынков / А. С. Ишмеева, И. Н. Губайдуллина // Прикладные экономические исследования. – 2022. – № 1. – С. 24-27. – DOI 10.47576/2313-2086_2022_1_24. – EDN WGQQUI.
5. Губайдуллина, И. Н. Системный подход к организации и управлению поисково-спасательных служб МЧС России / И. Н. Губайдуллина, С. Г. Аксенов, А. Р. Юланова // Актуальные проблемы природопользования и природообустройства : Сборник статей VI Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 ноября 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 73-77. – EDN KNOUTS.
6. Статистика ВНИИПО 2023 год. Пожары и пожарная безопасность. Статистика пожаров и их последствий. Информационно-аналитический сборник. [Электронный ресурс]. URL:<https://ptm01.ru/assets/images/biblioteka/Статистика/2022/ВНИИПО/sbornik-2022-pogary.pdf> дата обращения: 21.01.2024).

УДК 37.025.4, 37.032

Д. С. Хмельницкий, А. А. Огиенко, И. Н. Двойцова
Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России

ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ К РАБОТЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

В статье представлен материал, связанный с изучением влияния психологической подготовки на формирование характера и мировоззрения пожарных и спасателей.

Ключевые слова: профессиональная подготовка; пожарный; спасатель; психологическая подготовка; стрессоустойчивость; коммуникативные навыки.

D. S. Khmelnitsky, A. A. Ogienko, I. N. Dvoitsova

PSYCHOLOGICAL (mental) TRAINING OF FIREFIGHTERS AND RESQUER S TO WORK IN EXTREME CONDITIONS

The article contains material, devoted to study the effect of psychological(mental) training on firefighters and resque workers' character and worldview.

Keywords: professional training, firefighter, resquer, psychological (mental) training, stress tolerance, communication skills.

Проблема психологической подготовки пожарных и спасателей заключается в том, что работа в экстремальных условиях может вызывать стресс, тревогу, страх и другие негативные эмоции, которые могут мешать выполнению профессиональных обязанностей. Кроме того, работа с пострадавшими может вызывать у пожарных и спасателей чувство вины, беспомощности и собственной неэффективности, что также может негативно сказаться на их психическом состоянии.

Психическая нестабильность может значительно повлиять на работу пожарных и спасателей, так как данная профессия требует от них стрессоустойчивости, способности принимать сложные решения в кризисных ситуациях и оперативно реагировать на чрезвычайные ситуации. Если спасатели или пожарные сталкиваются с психологическими проблемами, это может привести к снижению их способности концентрироваться, принимать срочные решения и работать эффективно в стрессовых ситуациях. Это может быть особенно опасно во время борьбы с пожарами или спасательных операций, где каждая секунда имеет значение.

Более того, психически неустойчивые работники пожарной службы могут стать опасностью для себя и своих коллег, а также для людей, которых они должны спасать. Поэтому важно обеспечить поддержку и помощь таким специалистам, чтобы предотвратить возможные последствия и обеспечить безопасность как для них самих, так и для окружающих.

Развитие коммуникативных способностей — так же очень важный аспект подготовки спасателей. Коммуникативность является одним из ключевых навыков для пожарных, поскольку она помогает им эффективно координировать свои действия в случае чрезвычайных ситуаций и спасения людей. Важно иметь возможность четко и ясно общаться со своей командой, донести информацию о ситуации, дать инструкции и иногда принимать быстрые решения. Кроме того, коммуникативные навыки также позволяют им эффективно сотрудничать с другими службами - полицией, медицинскими работниками и другими специалистами, чтобы обеспечить безопасность и оказать помощь пострадавшим. Таким образом, коммуникативность является важным фактором для успешной работы пожарных и спасателей, помогая им спасать жизни и защищать общественную безопасность.

Психологическая стабильность пожарного, спасателя в экстремальных условиях очень важна, так как от их психологического состояния зависят жизни многих людей.

Во время обучения пожарных и спасателей основным учебным дисциплинам и факультативным предметам идёт тщательная подготовка их эмоционально-психологической составляющей. Подбор учебных дисциплин таков, что в большой мере должен способствовать укреплению ментального здоровья. Множество технических и точных наук, таких, как высшая математика, информатика, физика, инженерная графика и др., способствуют развитию интеллектуальных способностей, а также прививают умения действовать согласно выведенным алгоритмам и инструкциям, но и не лишают их способности действовать в нештатных ситуациях, а, наоборот, развивают эти способности.

Математика может способствовать укреплению психологического здоровья у пожарных и спасателей тем, что она помогает развивать логическое мышление, математическую грамотность, аналитические навыки и способности к решению проблем. Эти навыки могут быть очень полезными в сложных ситуациях, с которыми сталкиваются пожарные и спасатели, так как помогают им принимать быстрые и обдуманные решения.

Более того, изучение математики может способствовать повышению самооценки и уверенности в своих собственных способностях, что, в свою очередь, может снизить уровень стресса, повысить психологическую устойчивость и качество выполнения профессиональных обязанностей.

Информатика, наряду с математикой и физикой, формирует алгоритмический тип мышления и умение решать сложные задачи, а значит, и умение принимать нестандартные решения.

Пожарно-строевая подготовка (ПСП), необходимая для обучения пожарных и спасателей важным навыкам и умениям, без которых не обойтись при выполнении профессиональных обязанностей, включает в себя обучение работе с пожарным оборудованием, тушению пожаров, спасению пострадавших и другим действиям, которые могут потребоваться в процессе работы. Кроме того, ПСП помогает улучшить координацию движений, физическую подготовку и выносливость пожарных, что является важным фактором для успешной работы: недостаточно подготовленный спасатель, столкнувшись с работой в экстремальных условиях, не сможет выполнить поставленные задачи.

Также у будущих спасателей должны быть развиты физические способности, такие, как выносливость, силовые качества, скорость реакции и действий. Для развития этих качеств у курсантов в программе предусмотрена физическая подготовка, которая помогает улучшить здоровье и снизить риск получения травм на работе.

Знание основных принципов оказания первой медицинской помощи позволяет спасателям реагировать правильно и быстро в сложных ситуациях, оказывая помощь пострадавшим, оставаться спокойными и уверенными в своих действиях, что снижает уровень стресса и паники в экстренных ситуациях и помогает сохранить хладнокровие, делая спасателей более компетентными и профессиональными, повышая их уровень обученности и готовности к работе в экстренных ситуациях.

Экстремальная психология помогает спасателям развить эмоциональную стабильность, стрессоустойчивость и способность к саморегуляции, обеспечивая им необходимые навыки и стратегии для эффективной работы в экстремальных условиях: управлять стрессом, решать проблемы быстро и эффективно, принимать решения в критические моменты.

Благодаря экстремальной психологии спасатели могут эффективнее выполнять свои обязанности: улучшить свои навыки командной работы, общения с пострадавшими, справляться с травматическими ситуациями и сохранять высокий уровень профессионализма даже в условиях высокого стресса, реагировать на чрезвычайные ситуации, быстро адаптироваться к изменяющимся условиям и защищать не только физическое, но и психическое здоровье себя и других.

Хоть перечень предметов, укрепляющих психическую стабильность достаточно объемен, существуют направления, которым нужно выделить учебное время, так как они занимают важное место в укреплении психики спасателей и пожарных:

- психологические тренинги и консультации: спасатели часто сталкиваются с травматическими ситуациями, и важно обучать их методам самопомощи и справляемости со стрессом;

- курсы по управлению стрессом и эмоциональной поддержке: спасатели должны уметь контролировать свои эмоции и управлять стрессом для более эффективной работы;
- обучение коммуникации и взаимодействию с пострадавшими: важно научить спасателей эмпатии и умению общаться с людьми в трудных ситуациях;
- тренинги по развитию психологической выносливости: спасатели должны быть готовы к долгой и сложной работе в условиях экстремального стресса.
- подготовка к работе с токсическими ситуациями и психологическими травмами: спасатели должны знать, как защитить себя от негативного воздействия и как справиться с последствиями психологических травм.

В настоящее время во все отрасли активно внедряются цифровые технологии, структура МЧС не стала исключением. Искусственный интеллект (ИИ) находит применение в сфере подготовки специалистов министерства чрезвычайных ситуаций. Намечилось несколько направлений, где внедрение искусственного интеллекта может быть весьма эффективно:

- ИИ может использоваться для создания виртуальных обучающих сред, которые имитируют реальные сценарии, с которыми пожарные и спасатели могут столкнуться в реальной жизни; это может улучшить их навыки и знания, а также снизить риск возникновения ошибок в реальных ситуациях;
- прогнозирование поведения: ИИ может анализировать данные о поведении и навыках пожарных и спасателей, чтобы предсказать, как они будут реагировать в различных ситуациях; это может помочь в разработке индивидуальных программ обучения и улучшения работы;
- распознавание образов: ИИ также может быть использован для анализа изображений и видео, полученных во время реальных пожаров или спасательных операций; это поможет определить возможные проблемы и предложить решения для улучшения работы пожарных и спасателей;
- адаптивное обучение: ИИ может адаптировать обучающие программы в зависимости от индивидуальных потребностей и уровня знаний пожарных и спасателей. Это позволяет более эффективно использовать ресурсы и время на обучение;
- раннее обнаружение проблем: ИИ может проанализировать данные, полученные от пожарных и спасателей во время тренировок и реальных операций, и выявить потенциальные проблемы или области, которые требуют дополнительного обучения.

Таким образом, можно сделать вывод, что психологическая подготовка пожарных и спасателей играет ключевую роль в их эффективности и безопасности в сложных ситуациях. Пожарные и спасатели, имеющие хорошую психологическую подготовку, проявляют более высокий уровень профессионализма, способность быстро принимать решения и контролировать свои эмоции в стрессовых ситуациях.

Для достижения высокого уровня психологической подготовки нужно разрабатывать и внедрять эффективные методы психологического развития и поддержки пожарных и спасателей, которые помогут им справляться с эмоциональными нагрузками и сохранять свое психическое здоровье. Для более эффективного результата при моделировании чрезвычайных ситуаций следует использовать возможности технологий типа искусственного интеллекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булгаков, В.В. Формирование психологической устойчивости пожарных к негативным условиям профессиональной деятельности. / В.В. Булгаков. – Текст: непосредственный // Психопедагогика в правоохранительных органах, 2020. - С. 246-254.
2. Гермацкая, Е.И. Психологические аспекты профессионально важных качеств пожарных-спасателей. – Текст: непосредственный / Е.И. Гермацкая. // Вестник Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, 2020. - С. 96-106.
3. Морозова, Л.Б. Эмоционально-волевая устойчивость к стрессовым воздействиям как профессионально важное качество сотрудников службы МЧС России / Л.Б. Морозова, В.А. Куфлина. – Текст: непосредственный // Научно-методический электронный журнал «Концепт», 2015. - Т.13. - С. 2821-2825. – URL: <http://e-koncept.ru/2015/85565.htm> (дата обращения: 10.03.2024).

УДК 159.9:614.8

С. Т. Хуснулин, С. А. Онищенко
Донецкий институт ГПС МЧС России

ВЛИЯНИЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ НА ПРОФЕССИОНАЛИЗМ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЙ ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ

Данная статья исследует влияние психологической подготовки на профессионализм и эффективность действий пожарных и спасателей. Изучается важность психологической подготовки для повышения уровня профессионализма и качества работы спасателей в экстренных ситуациях. Авторы рассматривают психологические аспекты, которые могут повлиять на решения и действия спасателей, и предлагают методы обучения и тренировок, способствующие улучшению их работы. Результаты исследования подтверждают важность психологической подготовки для эффективного функционирования пожарных и спасательных служб.

Ключевые слова: психологическая подготовка; пожарные; спасатели; профессионализм; эффективность; стресс; тренировки; мотивация; самоконтроль; спасение жизней; защита населения; критические ситуации; стратегии поведения.

S. T. Khusnullin, S. A. Onishchenko

THE IMPACT OF PSYCHOLOGICAL TRAINING ON THE PROFESSIONALISM AND EFFECTIVENESS OF FIREFIGHTERS AND RESCUERS

This article examines the impact of psychological training on the professionalism and effectiveness of firefighters and rescuers. The importance of psychological training for improving the level of professionalism and quality of work of rescuers in emergency situations is being studied. The authors consider the psychological aspects that can influence the decisions and actions of rescuers, and offer training and training methods that help improve their work. The results of the study confirm the importance of psychological training for the effective functioning of fire and rescue services.

Keywords: psychological training; firefighters; rescuers; professionalism; efficiency; stress; training; motivation; self-control; saving lives; protecting the population; critical situations; behavior strategies.

Пожарные и спасатели — это специалисты, которые каждый день сталкиваются с опасными и стрессовыми ситуациями, где каждая секунда может иметь решающее значение. В таких условиях важную роль играет их психологическая подготовка, которая позволяет им эффективно действовать в сложных ситуациях, сохраняя спокойствие и контроль над собой. В данной статье мы рассмотрим, как влияет психологическая подготовка на профессионализм и эффективность действий пожарных и спасателей, и какие методы и техники помогают им справиться с экстремальными ситуациями.

Влияния психологической подготовки на профессионализм и эффективность действий пожарных и спасателей является крайне актуальной и важной. Пожарные и спасатели работают в условиях повышенного стресса и опасности, где каждая секунда может быть решающей для спасения жизни людей или тушения пожара.

Психологическая подготовка пожарных и спасателей помогает им контролировать свои эмоции, принимать быстрые и правильные решения в сложных ситуациях, а также эффективно справляться с травматическими событиями, с которыми им приходится сталкиваться в процессе работы.

Кроме того, психологическая подготовка способствует улучшению командной работы и взаимодействия между спасателями, что также является ключевым элементом успеха оперативных действий.

Цели и задачи психологической подготовки пожарных включают в себя:

1. Помощь в развитии психологической устойчивости и стрессоустойчивости. Пожарные часто сталкиваются с травматическими

ситуациями и стрессом на работе. Психологическая подготовка помогает обучать их адаптивным стратегиям управления стрессом и эмоциями.

2. Развитие коммуникационных навыков. Пожарные должны уметь эффективно общаться с коллегами, начальством, жителями и другими службами во время чрезвычайных ситуаций. Психологическая подготовка помогает им обучаться межличностным навыкам и умениям управления конфликтами.

3. Повышение самосознания и самоуправления. Психологическая подготовка помогает пожарным развивать саморефлексию, понимание своих сильных и слабых сторон, а также управление своими эмоциями и поведением в стрессовых ситуациях.

4. Поддержание психологического здоровья. Пожарные работают в сложных и опасных условиях, поэтому им необходима поддержка и профилактика психологических проблем, таких как травмы, депрессия и тревожные расстройства.

5. Повышение профессиональной компетентности. Психологическая подготовка помогает пожарным развивать навыки принятия решений, управления рисками, адаптации к новым ситуациям и повышению профессиональной реализации.

Сотрудник ГПС МЧС должен обладать навыками и характеристиками, необходимыми для успешного выполнения задач по тушению пожаров. К характеристикам относятся: смелость, твердый характер, силу воли, эмоциональную устойчивость, решительность и ответственность.

Эмоциональная устойчивость помогает лучше справляться со стрессом, проявлять уверенность и спокойствие в сложных ситуациях, принимать обдуманные решения даже при ограниченном времени. Лица, обладающие устойчивостью к стрессу, характеризуются как активные, настойчивые и не поддающиеся импульсам при преодолении трудностей. В отличие от них, эмоционально неустойчивые люди могут быть эгоцентричными, пессимистичными, раздражительными и сосредоточенными на негативных аспектах окружающего мира. Уровень эмоциональной устойчивости может зависеть от мотивации, уровня амбиций и глубины переживания эмоций.

Самооценка играет значительную роль в работе пожарного, поскольку ее неадекватность может снизить эффективность действий в сложных ситуациях. Она оказывает влияние на формирование других важных профессиональных качеств и может привести к более высокому уровню риска из-за завышенной оценки собственных способностей.

Для сотрудника ГПС МЧС важным является как нейродинамика, так и некоторые черты темперамента. Исследования показали, что люди с сильной нервной системой более склонны к работе в напряженных условиях, чем те, у кого нервная система слабая, что может привести к более низкой тревожности и самооценке. Стресс, который часто возникает в экстремальных условиях, может негативно сказаться на действиях людей с слабой нервной системой, но не

оказывает влияния на тех, у кого нервная система сильная. Сотрудники ГПС МЧС с слабой нервной системой успешнее выполняют профилактическую работу.

Пожарные, не склонные к риску, испытывают повышенный стресс в критических ситуациях. Они не прилагают усилий в опасных условиях, в отличие от тех, кто склонен к риску. Постоянные трудности и опасности приводят к тревожности и неуверенности. Такие пожарные стараются избегать стрессовых факторов, вплоть до отказа от выполнения задач. Их легко распознать на начальных тренировках в экстремальных условиях. Они плохо адаптируются к стрессорам (дыму, огню, шуму), что приводит к снижению физиологических признаков стресса. Пожарные, склонные к риску, действуют надежно и испытывают удовлетворение от преодоления страха перед стрессорами.

Для сотрудников ГПС МЧС также важны психологические качества, такие как экстраверсия и интроверсия. Во время выполнения обязанностей, когда контакты с внешним миром ограничены, и работа становится однообразной, экстраверты склонны сильнее переживать монотонность и усталость по сравнению с интровертами.

Психологическая подготовка оказывает невероятно большое влияние на профессионализм и эффективность сотрудников ГПС МЧС, поскольку большое количество трудовых функций влекут за собой тот или иной вид стресс (таблица).

Каждый из приведенных видов стресса можно определить так:

Информационный стресс – это негативная реакция организма на избыток информации, которая приводит к перегрузке умственных ресурсов. Это состояние может возникать из-за излишнего объема информации, ее противоречивости или сложности восприятия. В результате возникает чувство беспокойства, утомляемости и недостатка концентрации, что может отрицательно сказываться на эффективности и благополучии человека.

Эмоциональный стресс — это состояние психического напряжения, которое возникает в ответ на разнообразные трудности и вызывающие беспокойство события или ситуации. Эмоциональный стресс проявляется в виде чувства тревоги, беспокойства, раздражительности, печали или депрессии. Это состояние может возникать как в результате конкретных событий, таких как потеря работы или разрыв отношений, так и из-за накопленных неудовлетворенных потребностей и ощущения беспомощности перед сложными обстоятельствами.

Коммуникативный стресс возникает в результате затруднений в общении, взаимодействии или коммуникации с окружающими. Это может быть вызвано сложностями в выражении своих мыслей и чувств, недопониманием собеседников, конфликтами, непониманием культурных особенностей, либо негативным отношением окружающих. Коммуникативный стресс может

привести к снижению самооценки, ухудшению отношений с другими людьми, а также к ухудшению психологического благополучия.

Таблица. Трудовые функции сотрудников противопожарной службы

Трудовая функция	Вид стресса
Оценивание создавшейся обстановки и принятие оптимального решения	ИС, КС
Выполнение работ по спасению, защите и эвакуации людей	ИС
Выполнение поисково-спасательных и аварийно-восстановительных работ в условиях практически любых ЧС природного и техногенного характера	ИС
Взаимодействие с другими участниками работ, выполнять работы при воздействии одного или нескольких экстремальных факторов (высота, замкнутое пространство, отсутствие освещения, загазованность, задымленность, сложные метеоусловия)	ИС, ЭС, КС
Оказание психологического воздействие на пострадавшего, предотвращать панические настроения и брать на себя роль лидера. Оказывать первую помощь пострадавшим	ИС, ЭС, КС
Выполнение работ по осуществлению караульной службы, тушению пожаров, проведение аварийно-спасательных работ	ИС, КС
Выполнение физической работу различной тяжести в условиях действия эмоциональных нагрузок	ИС, ЭС
Анализирование рабочей ситуации, осуществление текущего и итогового контроля, оценки и коррекции собственной деятельности, несение ответственности за результаты своей работы	КС, ЭС, ИС
Примечание: ИС — информационный стресс; ЭС — эмоциональный стресс; КС — коммуникативный стресс.	

Стресс может значительно влиять на профессионализм и эффективность действий сотрудников пожарной охраны:

1. Пониженная осмотрительность: под воздействием стресса сотрудники пожарной охраны могут стать менее внимательными и преувеличивать опасность ситуации, что может привести к ошибкам в принятии решений.

2. Ухудшение реакции и координации: стресс может привести к снижению скорости реакции и ухудшению координации движений, что отрицательно скажется на способности сотрудников быстро и эффективно реагировать на чрезвычайные ситуации.

3. Ухудшение концентрации: стресс может вызвать расстройство концентрации, что приведет к замедлению принятия важных решений и ухудшению способности осмысливать ситуации.

4. Угроза для психического здоровья: стресс может привести к развитию посттравматического стрессового расстройства (ПТСР) у сотрудников, что отрицательно повлияет на их ментальное и эмоциональное состояние, а также на способность работать в критических ситуациях.

Для борьбы со стрессом важно обеспечивать сотрудников пожарной охраны соответствующим обучением, профессиональной поддержкой и психологической помощью. Также важно проводить регулярные тренировки и упражнения для улучшения навыков работы в стрессовых ситуациях.

Вывод

Психологическая подготовка играет важную роль в работе пожарных и спасателей, влияя на их профессионализм и эффективность действий. Психологический тренинг позволяет им лучше контролировать свои эмоции, принимать решения в стрессовых ситуациях и работать эффективно в команде. Кроме того, подготовленные психологически специалисты способны более эффективно взаимодействовать с пострадавшими и помогать им в трудных моментах. В результате, профессионализм и эффективность действий пожарных и спасателей значительно повышаются благодаря психологической подготовке, что способствует более успешному выполнению их профессиональных обязанностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Г.И. Савина, Ю.В. Калегина Психологическая подготовка сотрудников противопожарных служб // XXI век. Техносферная безопасность. - 2021. - №6(4). - С. 379-386.
2. А.В. Кравцов, Ю.Г. Хлоповских Психологическая характеристика профессиональной деятельности сотрудника ГПС МЧС России // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. - 2015. - №2. - С. 207-211.
3. А.В. Кравцов, Ю.Г. Хлоповских Влияние психологических аспектов на выполнение профессионального долга сотрудников ГПС МЧС России // Форум молодых ученых. - 2016. - №4 (4). - С. 356-358.

УДК 37.02

Б. И. Шапиро

Санкт-Петербургское государственное казенное учреждение дополнительного профессионального образования «Учебно-методический центр по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям»

ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ОТВЕТСТВЕННЫХ ЗА ПОЖАРНУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ

В статье рассмотрены подходы к оценке проведения практических занятий в области пожарной безопасности. Представлены результаты исследования методов проведения занятий по подготовке ответственных за пожарную безопасность. Даются рекомендации по качественному освоению программ дополнительного профессионального образования – повышения квалификации в области пожарной безопасности объекта защиты. «Учить тому, что необходимо».

Ключевые слова: практическое занятие; первичные средства пожаротушения; ответственный за пожарную безопасность объекта защиты; самостоятельная деятельность.

B. I. Shapiro

PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL ASPECTS OF TRAINING THOSE RESPONSIBLE FOR FIRE SAFETY

The article considers approaches to the assessment of practical training in the field of fire safety. The results of a study of the methods of conducting training sessions for those responsible for fire safety are presented. Recommendations are given on the qualitative development of programs of additional professional education - advanced training in the field of fire safety of the object of protection. To teach what is necessary in case of fire.

Keywords: practical lesson; primary means of fire fighting; responsible for fire safety of the object of protection; independent activity.

Введение

Эта проблематика оказывается в центре внимания, прежде всего из-за решающего человеческого фактора.

В 2023 году по данным МЧС на пожарах 350 тысячах пожаров погибло 7,2 тысяч человек, многие получили травмы, сгорели жилые дома, леса, поля с урожаем, организация, корабли, самолёты и автомобили. Загрязняется окружающая среда, что приводит к заболеваниям людей, сельскохозяйственных животных и растений. Возникают чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера. Виновниками возникновения пожаров являются люди.

Социальная сущность проблемы обеспечения пожарной безопасности имеет две стороны. Первое, необходимо минимизировать гибель людей на пожарах. Второе, свести до минимума число людей, которые устраивают поджоги или неосторожно обращаются с огнём. Необходимости непрерывно и широко использовать методы педагогики, психологии, андрогогики (науки обучения взрослых людей), а также, проводить повседневную и ежечасную пропаганду в области культуры безопасности, пожарной безопасности объектов защиты.

Проблема обучения в области пожарной безопасности объектов защиты и населения от поражающих факторов открытого неконтролируемого горения, состоит в том, что большинство ответственных за пожарную безопасность не обладают качествами и компетенциями руководителя. Некоторые слушатели курсов гражданской обороны не готовы к проведению противопожарного инструктажа, не способны организовать оповещение и провести эвакуацию работников при возникновении задымления или пожара.

В результате, имеется насущная необходимость по этим вопросам в кратчайшие сроки подготовить различные категории слушателей в области пожарной безопасности путём освоения ими программ дополнительного профессионального образования, конкретно: практики руководства эвакуацией, использования первичных средств пожаротушения и так далее.

Методы исследования проблемы

Проблема обсуждалась на методических совещаниях преподавателей. Она проанализирована после изучения нормативной правовой базы в области пожарной безопасности, учебно-методической литературы. Обсуждались методы проведения занятий. Путём наблюдения хода многих практических занятий у преподавателей складывалось своё мнение о правильности или неправильности применения тех или иных методов обучения при отработке практических учебных вопросов. Преподаватели, выполняя плановую методическую работу, разрабатывали программы дополнительного образования-повышения квалификации и онлайн курсы, учебно-методические материалы, которые затем подвергались рецензированию. В ходе рецензирования высказывались замечания по организации таких практических занятий. При обсуждении открытых практических занятий по данной тематике использовался метод рефлексии оценки качества личного проведения таких занятий.

Исходя из личного опыта, я пришёл к выводу, что качественная подготовка слушателей, как и в любом направлении, в области пожарной безопасности, возможна только в ходе практических занятий, где преподавателем ставятся задачи, требующие от слушателей принимать организационные решения, доводить их до подчинённых и наблюдать за ходом их исполнения.

Анализ методики проведения данных занятий

Анализ показал, что преподаватели не всегда дают слушателям самостоятельности, не оставляют их один на один с проблемой лично принять управленческое решение. Как результат, не все слушатели способны продемонстрировать способность кратко, доходчиво и уверенно довести до подчинённых своё решение на эвакуацию работников из зоны пожара, на оказание первой помощи пострадавшим, на применение первичных средств пожаротушения.

Как должно проводиться практическое занятие? За основу взято рассмотрение порядка проведения практического занятия по теме «Применение первичных средств пожаротушения» по дополнительной профессиональной программе — программе повышения квалификации объёмом 36 часов «Пожарная безопасность объекта защиты».

Категория обучаемых – ответственные за пожарную безопасность.

Лекционная тематика по вопросам знания и способам применения первичных средств пожаротушения в программе обширная и достаточно содержательная. Но качество подготовки обучаемого проверяется на практическом занятии.

Ответственный за пожарную безопасность объекта защиты в случае пожара организует эвакуацию работников из задымленного помещения; обеспечивает отключение электросетей и газового оборудования; сообщает сам и назначает работника по телефону 01 оповестить пожарную охрану. Он назначает работника встретить пожарный автомобиль. По возможности, организует тушение очага возгорания первичными средствами и руководит оказанием первой помощи пострадавшим.

Организационных вопросов много. Поэтому практическая подготовка ответственного за пожарную безопасность становится главной.

В учебной группе состоит до 14 человек. Одна из главных задач преподавателя — создать условия для 100 % охвата слушателей «руководящей работой».

Практическое занятие по данной теме невозможно провести методом группового упражнения, когда слушатели в аудитории письменно, молча, разрабатывают распоряжения. Оно проводится на курсах гражданской обороны района, где создаётся соответствующая тематике обстановка. Разворачиваются учебные места с материальным обеспечением, способствующим отработке практических учебных вопросов темы. Слушатель, принимая участие в учебных эпизодах занятия, получит неоднократную практику руководства при пожаре группой работников от 4 до 15 человек.

Предоставляя обучаемому самостоятельность, преподаватель ожидает увидеть хорошо подготовленного слушателя в роли ответственного за пожарную безопасность объекта защиты, но сталкивается с застенчивым человеком, не понимающим, что от него хотят. Устраняя такую ситуацию, до обучаемых доводится учебная обстановка, алгоритм действий

«ответственного». Обучаемый должен уяснить и оценить обстановку, принять организационное решение; отдать распоряжение согласно содержанию учебных вопросов темы.

Личный педагогический опыт

Учитывая личный педагогический опыт проведения данного занятия, могу сказать, что преподаватель должен заранее подготовить документацию проведения практического занятия, и не только различные бирки и указатели, а тексты постановки задач подчиненным работникам на решение практических вопросов. Разрабатывается план проведения занятия, в котором указываются: где развертываются учебные места согласно учебным вопросам; определяется время отработки учебных вопросов на каждом учебном месте; порядок назначения «ответственных за пожарную безопасность», порядок смены учебных мест по времени; их материальное обеспечение. На каждом учебном месте определяется количество слушателей учебной подгруппы, в каком порядке на учебных местах они будут выступать в роли ответственного за пожарное состояние учебного места, то есть аудитории или помещения.

Занятие организуется на трёх учебных местах, проводится в течение 2 часов. Учебные вопросы отрабатываются последовательно. В учебной группе 14 человек. Два класса, две группы по 7 человек. В каждой группе назначается старший, который руководит эвакуацией. Отработав учебный вопрос, обучаемые собираются в коридоре. Преподаватель проводит разбор, оценивает действия руководителей, назначает новых. Каждый обучаемый должен побывать в роли руководителя эвакуации.

Учебное место № 1. Отработка порядка действий при тревогах: «задымление», «пожар».

Действия обучаемых (кратко) — находятся в двух классах; по определенному сигналу «тревога» быстро покидают помещения и в различных направлениях (эвакуационные пути не должны пересекаться) во главе старших подгрупп через два разных выхода покидают территорию курсов гражданской обороны. Старшие руководят эвакуацией, выходят последними. Преподаватель производит разбор отработки учебного вопроса, назначает новых старших. Цикл отработки учебного вопроса повторяется.

Учебное место № 2. Применение переносных огнетушителей, в том числе с использованием тренировочного комплекса средств тушения пожара МКШ-01/ОГ. **Действия обучаемых (кратко)** — обучаемые сведены в одну группу; преподаватель лично проводит тренировку на тренажёре; объясняет и показывает порядок отключения электросети, перекрытия подачи газа, использования огнетушителей; по списку вызывает каждого обучаемого для отработки учебного вопроса на тренажере, активирует вариант программы симуляции пожара. Оценивает действия каждого обучаемого.

Учебное место № 3. Тренировка по применению первичных средств пожаротушения (пожарных кранов и средств обеспечения их использования, пожарного инвентаря и покрывала для изоляции очага возгорания). **Действия обучаемых (кратко)** — количество обучаемых делится на три подгруппы; подгруппа № 1 в коридоре отрабатывает порядок действия при использовании внутреннего противопожарного водопровода; подгруппа № 2 в коридоре отрабатывает использование пожарного инвентаря (ящик с песком, лопата); **подгруппа № 3** в аудитории отрабатывает использования противопожарного полотна для тушения горячей одежды на пострадавшем. При отработке указанного цикла действия, преподаватель производит замену старших в подгруппе. Цикл повторяется снова, несколько раз меняются старшие, исполняющие роль ответственного за пожарную безопасность.

Преподавателю, ведущему практическое занятие, надо уяснить, что в отработке учебных вопросов участвуют взрослые слушатели. Они мотивированны или не мотивированны на получение знаний и умений, но судьба свела их в одно время и место на практическое выполнение учебных задач.

Учитываем Андрологику — науку об обучении взрослых. Слушатели никогда не видели друг друга, при отработке практических заданий оказались объединены одной целью — выполнить поставленную задачу, продемонстрировать единую команду работников. И это им удалось.

Появились лидеры, которые в критические моменты брали руководство на себя, и приводили к цели остальных. Кто молчал четыре учебных дня, на пятый, на практическом занятии, заговорил, всё таки смог отдавать распоряжения.

В каждой учебной группе преподаватель определяет две категории обучаемых: умелый слушатель, неумелый слушатель. Первым на руководящую должность надо назначить умелого, опытного слушателя, который ранее участвовал в аналогичных тренировках. Он должен начать первым и показать пример в организации и руководстве работниками при выполнении поставленных учебных задач.

Слушателям предлагаются готовые решения, проводится тренировка в руководстве работниками: кто-то назначается вызвать по телефону пожарную охрану; другой будет оказывать помощь пострадавшим; третий назначен встречать пожарную машину, четвёртый вести работников по маршруту эвакуации; пятый будет использовать пожарный инвентарь.

Роль преподавателя проявляется, как руководящая практическим занятием сила. Он следит за выполнением мер безопасности, ходом занятия, подводит промежуточные итоги отработки учебных вопросов, назначает в подгруппах новых ответственных за пожарную безопасность, проводит итоговый разбор занятия.

Выводы и перспективы дальнейших исследований. Пути решения проблемы.

Новое это хорошо забытое старое. Сегодня очень актуален принцип методики проведения практических занятий: «Учить тому, что необходимо на войне».

Для качественного обучения слушателей принятию компетентных решений необходимо дать им больше самостоятельности, то есть, оставить слушателя один на один с проблемой руководства работниками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Об определении Порядка, видов, сроков обучения лиц, осуществляющих трудовую или служебную деятельность в организациях, по программам противопожарного инструктажа, требований к содержанию указанных программ и категорий лиц, проходящих обучение по дополнительным профессиональным программам в области пожарной безопасности». МЧС России от 18.11.2021 № 806.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ 1 СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ, ПРОМЫШЛЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	3
<i>Аксенов С. Г., Яппаров Р. М., Попович Е. В.</i> Некоторые конструктивные решения для повышения надёжности внутренних противопожарных водопроводов	3
<i>Букина В.Г., Багажков И. В.</i> Особенности производства шлемов и касок пожарного.	7
<i>Васин П. А., Назаров А. А., Рябиков А. И.</i> Анализ технических средств теплового контроля состояния контактов и контактных соединений электрооборудования	11
<i>Воробьев И. С., Лежнёв А. И.</i> Современные материалы для обеспечения пожарной безопасности	15
<i>Гончаров Я. Ю.</i> Особенности тушения природных пожаров спасательными воинскими формированиями МЧС России в условиях военного конфликта	19
<i>Губайдуллин И. Н., Аксенов С. Г., Губайдуллина И. Н.</i> К вопросу о безопасности на морских промышленных объектах	23
<i>Дашеев Э. Ю., Гессе Ж. Ф., Снегирев Д. Г., Фролова Т. В.</i> Вопросы применения составов на основе органических соединений для снижения пожарной опасности древесины.....	26
<i>Егорова Н. И., Трубилко А. И., Медведева Л. В.</i> Способ визуализации явления поляризации на лабораторно-практических занятиях по физике	32
<i>Зелинская И. А., Тюдешева М. И., Суянова М. В., Земсков И. В.</i> Модифицирование огнезащитных покрытий для ликвидации горения модельного очага класса «В»	36
<i>Каткова О. Н., Барина Е. В.</i> Пожарная безопасность складов хранения нефти и нефтепродуктов	40
<i>Кипря А. В., Мнускин Ю. В., Хазипова В. В., Мнускина Ю. В.</i> Влияние технологических добавок на температурную устойчивость огнезащитной композиции	43
<i>Киселева В. С., Войтичук Ю. А., Иванов А. В.</i> Обоснование применения параметров защитных экранов систем противопожарной защиты на объектах с обращением нефтепродуктов	49
<i>Коновалова В. С, Промзелева Е. С., Строкин К. Б., Гальцев А. А.</i> Влияние комбинированной добавки для предотвращения биокоррозии бетона на физико-механические свойства цементного камня	53
<i>Кропотова Н.А., Тюмкина Е. А.</i> Исследование ударной вязкости полиамида и армированных деталей на его основе.....	58
<i>Кузьмина Н. Н., Циркина О. Г.</i> Проблемные вопросы химической отделки текстиля в процессе его огнезащиты.....	63
<i>Кукулина С. А, Лукьянова И. Э.</i> Противовзрывная защита зданий путем применения легкосрабатываемой конструкции.....	71
<i>Ларина А. И., Натарева С. В.</i> Применение методов ионообмена для очистки воды в чрезвычайных ситуациях.....	75

Лукашенко А. Р., Онищенко С. А. Использование нанотехнологий в производстве материалов для пожарной безопасности	79
Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е., Кашицын Д. С. Оценка состояния атмосферного воздуха в районе автодороги на ул. Огнеборцев г. Иваново	83
Пашкова Т. В., Александров А. И. О возможности использования пленок жидкокристаллических сополимеров на основе некоторых фенилбензоатов и бифенилов в качестве элементов пироэлектрических датчиков	86
Поспелов А. С., Сажин И. И., Шикова Т. Г., Смирнов С. А. Модифицирование пленки поливинилиденфторида в тлеющем разряде постоянного тока	91
Рябиков А. А., Натарева С. В. Ионнообменная сорбция ионов меди при нестационарном режиме работы аппарата непрерывного действия	96
Тарасова Д. А., Никифоров А. Л., Легкова И. А. Плащ-накидка с люминофорным покрытием как сигнальное средство визуализации: область применения и оценка эффективности	100
Третьяков А. А., Папырин В. В., Цой А. А. Исследование вопросов развития и комплексной безопасности Арктической зоны в структуре МЧС России	104
Холодков И. В., Холодкова Н. В., Анохин А. Л. Поливинилиденфторид как перспективный материал для разработки пироэлектрических сенсоров	109
Холодков И. В., Кудрякова В. П., Смирнова И. М., Холодкова Н. В. Использование тлеющего разряда постоянного тока для улучшения гидрофобных характеристик поверхности полимерных материалов	114
Чудакова А. Ф., Митрофанов А. С., Сырбу С. А. Исследование адсорбционно-окислительной способности композиционных материалов для защиты резервуаров для хранения нефти от образования пирофорных отложений методом сканирующей электронной микроскопии	120
Чудакова А. Ф., Сырбу С. А., Митрофанов А. С. Современные композитные материалы, применяемые в нефтяной промышленности для защиты от сероводородной коррозии	127
Якушкина И. Г. Пожарная и экологическая безопасность деревянного домостроения с применением СИП-панелей и CLT-панелей	133
РАЗДЕЛ 2 ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ	138
Богданов И. А., Шабунин С. А., Митрофанов А. С., Никифоров А. Л. Оценка влияния термического старения поливинилхлоридной изоляции электрокабельных изделий на вероятность возникновения короткого замыкания	138
Бондарь Д. В., Онищенко С. А. Физико-химические характеристики для оценки пожароопасных свойств веществ и материалов	142
Горбунов А. С. Определение свойств материалов с помощью цветоизмерения	147
Гордиенко А. Н., Репкин А. Ю., Жесткова С. Г. Особенности расчёта оправдываемости прогноза ЧС в виде пожаров	152
Ишмеева А. С., Курбанова И. Р. Применение газоаналитического оборудования в обеспечении пожарной безопасности нефтеперерабатывающих предприятий	156

Капизова А. М., Ратьева А. Г., Никифоров Г. Е. Разработка импульсного пожаротушающего устройства, как первичного средства пожаротушения в общественных помещениях	160
Карасев Е. В., Никифоров А. Л., Таратанов Н. А., Курочкина Е. Ю. Большие переходные сопротивления в зажиме счетчика электроэнергии как причина пожара в доме.....	162
Карасев Е. В., Фролова Т. В., Толстикова С. Д. Реконструкция процесса возникновения и развития пожара на примере конкретного происшествия	166
Кувшинова А. А., Куприна А. П. Влияние разницы высоты ступеней в пределах лестничной клетки на время эвакуации	173
Куликова К. В., Попова Е. А., Капизова А. М. Анализ свойств пожаробезопасных дверей и потолков с целью определения их огнестойкости	177
Мбейандже Августино, Кузнецова Н. Н. Термические воздействия на различные материалы и расследование таких воздействий.....	182
Медуница А. В., Цыганков М. С., Чугунов А. М. Анализ эффективности ОТВ порошковых огнетушителей	186
Мехоношина М. О. Методика снижения пожарной опасности производственных объектов водородной энергетики на основе адаптивной технологии гарантированного предотвращения пожаров	192
Мещеряков И. В., Алексеик Е. Б. Практическая оценка огнетушащего потенциала типовых дезинфицирующих, дегазирующих и дезактивирующих растворов на примере экспериментального очага пожара класса А	196
Минкин Д. А. Оценка интенсивности теплового излучения при пожаре в зависимости от параметров поверхностей теплообмена	198
Мочалова Т. А., Власова А. В. Установление точности результатов расчетных и опытных методов определения теплоты сгорания ароматических углеводородов	204
Никулин А. Б., Женодаров И. Г., Попов М. Н. Исследование изменения объема пористого пространства сорбционного носителя на этапе его подготовки на эффективность катализаторов окисления монооксида углерода	207
Никулин А. Б., Женодаров И. Г., Попов М. Н. Влияние реакции частичной нейтрализации соляной кислоты при получении высокоэффективных катализаторов окисления монооксида углерода.....	220
Осмоловская А. А., Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А. Морфологический анализ как один из методов экспертного исследования обгоревших текстильных материалов ..	227
Плисс Т. В., Хабирова А. Д., Постоева В. В. Зависимость температуры самовоспламенения горючей жидкости от её объёма	230
Раменская Л. М., Кудрякова Н. О., Гессе Ж. Ф., Гришина Е. П. Термическая устойчивость дицианамида 1-бутил-3-метилимидазолия в составе композитного материала ионная жидкость-слоистый алюмосиликат.....	233
Рыжкова Е. В., Капизова А. М., Галиева Д. Ф., Чернышова А. Г. Способ применения огнезащитных красок с целью защиты древесины от возгорания	238

Сафонова Н. Л. Экспериментальное изучение возможности загорания чернозема при разлитии в них нефтепродуктов	244
Свирицевский С. Ф., Лейнова С. Л., Соколик Г. А., Рубинчик С.Я. Токсичность газовой смеси, образующейся при горении отделочных материалов, изготовленных на основе древесины и ее заменителей	247
Ситанов Д. В., Блинов Д. И., Князев А. И. Естественнонаучные аспекты инновационной методики экспресс анализа состава природных объектов и биологических структур в условиях задымления и интенсивного воздействия отравляющих веществ.....	252
Смирнова С. С., Чашкин Д. С., Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е. Оценка воспламеняемости мягкой мебели от калянных углей.....	256
Соколов А. Н., Пригорелов Г. А., Свиридов А. В. Отравление продуктами горения, содержащими цианиды.....	260
Таратанов Н. А., Карасев Е. В., Курочкина Е. Ю., Таратанова А. В. Исследование поведения стекла в целях пожарно-технической экспертизы	265
Федоров А. А., Плохов Н. П., Мочалова Т. А., Сторонкина О. Е. Оценка воспламеняемости напольных покрытий от калянных углей.....	268
Федосов С. В., Сырбу С. А., Шарабанова И. Ю., Соколов А. М. Определение пожарно-технических характеристик материалов с помощью лазерного излучения.....	273
Хабирова А. Д., Постоева В. В., Плисс Т.В. Исследование огнестойкости деревянных конструкций способом пропитки и оценка ее эффективности.....	278
Хахин С. Н., Николаев И. Н., Никитина А. Ю., Дышина Г.А., Серебряков Е. А. Современные методы оценки качества пенообразователей для тушения пожаров в соответствии с ГОСТ Р 50588-2012.....	282
Шабарова П. С., Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А. Исследование причастности тлеющего табачного изделия к возникновению пожара при выявлении причин возгорания автотранспортных средств	288
РАЗДЕЛ 3 КОМПЬЮТЕРНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ОБЪЕКТОВ ЗАЩИТЫ	292
Айол А. А. Перспективы совершенствования порядка и критериев отнесения объектов защиты к определенной категории риска в рамках пожарного надзора	292
Аксенов С. Г., Яппаров Р. М., Ахмеджанова Э. Р. К вопросу о профилактике пожарной безопасности в сельской местности	297
Ахметгалина А. М. Защита от природных пожаров населенных пунктов Челябинской области.....	301
Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю., Кондашов А. А., Маторина О. С., Трещин Е. С. Разработка программы для обоснования ресурсов пожарной охраны в сельских поселениях Российской Федерации	305
Власов К. С., Рожков Е. П. Подходы к определению затяжных пожаров.....	310
Голкин А. В., Карнов А. В., Усолкин С. В., Пехотиков С. А. Анализ выбора проектных аварий (сценариев пожара) при расчетном обосновании безопасной эвакуации людей при пожаре для объектов метроптрамвая.....	313

Горский В. А. Информационное сопровождение населения в период чрезвычайных ситуаций	317
Ельшин В. В., Онищенко С. А. К вопросу о применении искусственного интеллекта в пожарной безопасности	321
Загуменнова М. В., Фирсо А. Г., Загуменнов А. И. Киберфизические системы в области обеспечения пожарной безопасности	326
Искалин В. И., Туз Н. В., Клочков П. В., Домрачев К. В. Метод свертки показателя принадлежности субъекта РФ к климатическим поясам в контексте пожарной безопасности	329
Ишмеева А. С., Губайдуллина И. Н. Применение искусственного интеллекта в обеспечении пожарной безопасности	335
Кайбичев И. А. Полосы Боллинджера при прогнозе индивидуального пожарного риска	339
Коваль Ю. Н. Определение пожарной опасности лесных насаждений	343
Куценко А. В., Онищенко С. А. Совершенствование пожарной безопасности объектов защиты с помощью компьютерных и информационных технологий	347
Москвина Н. В. Практические аспекты применения технологий интернета вещей для обеспечения пожарной безопасности в многоквартирных домах.....	352
Наумова Т. Е. «Умная» система противопожарной защиты здания в безопасном городе.....	358
Нгуен Куок Минь Повышение эффективности работы по строительству народных движений по профилактике пожаров и пожаротушению учреждений радио и телевидения во Вьетнаме.....	362
Нгуен Минь Тан Решения по повышению эффективности работы противопожарной организации больницы, содействующие обеспечению пожарной безопасности.....	367
Петров А. Н. Сравнительный анализ динамики количества пожаров в регионах Центрального федерального округа	372
Стрельцов О. В., Кондашов А. А., Бобринев Е. В., Удавцова Е. Ю., Шавырина Т. А. Оценка рисков пожарной опасности на производственных объектах Российской Федерации	378
Турченко Д. М., Онищенко С. А. Системы для обеспечения пожарной безопасности объектов защиты	383
Устинов А. Д., Онищенко С. А. Создание компьютерных симуляторов для противопожарной профилактики	389
Ушкалов В. В., Ефименко В. Л. Использование информационных технологий во взаимодействии пожарно-спасательных подразделений с органами местного самоуправления	392
Фирсов А. Г., Загуменнова М. В., Малёмина Е. Н. Информационные технологии в обеспечении надзорно-профилактической деятельности	397
Чеберяк В. В. Прогноз чрезвычайных ситуаций техногенного характера методом Байеса	401

РАЗДЕЛ 4 ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ ПОЖАРНЫХ И СПАСАТЕЛЕЙ	406
<i>Горенков П. А.</i> Аспекты, влияющие на развитие физических качеств курсанта в вузе МЧС	406
<i>Дорохова О. Е., Хонгорова О. В., Русских Е. А.</i> К вопросу о формировании алгоритмического мышления в процессе обучения математике будущих инженеров пожарной и техносферной безопасности.....	410
<i>Исаев Г. Е.</i> Педагогические компоненты обучения слушателей на курсах гражданской обороны	415
<i>Легкова И. А., Зарубин В. П., Иванов В. Е.</i> Особенности графической подготовки обучающихся пожарно-технического профиля	420
<i>Лопанова Е. В.</i> Формирование коммуникативной компетенции специалистов МЧС с применением электронной системы упражнений.....	425
<i>Лосев К. В., Чекарев Л. В.</i> Формирование психологической готовности спасателей и пожарных к риску, как компонента их профессиональной мотивации.....	432
<i>Лосев К. В., Чекарев Л. В.</i> Формирование профессионально-важных качеств у пожарных и спасателей в ходе психологической подготовки.....	436
<i>Мизунова Ю. С., Матросова Е. В., Титова Е. С.</i> Социально-психологические аспекты адаптационного потенциала курсантов.....	445
<i>Сапожников А. С.</i> Психолого-педагогические аспекты подготовки пожарных и спасателей	450
<i>Сапунов М. В.</i> Психологическая подготовка пожарных и спасателей, как основа стрессоустойчивости в работе	457
<i>Сердюк В. М., Онищенко С. А.</i> Влияние психолого-педагогических методов на профессиональную подготовку и успешное выполнение задач пожарно-спасательной службы.....	460
<i>Смекалин С. В., Таволжанский С. В.</i> Создание и функционирование пожарно-спасательных звеньев организаций	465
<i>Соколов В. Д., Онищенко С. А.</i> Роль психолого-педагогической подготовки в подготовке пожарных и спасателей	472
<i>Степанова Н. А., Киреева И. Ю.</i> Медико-биологическое сопровождение и реабилитация сотрудников МЧС России.....	477
<i>Сторонкина О. Е., Мочалова Т. А.</i> Особенности работы в малых группах при проведении лабораторных работ по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожаров»	482
<i>Тищенко А. А., Онищенко С. А.</i> Как психологическая подготовка помогает справляться с последствиями экстремальных ситуаций.....	485
<i>Фаритова Л. Р., Аксенов С. Г., Губайдуллина И. Н.</i> Психологическая подготовка пожарных и спасателей в условиях чрезвычайных ситуаций	489
<i>Хмельницкий Д. С., Огиенко А. А., Двойцова И. Н.</i> Психологическая подготовка пожарных и спасателей к работе в экстремальных условиях.....	495

Хуснулин С. Т., Онищенко С. А. Влияние психологической подготовки на профессионализм и эффективность действий пожарных и спасателей	499
Шапиро Б. И. Психолого-педагогические аспекты подготовки ответственных за пожарную безопасность.....	505

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ:
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ**

Иваново, 21 марта 2024 года

Текстовое электронное издание

Издается в авторской редакции

Подготовлено к изданию 18.04.2024 г.
Формат 60×90 1/8. Усл. печ. л. 64,1. Заказ № 278

Отделение организации научных исследований научно-технического отдела
Ивановской пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России
153040, г. Иваново, пр. Строителей, 33

ISBN 978-5-907492-33-2



9 785907 492332 >